



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTE
LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURE

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UN MEŽA ZINĀTŅU AKADEMIJA
LATVIAN ACADEMY OF AGRICULTURAL AND FORESTRY SCIENCES

AGRONOMIJAS VĒSTIS

LATVIAN JOURNAL OF AGRONOMY

Nr. 10/ No. 10

JELGAVA 2008

**DAUDZFUNKCIONĀLA LAUKSAIMNIECĪBA XXI
GADSIMTA SĀKUMĀ: IZAICINĀJUMI UN RISKI**

**MULTIFUNCTIONAL AGRICULTURE AT THE OUTSET
OF XXI CENTURY: CHALLENGES AND RISKS**

Issue of the International Scientific Conference
Jelgava, Latvia, 22 -23 March, 2007

Editorial board:

Aleksandrs Adamovics, prof. – **Editor-in-chief** (Latvia University of Agriculture)

Zinta Gaile, assoc. prof. (Latvia University of Agriculture)

Andris Berzins, assoc. prof. (Latvia University of Agriculture)

Ziedonis Grislis, Dr.agr. (Latvia University of Agriculture)

Kaspars Kampuss, Dr.agr. (Latvia University of Agriculture)

Stanislav Kuzel, prof. (University of South Bohemia, Faculty of Agriculture)

Piotr Stypinski, prof. (Warsaw Agricultural University)

Ligita Baležentiene, assoc. prof. (Lithuanian University of Agriculture)

Vasily Petrichenko, prof. (Feed Research Institute of UAAS, Ukraine)

Andris Gaters – English language editor

Dace Šterne – technical editor

Publication of the issue has been financed by the Latvia University of Agriculture

All rights reserved. Nothing from this publication may be produced, stored in computerized system or published in any form or any manner, including electronic, mechanical, reprographic or photographic, without prior written permission from the publisher Latvia University of Agriculture. The individual contribution in this publication and any liabilities arising from them remain the responsibility of the authors.

ISSN 1691-3485

© 2008 LLU



Conference Organizing Committee

Chairman	Dainis Lapins, prof.	Latvia University of Agriculture
Vice-Chairman	Aleksandrs Adamovics, prof.	Latvia University of Agriculture
Members	Biruta Bankina, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture
	Andris Berzins, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture
	Zinta Gaile, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture
	Ziedonis Grislis, doc.	Latvia University of Agriculture
	Kaspars Kampuss, doc.	Latvia University of Agriculture
	Aldis Karklins, prof.	Latvia University of Agriculture
	Daina Kairisa, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture
	Dzidra Kreismane, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture
	Inara Lipenite, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture

Conference Scientific Committee

Chairman	Aleksandrs Adamovics, prof.	Latvia University of Agriculture
Vice-Chairman	Aldis Karklins, prof.	Latvia University of Agriculture
Members	Mintauts Abolins, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture
	Ligita Baležentiene, assoc. prof.	Lithuanian University of Agriculture
	Andris Berzins, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture
	Iossif Bogdevitch, prof.	Belorussian Research Institute for Soil Science and Agrochemistry
	Vaclovas Boguzas, assoc. prof.	Lithuanian University of Agriculture
	Zinta Gaile, assoc. prof.	Latvia University of Agriculture
	Ziedonis Grislis, Dr. agr.	Latvia University of Agriculture
	Vladimir Kosolapov, prof.	All Russian Forage Research Institute
	Stanislav Kuzel, prof.	University of South Bohemia, Faculty of Agriculture
	Janis Miculis, Dr. agr.	Latvia University of Agriculture, Biotechnology and Veterinary Medicine Institute
	Vasily Petrichenko, prof.	Feed Research Institute of UAAS, Ukraine
	Are Selge, Dr. agr.	Estonian University of Agriculture
	Piotr Stypinski, prof.	Warsaw Agricultural University
	Inara Turka, prof.	Latvia University of Agriculture

Reviewers

Two independent reviewers from participating countries have reviewed every report accordingly to the unified academic guidelines determined by the review structure of the Conference Committee.

Sponsors



Latvian Academy of Agricultural and Forestry sciences,
Republikas laukums 2-507,
Riga, LV-1981, Latvia
<http://www.llmza.lv/>



Latvia University of Agriculture
Liela iela 2, Jelgava,
LV-3001, Latvia
<http://www.llu.lv>



Association of Latvian Organic agriculture,
Liela iela 2, Jelgava,
LV-3001, Latvia
<http://www.ekoprodukti.lv>



Research and Study farm "Vecauce" of Latvia
University of Agriculture,
Akademijas iela 11 a, Auce,
LV-3708, Latvia
http://www.llu.lv/mps_vecauce/mps.htm

Content/ Saturs

PLENARY SESSION/ PLENĀRSĒDE

LATVIJAS LOPKOPIBAS UN VETERINĀRMEDICĪNAS ZINĀTNISKĀS UN PRAKTISKĀS ATTĪSTĪBAS GALVENIE VIRZIENI LATVIA'S ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE SCIENTIFICAL AND PRACTICAL DEVELOPMENT Jemeljanovs A., Zitare I., Proškina L., Ceriņa S.	8
USAGE OF ENERGETIC CROPS AS ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY IN CZECH REPUBLIC Kužel S., Kolář L., Peterka J., Šindelářová M	15

SOIL SCIENCE, PLANT FERTILIZER AND FIELD MANAGEMENT/ AUGSNES ZINĀTNE, AUGU MĒSLOŠANA, AIZSARDZĪBA UN LAUKKOPIBA

IMPACT OF AGROCHEMICAL AND CLIMATIC FACTORS ON SELENIUM CONCENTRATION IN SOILS Antanaitis A., Lubytė J., Antanaitis Š.	20
THE INVESTIGATION OF CROP WEEDINESS IN THE CROP ROTATION OF ORGANIC FARMING SYSTEM NEZĀĻU IZPLATĪBAS PĒTĪJUMI ORGANISKĀS LAUKSAIMNIECĪBAS SISTĒMAS AUGSEKĀ Ausmane M., Gaile Z., Melngalvis I.	25
DYNAMICS OF SOIL ORDER AND PENETRATION RESISTANCE IN SOIL WITH AND WITHOUT SPRING BARLEY AUGSNES SAKĀRTAS UN PENETROMETRISKĀS PRETESTĪBAS IZMAIŅU DINAMIKA AUGSNĒ AR UN BEZ VASARAS MIEŽIEM Bērziņš A., Lapiņš D., Dinaburga G., Plūme A., Melngalvis I., Sprincina A., Sanžarevska R.	31
THE EFFECTS OF DIFFERENT SOIL GENESIS ON THE CONCENTRATION OF BIOGENIC ELEMENTS IN LYSIMETRIC WATER Katutis K., Repsiene R., Baltramaityte D.	37
IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE CHANGE OF LIMED SOIL PROPERTIES Koncius D.	42
STABILITY OF SOIL ORGANIC MATTER IN AEROBIC AND ANAEROBIC CONDITIONS Kužel S., Kolář L., Štindl P.	47
THE CHOICE OF THE DIFFERENTIATION CRITERIA OF SOIL TILLAGE USING THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) Lapins D., Vilde A., Berzins A., Plume A. and Dinaburga G.	51
NUTRIENT BALANCE AND AGROCHEMICAL PROPERTIES IN SOILS DIFFERING IN PHOSPHORUS AND POTASSIUM STATUS AS INFLUENCED BY FERTILISATION SYSTEMS Mazvila J., Vaisvila Z., Staugaitis G., Arbauskas J., Adomaitis T.	57
DATU STATISTISKO APSTRĀDES METOŽU PIELIETOŠANAS IESPĒJAS NEZĀĻAINĪBAS IZPĒTĒ STATISTICAL METHODS FOR ANALYSING THE DATA OF WEED FLORA Piliksere D.	65
COMPARISON OF DIFFERENT SOIL TILLAGE METHODS ON THE ECONOMICAL PARAMETERS OF WINTER WHEAT PRODUCTION DAŽĀDU AUGSNES APSTRĀDES METOŽU IETEKMES UZ ZIEMAS KVIEŠU AUDZĒŠANAS EKONOMISKAJIEM RĀDĪTĀJIEM SALĪDZINĀJUMS Stašinskis Ē.	68
APPLICABILITY OF VARIOUS AMENDMENTS TO IMPROVE CLAYEY SOIL PROPERTIES UNDER REDUCED TILLAGE MANAGEMENT IN NORTHERN LITHUANIA Velykis A., Satkus A.	73

CROP PRODUCTION AND GRASSLAND MANAGEMENT/ AUGKOPIBA UN PLAVKOPIBA

THE EFFECT OF CATCH CROP NITROGEN ON SOIL PROPERTIES AND SPRING BARLEY YIELD Arlauskienė A., Maikštėnienė S.	78
BIO-MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF NEW CULTIVARS OF FODDER GALEGA (<i>GALEGA ORIENTALIS</i> LAM.) Baležentienė L.	82
MELNO GRAUDU (IER. <i>CLAVICEPS PURPUREA</i>) EPIDEMIOLOĢIJA EPIDEMIOLOGY OF ERGOT (CAUSED BY <i>CLAVICEPS PURPUREA</i>) Bankina B., Priekule I., Kokare A., Kronberga A., Lapiņš D.	87
RAPŠA STUBLĀJU PUVE (FOMOZE) LATVIJĀ PHOMA BLACKLEG (STEM CANKER) OF OILSEED RAPE IN LATVIA Bankina B., Gaile Z., Balodis O., Vītola R.	93

COMPARATIVE EVALUATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF HULLED AND HULLESS CEREALS	
PLĒKŠŅAINO UN KAILO LABĪBU GRAUDU ĶĪMISKĀ SASTĀVA SALĪDZINĀJUMS	
Belicka I., Maļeckā S., Bleidere M.	97
HARVEST TIME EFFECT ON YIELD AND QUALITY OF MAIZE (<i>ZEA MAYS</i> L.) GROWN FOR SILAGE	
NOVĀKŠANAS LAIKA IETEKME UZ KUKURŪZAS (<i>ZEA MAYS</i> L.) RAŽU UN TĀS KVALITĀTI	
Gaile Z.	104
EVALUATION AND UTILISATION OF LATVIAN FLAX GENETIC RESOURCES IN BREEDING	
Grauda D., Stramkale V., Miķelsone A., Rashal I.	112
ANALYSIS OF <i>Festulolium</i> AND <i>Lolium x boucheanum</i> YIELD FORMATION FOR FORAGE	
Gutmane I., Adamovich A.	117
THE POLISH CULTIVARS OF <i>X TRITICOSECALE</i> WITTM. IN LITHUANIA – EFFECTS ON BIOLOGICAL PROPERTIES AND RESISTANCE TO DISEASES	
Janušauskaitē D., Nekrošienē R., Skuodienē R.	122
FLORISTIC DEVELOPMENT OF NATURAL AND SOWED SWARDS	
Klimas E., Baležentienē L.	127
PERSPEKTIVE MANAGEMENT AND UTILISATION OF GRASSLAND IN THE CZECH REPUBLIC	
Kohoutek A., Odstrčilová V., Pozdíšek J.	132
PARTICULARITIES OF HARVESTER SETTINGS DURING THE HARVESTING OF HULLESSBARLEY	
KOMBAINA REGULĒŠANAS ĪPATNĪBAS KAILGRAUDU MIEŽU RAŽAS NOVĀKŠANAI	
Legzdīņa L., Gaile Z.	138
AGROEKOLOĢISKO APSTĀKĻU IETEKME UZ ZIEMAS KVIEŠU GRAUDU LIPEKĻA SATURU UN TĀ KVALITĀTES RĀDĪTĀJIEM	
INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL CONDITIONS ON WINTER WHEAT GRAIN GLUTEN QUANTITY AND QUALITY INDICES	
Liniņa A.un Ruža A.	145
INFLUENCE OF POTASSIUM, MAGNIUM AND SULFUR FERTILIZERS ON ECOLOGICALLY CULTIVATED PERENNIAL GRASSES	
Pekarskas J., Spruogis V.	151
ESTIMATION OF THE COMPETITIVE RELATIONS AND THE INDIVIDUAL PRODUCTIVITY OF FIELD BEANS IN MODEL EXPERIMENTS	
Petrychenko V.F., Kobak S.Y.	156
PHOTOSYNTHETIC RADIATION USE EFFICIENCY OF DIFFERENT OAT CULTIVARS UNDER DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION	
Piotrowska W., Pietkiewicz S., Wszyński Z., Michalska B.	161
THE INFLUENCE OF PERMANENT GRASSES ON WINTER WHEAT PRODUCTIVITY IN ORGANIC AND SUSTAINABLE FARMING SYSTEMS	
Repsiene R. and Skuodiene R.	167
SEED PRODUCTION OF FODDER GALEGA (<i>GALEGA ORIENTALIS</i> LAM.) AND SEED STORAGE	
Slepetyš J.	170
INTEGRATED EFFECTS OF ACID SUBSTRATUM AND HEAVY METALS (COPPER AND CADMIUM) ON RED CLOVER	
Slepetyš J., Siksnianiene J., Brazaityte A., Kadziulienė Z. and Duchovskis P.	175
DAŽU AGROTEHNISKO METOŽU IZVĒRTĒJUMS KARTUPEĻU SĒKLAUDZĒŠANĀ	
BIOĻĢISKAJĀ LAUKSAIMNIECĪBĀ	
THE EVALUATION OF SOME GROWING METHODS IN POTATO SEED PRODUCTION FOR ORGANIC FARMING	
Skrabule I.	180
ZIEMAS KVIEŠU GRAUDU RAŽAS UN KVALITĀTES SAKARĪBAS AR SLĀPEKĻA SATURU AUGSNĒ UN AUGOS	
WINTER WHEAT GRAIN YIELD AND QUALITY INTERCONNECTION BETWEEN SOIL AND PLANT NITROGEN CONTENT	
Skudra I., Ruža A.	186
THE EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF <i>RHIZOBIUM LUPINI</i> STRAINS	
Steinberga V., Alsina I., Ansevica A., Dubova L., Liepina L.	193
VĀRPU FUZARIOZES IZPLATĪBA UN MIKOTOKSĪNU RISKS ZIEMAS KVIEŠU SĒJUMOS LATVIJĀ	
OCCURRENCE OF THE <i>FUSARIUM</i> SPECIES AND THE RISK OF MYCOTOXINS ASSOCIATED WITH HEAD BLIGHT IN WINTER WHEAT IN LATVIA	
Treikale O., Priekule I., Pugačova J., Lazareva L.	197
<u>HORTICULTURE/ DĀRZKOPIĒBA</u>	
GENETIC MATERIAL HOMOGENIZATION OF LATGALES MELONS	
LATGALES MELOŅU ĢENĒTISKĀ MATERIĀLA HOMOGENIZĀCIJA	
Bāliņš A., Alsina I., Lepse L., Ruņģis D.	202

LATVIJAS MARTAGONLILIJAS (<i>LILIUM MARTAGON L.</i>) POPULĀCIJAS NOVĒRTĒJUMS UN IZMANTOŠANA SELEKCIJĀ ASSESSMENT OF THE POPULATION OF LATVIAN MARTAGONLILY (<i>L. MARTAGON L.</i>) AND APPLICATION IN BREEDING	207
Balode A. ĀBEĻU KRAUPJA BRĪDINĀJUMU MODEĻA RIM _{pro} PIEMĒROŠANA INTEGRĒTAJĀ AUGU AIZSARDZĪBĀ LATVIJĀ ADAPTATION OF THE APPLE SCAB WARNING MODEL RIM _{pro} FOR INTEGRATED PLANT PROTECTION IN LATVIA	214
Eihe M., Rancane R., Jankovska L. LIELOGU DZĒRVEŅU OGU PUVES LATVIJĀ BERRY ROT OF CRANBERRY IN LATVIA	218
Jankovska L., Eihe M., Bankina B. AMERIKAS LIELOGU DZĒRVEŅU UN SAVVAĻAS DZĒRVEŅU NODROŠINĀJUMS AR BARĪBAS ELEMENTIEM RAŽOJOŠOS STĀDĪJUMOS UN DABISKAJOS PURVOS LATVIJĀ NUTRIENT STATUS OF THE AMERICAN CRANBERRIES AND WILD CRANBERRIES IN PRODUCING PLANTINGS AND NATURAL BOGS OF LATVIA	222
Karlsone, A un Osvalde, A. AGROTECHNICAL AND BIOCHEMICAL INVESTIGATIONS FOR JERUSALEM ARTICHOKE (<i>HELIANTHUS TUBEROSUS L.</i>) GROWING IN LATVIA AGROTEHNISKIE UN BIOĶĪMISKIE PĒTĪJUMI TOPINAMBŪRA (<i>HELIANTHUS TUBEROSUS L.</i>) KOMERCAUDZĒŠANAI LATVIJĀ	227
Lepse L., Bite L. TURF GRASS DISEASES ON THE GOLF COURSES OF LATVIA ZĀLIENA SLIMĪBAS GOLFA LAUKUMOS LATVIJĀ	232
Rancane R. THE EFFECT OF SELENITE ON GROWTH AND STORAGE OF ONIONS	235
Zēgnere L., Alsīņa I. GARŠAUGU ĢENĒTISKIE RESURSI LATVIJĀ GENETIC RESOURCES OF CULINARY HERBS IN LATVIA	241
Žukauska I.	

ANIMAL SCIENCE/ DZĪVNIEKU ZINĀTNE

LATVIJĀ AUDZĒTĀ RAPŠA PRODUKTU SASTĀVS UN BARĪBAS VĒRTĪBA RAPES, GROWING IN LATVIA, PRODUCTS NUTRITION VALUE AND COMPOSITION	248
Duļbinskis J., Jemeljanovs A., Šterna V., Lagzdīņš D. REDUCTION OF NUTRIENT LOSSES AND THE IMPROVEMENT THE HYGIENIC QUALITY IN GRASS-LEGUME SILAGES THROUGH INOCULATION	254
Jatkauskas J. and Vrotniakiene V. SEVERE COMBINED IMMUNODEFICIENCY IN HORSES.	258
Emelyanova V., Ivanova E., Khrabrova L., Gavrilicheva I. PIENA SASTĀVU UN KVALITĀTI IETEKMĒJOŠO FAKTORU ANALĪZE ANALYSES OF INFLUENCING FACTORS ON MILK COMPOSITION AND QUALITY	262
Kairiņa D., Jonkus D. EVALUATION OF THE MICROSATELLITE POLYMORPHISM IN INTRON 1 OF THE MYOSTATIN GENE (MSTN) IN LATVIAN BLUE CATTLE BREED	267
Mazvērsīte, J., Grīslis, Z., Sugoka, O., Sokolovska, J. and Sjakste, T. KOMBINĒTĀS DUBULTIEDARBĪBAS PIEDEVU IETEKME UZ ZĀLES FERMENTĀCIJU UN IEGŪTĀS SKĀBBARĪBAS KVALITĀTI INFLUENCE OF COMBINED CONSERVATION ADDITIVES ON GRASS FERMENTATION AND OBTAINED SILAGE QUALITY	271
Ošmane B., Jemeljanovs A., Konošonoka I. LATVIJAS ŠĶIRNES ZIRGU ĢENĒTISKIE RESURSI LATVIAN BREED HORSE GENETIC RESOURCES	277
Rozītis G., Kļaviņa I., Juršāne V. VĀCU BALTO DIŽCILTĪGO UN ALPU KAZU PIENA KVALITĀTES RĀDĪTĀJU ANALĪZE MILK QUALITY INDICES OF GERMAN WHITE NOBLE AND ALPS GOAT	281
Šeļegovska E., Sprūžs J., Remeza I., Vasiļjeva S. KAZU LABTURĪBA UN PRODUKCIJAS RAŽOŠANA BIOĻĢISKAJĀS UN KONVENCIJONĀLAJĀS SAIMNIECĪBĀS WELFARE OF GOATS AND THE PRODUCTION OF PRODUCTS IN ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMS	287
Šeļegovska E., Sprūžs J. ESTIMATES OF BREEDING VALUES FOR DAIRY CATTLE USING TEST – DAY MILK YIELDS	293
Zutere R. FOTOSINTĒZES PIGMENTU SATURA IZMAIŅAS VASARAS KVIEŠU LAPĀS ATKARĪBĀ NO MINERĀLELEMENTU PIEGĀDES CAUR LAPĀM THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN SPRING WHEAT LEAVES IN DEPENDENCE ON MINERAL SUPPLY THROUGH LEAVES	299
Stramkale V., Stramkalis A., Pakarna G., Vikmane G.	

PLENARY SESSION

LATVIJAS LOPKOPIBAS UN VETERINĀRMEDICĪNAS ZINĀTNISKĀS UN PRAKTISKĀS ATTĪSTĪBAS GALVENIE VIRZIENI LATVIA'S ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE SCIENTIFICAL AND PRACTICAL DEVELOPMENT

Jemeljanovs A., Zītare I., Proškina L., Ceriņa S.

LLU Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Sīgra” /Latvia University of Agriculture, Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine “Sīgra”, Institūta iela 1, Sigulda, Latvija, LV-2150 Tālrunis: +371 67976654, e-pasts: sigra@lis.lv

Abstract

Latvia, to ensure consumers with milk must increase its milk production 810.3 thousands t in the year 2005 up to 1025.0 thousands t in the year 2013 and up to 1310 thousands t in the year 2020 and it will be mainly based on cows' milk yield productivity increasing. Analogically, beef production, pork, poultry meat and egg production must be increased, too. Such production increasing dynamics will ensure our country's necessity for these kinds of products. Secondly, the most important are the quality indices of production that must be evaluated. The scientists of the Research Institute “Sīgra” have carried out wide investigations to determine the quality criteria of animal food products for consumers and have worked out recommendations for production safety and health measures helping to prevent pollution. On purpose to determine and evaluate all risk factors of production “chain”, biochemical, microbiological and other investigations are being carried out. The obtained conclusions have given the producers an opportunity to realize correct animal selection, to improve animals' welfare and health. Simultaneously research development, strong and weak side analyses of animal husbandry and veterinary medicine branches, possible threats, the methodological solutions were determined for these branches in the near term and in the future.

Key words

Animal's products, quantity and quality, research, future development.

Ievads

Lai Latvijas lauksaimniecības produkcija spētu integrēties vienotajā Eiropas koptirgū, lopkopības nozares uzdevums ir ražot augstvērtīgas dzīvnieku izcelsmes izejvielas pārtikas un nepārtikas preču ražošanai. Globālās konkurences izaicinājumi un nepieciešamība paaugstināt lauku iedzīvotāju labklājības līmeni izvirza jaunus uzdevumus lopkopības nozarē ražoto produktu konkurētspējas paaugstināšanā. Šajā rakstā izklāstītās atziņas iegūtas pētījumos, kurus veica „Latvijas Lopkopības un veterinārmedicīnas zinātniskās un praktiskās attīstības stratēģijas” izstrādes zinātnieku grupa. Pētījumu atziņas, analīzes un nākotnes skatījums ir izmantojams ministriju, zemnieku, dažādu iestāžu, asociāciju, konsultāciju dienesta, speciālistu u.c. interesentu darbā.

Materiāli un metodes

Lopkopības nozares situācijas analīze tika veikta laika periodā no 2001.gada līdz 2005.gadam. Veidojot prognozes tās attīstībai, pamatojāties uz pētījumu un analīžu rezultātiem, kas veikti Latvijas Lauksaimniecības universitātes Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskā institūtā „Sīgra” un citos sadarbības institūtos, kā arī izmantojām Centrālās statistikas biroja periodikas un interneta avotus, Zemkopības Ministrijas, Lauku atbalsta dienesta un citu institūciju materiālus.

Darba izstrādāšanā izmantojām kvantitatīvās un kvalitatīvās pētniecības metodes. Iepriekš veikto pētījumu rezultātu apkopošanai un analīzei plašāk pielietotas grupējuma, sintēzes un analīzes, loģiski konstruktīvās metodes. Statistisko datu analīzei izmantota datu grupēšana un

dinamisko rindu analīzes metode. Datu apstrāde veikta izmantojot datu statistiskās apstrādes programmu *Microsoft Excel*. Dinamikas rindas rakstura noteikšanai iegūts matemātiskais modelis, izlīdzinot dinamisko rindu ar lineāro trenda funkciju. Nozares esošās situācijas analīzei un attīstības prognozēšanai izmantotām SVID analīzi. Attīstības tendenču noteikšanai izmantota ekspertu vērtējuma metode.

Rezultāti

Latvijā klimatiskie apstākļi ir piemēroti piensaimniecības un liellopu gaļas ražošanas attīstībai. Zāles lopbarība Latvijā ir galvenais un lētākais lopbarības līdzeklis liellopu ēdināšanā. Augsts zāles barības patēriņš ir pamats rentablai lopkopības produktu ražošanai.[4] Piena ražošana ir atzīta par prioritāru lauksaimniecības nozari. Samaksa par piena kvalitāti, kas pārdots pārstrādei, sasniegusi augstu līmeni. Noteikti galvenie piena kvalitātes vērtēšanas kritēriji, kā arī kvalitāti tieši ietekmējošie faktori: slaucamo govju produktivitātes rādītāji (vidējais izslaukums no govīm, proteīna un tauku daudzums, piena bioķīmiskais un mikrobioloģiskais vērtējums), lopbarība un tās kvalitāte, dzīvnieku labturība.[1;14]

Ņemot vērā, ka 2005.gadā pārraudzībā esošajām govīm vidējais izslaukums vienmērīgi audzis un pārsniedzis 5000 kg gadā, prognozējam, ka šī tendence saglabāsies. Tuvākajā nākotnē Latvijā ir paredzams neliels, bet pakāpenisks piensaimniecības nozares atveseļošanās process. Tas saistīts ar pēdējo gadu būtisko piena pārstrādes nozares optimizāciju un Latvijas piena pārstrādes uzņēmumu produkcijas eksporta pieaugumu. Konkrētā tirgus apjomi un ietilpība nosakāmi ne tikai ar ražošanu, bet arī ar eksportu un importu. Uz importa rēķina vietējais tirgus 2005. gadā salīdzinot ar 2004. gadu pieauga par 14%.[2;7;9] Latvijas piensaimniecības attīstībā nozīmīgi ir tas, ka eksporta apjoms pārsniedz importa apjomu, tādējādi, vērtības izteiksmē, 2004. gadā šī starpība bija 11,8 milj. Ls, bet 2005. gadā - 22 milj. Ls [8;9].Piena ražošanas, patēriņa rādītāji un attīstības prognozes parādīti 1. tabulā.

1. tabula Piena ražošana un attīstības prognoze / Table 1 Milk production and direction of development

Rādītāji/Indices	Gadi / Years					
	2001.	2003.	2005.	2009.*	2013.*	2020.*
Slaucamās govīs, tūkst. / Dairy cows, thsd	209	186	185	~186	~186	~187
Saražots piens, tūkst.t / Milk yield, thsd t	848.0	785.7	810.3	~930.0	~1025.0	~1310.0
Piena un piena prod. patēriņš, tūkst. t / Milk and milk products consumption, thsd t	828.1	767.7	670.6	~735.0	~760.0	~840.0
Vidējais izslaukums no govīm pārraudzībā, kg / average milk yield from cow per year, kg	4 763	4791	5084	~5000.0	~5500.0	~7000.0- ~7500.0

Avots: ZI „Sagra” aprēķini pēc CSP, LAD datiem, * ekspertu vērtējums [2;16;17]

Pārraudzībā esošajām govīm piena tauku saturs laikā no 2000. līdz 2005.gadam pieaudzis līdz 4,4%. Vidējais olbaltuma daudzums pienā 2005. gadā bija 3,32%. Lai nepalielinātu piena tauku pārprodukciju, tauku saturu tajā paaugstināt nav mērķtiecīgi. Eksperti prognozē, ka slaucamo govju skaits no 185 tūkst. 2005. gadā varētu palielināties līdz 187 tūkst. 2020. gadā un, pieaugot produktivitātei (statistisko vidējo izslaukumu no govīm 2020. gadā prognozējot ~7000 kg), piena ražošanas apjomu varētu palielināt no 810,3 tūkst. t. 2005. gadā līdz 1310,0 tūkst. t. 2020. gadā.

Saražotā piena un gaļas apjomu un kvalitāti nosaka dzīvnieka ģenētiskais potenciāls, ēdināšana, veselība un turēšanas apstākļi..

Gaļas šķirnes liellopu audzēšanas nozare ir tā, kas ļauj Latvijas laukiem attīstīties vispusīgi, sakarā ar dabas ritmiem un vides prasībām, arī pašreizējā ES atbalsta politika ir ražošanu stimulējoša, kas ļauj šai nozarei attīstīties un iedzīvotājus nodrošināt ar kvalitatīvu gaļu. Palielinot ražošanu, paveras iespējas ES tirgum, kur cenas ir daudz augstākas. Pēdējos divos gados par gaļas liellopu audzēšanu interese ir liela. Izveidoti daudzi jauni ganāmpulki. Kvalitatīvu un konkurētspējīgu gaļu var iegūt no visām Latvijā audzētām gaļas liellopu šķirnēm, gan starpšķirņu

krustojumiem. Vienas un tā pašas produkcijas ieguve no krustojumiem ir lētāka un pietiekoši kvalitatīva nekā no tūršķirnes dzīvniekiem. Galvenie liellopu un cūkgaļas vērtēšanas kritēriji ir labi: zināmā EUROP liellopu gaļai un SEUROP sistēma cūkgaļai, kas raksturo kautķermeņa gaļas iznākumu un tās attiecības ar taukaudiem. Lai zinātniski novērtētu gaļas kvalitāti un noteiktu labākās šķirnes vai to krustojumus, mēs papildus veicām arī muskuļaudu proteīna, aminoskābju, zemādas un intramuskulāro tauku, holesterīna un polinepiesātināto taukskābju satura analīzes gaļā.[5]

Latvijā pašlaik visvairāk audzētas ir Šarolē, Herefordas, Limuzīnas un Angus šķirnes liellopi[3]. Liellopu gaļas ražošanas, patēriņa rādītāji un attīstības prognozes parādītas 2. tabulā.

Salīdzinot 2005. gadu ar 2001. gadu, liellopu un teļa gaļas ražošana Latvijā palielinājusies par 7,4%. Tas izskaidrojams ar to, kas samazinājās govju un teļu realizācija, bet pieauga bulļu gaļas realizācija – par 12,3%. Tendence vērtējama pozitīvi, jo sektors attīstās: Latvijā sāk attīstīties gaļas liellopu audzēšana. Apkopotie dati liecina par to, ka līdzās pašražotās gaļas un tās produkcijas ražošanas apjomu pieaugumam 2005. gadā palielinājušies arī importa un eksporta apjomi. Liellopu gaļas un tās produkcijas eksporta apjoms pagaidām vēl ir nenozīmīgs, taču pieauguma temps liecina, ka Latvijas uzņēmumi iekļūst citu valstu tirgos.

2. tabula Liellopu gaļas ražošana un attīstības prognozes / Table 2 Beef production and direction of development

Rādītāji / Indices	Gadi / Years					
	2001.	2003.	2005.	2009.*	2013.*	2020.*
Liellopi, tūkst./ Cattle, thsd	176	193	200	~204	~208	~212
Saražota liellopu un teļu gaļa (kautmasā), tūkst.t./Produced beef and veal (carcass mass), thsd t	19,0	21,2	20,4	~23,0	~24,0	~25,0
Liellopu un teļu gaļas patēriņš, tūkst.t./ Beef and veal consumption, thsd t	24,5	27,3	23,5	~24,5	~25,5	~26,5

Avots: ZI „Sigra” aprēķini pēc CSP, LAD datiem, * ekspertu vērtējums[2;16;17]

Mūsu pētījuma dati liecina, ka gaļas pārstrādes uzņēmumi neizjūt liellopu gaļas iztrūkumu Latvijas tirgū. Rūpnieciskās vajadzības galvenokārt nodrošina vietējā liellopu gaļas ražošana. Tikai gada pirmajā kvartālā veidojas deficīts, kuru sedz importētā liellopu gaļa. Eksperti prognozē, ka liellopu skaits no 200 tūkst. varētu palielināties līdz 212 tūkst. 2020. gadā. Tajā pat laikā liellopu un teļa gaļas ražošanas apjoms varētu palielināties no 20,4 tūkst. t. 2005. gadā līdz 25,0 tūkst. t. 2020. gadā.

Pateicoties selekcijas darbam un ēdināšanas apstākļu uzlabošanai, palielinājusies cūku kautķermeņa liesās gaļas struktūra, līdz ar to tiek kautas cūkas ar lielāku kautiznākumu. Eksperti prognozē, ka cūku skaits no 428 tūkst. 2005. gadā varētu palielināties līdz 650 tūkst. 2020. gadā. Cūkgaļas ražošanas apjoms varētu palielināties no 38,6 tūkst. t. 2005. gadā līdz 44,0 tūkst. t. 2020. gadā. Cūkgaļas patēriņš prognozētajos periodos varētu palielināties par 7,9% jeb 5,8 tūkst. t. 2020. gadā, sasniedzot ražošanas kopapjomu - 79,0 tūkst. t., kas tikai daļēji apmierinās mūsu tirgus prasības. Cūkgaļas ražošanas, pārstrādes rādītāji un attīstības prognozes iekļauti 3. tabulā.

3. tabula Cūkgaļas ražošana un attīstības prognozes / Table 3 Pork production and direction of development

Rādītāji / Indices	Gadi / Years					
	2001.	2003.	2005.	2009.*	2013.*	2020.*
Cūku skaits, tūkst./ Pigs number, thsd	429,0	444,0	428,0	~530,0	~590,0	~650,0
Saražota cūkgaļa (kautmasā), tūkst. t./ Produced pork (carcass mass), thsd t	31,6	36,9	38,6	~40,0	~42,5	~44,0
Cūkgaļas patēriņš, tūkst. t./ Pork consumption, thsd t	49,4	66,2	73,2	~75,5	~78,0	~79,0

Avots: ZI „Sigra” aprēķini pēc CSP, * ekspertu vērtējums[8;9;16]

Cūkgaļas imports pēdējos piecos gados ir palielinājies divas reizes: no 18.7 tūkst. tonnu līdz 38.7 tūkst. tonnām.[8;9] 2005. gadā Latvijā saražotās cūkgaļas apjoms tikai par 0.3% pārsniedz importētās cūkgaļas apjomu, savukārt cūkgaļas eksports 2005. gadā salīdzinot ar 2001. gadu ir palielinājies par 275 % jeb par 2,2 tūkst.t. [8;9] Pēc ekspertu prognozēm, salīdzinoši zemās pašražotās produkcijas konkurētspējas dēļ, šādai cūkgaļas eksporta un importa attiecībai ir tendence saglabāties.

Putnkopības nozarei Latvijā ir senas tradīcijas: katrā zemnieku saimniecībā audzēja dažādu sugu mājputnus (vistas, zosis, pīles, tītarus u.c.). Šobrīd mājputnu audzēšana notiek divos ražošanas virzienos – lielos putnu audzēšanas uzņēmumos ar intensīvu ražošanu un nelielās zemnieku saimniecībās, kas ražo produkciju ierobežotam patērētāju lokam. Nelielās zemnieku saimniecībās mājputnus audzē gan pēc konvencionālās, gan bioloģiskās lauksaimniecības saimniekošanas sistēmu noteikumiem.

4. tabula Putnu gaļas ražošana un attīstības prognozes /Table 4 Poultry meat production and direction of development

Rādītāji / Indices	Gadi / Years					
	2001.	2003.	2005.	2009.*	2013.*	2020.*
Putnu skaits, tūkst. / Poultry number, thsd	3621,0	4003,0	4092,0	~4450,0	~4900,0	~5300,0
Putnu gaļas ražošana, tūkst .t/ Poultry meat production, thsd t	8,9	12,4	17,2	~18,5	~21,5	~23,0
Putnu gaļas patēriņš, tūkst t./ Poultry meat consumption, thsd t	28,6	38,3	44,9	~46,0	~48,5	~49,5

Avots: ZI „Sagra” aprēķini pēc CSP, * ekspertu vērtējums [8;9]

Galvenā valstī ražotā putnkopības produkcija ir putnu gaļa un olas. Putnu gaļas ieguvei audzē galvenokārt gaļas šķirnes vistu broilerus: krosi Hibro-G, Ross 308, Kob (Cobb), u.c. Olu ieguvei audzē dējējšķirņu vistu krosus Lohmann Brown, Hisex Brown, ISA Brown u.c.[12] Putnu gaļas ražošanas, pārstrādes rādītāji un attīstības prognoze iekļauti 4. tabulā.

2005.gadā mājputnu skaits Latvijā kopumā bija 4092 tūkstoši. Salīdzinot ar 2001.gadu, mājputnu tas palielinājies nedaudz, - par 471 tūkstoti. Pēc mūsu prognozēm, saražotais putnu gaļas daudzums 2020. gadā, salīdzinot ar 2005. gadu ,varētu palielināties par 33,7% jeb 5,8 tūkst. t. Putnu gaļas patēriņš prognozētajos periodos varētu palielināties par 10,2% jeb 4,6 tūkst. t. 2020. gadā ,sasniedzot patēriņa kopapjomu – 49,5 tūkst. t. Straujāku putnu gaļas ražošanas pieaugumu šobrīd kavē nepietiekamā ražošanas jauda un imports.

Aitkopības nozares galvenais mērķis ir izveidot stabilu aitu audzēšanas un pārstrādes nozari, kura spētu ražot kvalitatīvu, konkurētspējīgu gaļas un vilnas produkciju iekšējam un ārējam tirgum. Kazkopības nozarē svarīgi ir saglabāt ģenētisko dažādību, kvalitatīvu ganāmpulku izveidošanu un veicināt kazkopības produkcijas pārstrādi, realizāciju.[11] Kā pierāda zinātniskie pētījumi, kazas piena galvenā vērtība ir tā ārstnieciskās īpašības: cilvēka gremošanas traktā viegli izmantojamās olbaltumvielas un viņa organisma vajadzībām atbilstošas aminoskābju, tauku, taukskābju, ogļhidrātu, minerālvielu, vitamīnu un fermentu attiecības. [10]

Zirgkopības nozarei mūsu valstī ir senas tradīcijas. Latvijā vispiemērotākā ir Latvijas šķirnes sporta un braucamā tipa zirgi, kuri veidojušies no vietējiem zirgiem, izmantojot to labās īpašības – izturību, labas barības izmantošanas spējas, labdabīgumu, laika gaitā šo šķirni papildinot ar citu šķirņu vērtīgākajām īpašībām – lielāku augumu, labāku gaitu, ātrumu un lēkšanas tehniku, kas vairāk nepieciešama sporta zirgiem. Tiek audzēti arī Hanoveras, Holšteinas, Traķēnes šķirnes zirgi. Iekšējais tirgus ir ļoti šaurs, jo pieprasījums pēc sporta un atpūtas zirgiem, kā arī pēc darba zirgiem ir neliels.[10]

Latvijas vides tīrība un samazinātās lauksaimniecībā izmantojamo zemju platības, kā arī dabiskās pļavas un krūmāji, mežu izcirtumi ar bagātiem nektāraugu masīviem ir piemēroti biškopības nozares attīstībai.[6;7]

Latvijā pašlaik attīstās arī netradicionālā lauksaimniecība. Kā viena no tām ir paipalu audzēšana. Paipalas tiek audzētas olu un gaļas ieguvei. Šobrīd Latvijā ir arī 15 strausu audzētāju

saimniecības. No tām -5 saimniecību fermās ir vaislas ganāmpulki, notiek gaļas, olu produkcijas ražošana, bet 10 saimniecībās – agrotūrisma fermas.[6;7]

Patlaban Latvijā izveidoti briežu dārzi. Briežu audzēšana Latvijā saistīta ar agrotūrismu, medību saimniecību, selekciju,- kā vērtīga piedeva arī gaļas ražošana.

Ar kažokzvēru audzēšanu Latvijā nodarbojas 13 ūdeļu, lapsu un polārlapsu saimniecības un 24 šinšillu saimniecības.[6;7]

Truškopības nozarē ir ļoti ātra aprīte un tajā iegūst daudzveidīgu, un vērtīgu produkciju. Latvijā samērā lielā daudzumā audzē visas populārākās gaļas trušu šķirnes. Truši kalpo arī kā estētisks objekts lauku tūrismā.

Lai analizētu situāciju lopkopībā un attīstības perspektīvas, analizējam nozares stiprās un vājās puses, kā arī izvērtējam iespējamās iespējas un draudus. Kā Stiprās puses lopkopībā ir jāatzīmē saražotās produkcijas ikgadējs pieaugums vērtības izteiksmē. Pamatojoties uz selekcijas programmu, tiek veikts selekcijas darbs, kuru realizē valstī oficiāli atzītas dzīvnieku audzētāju organizācijas. Pakāpeniski palielinās pārraudzībā esošo dzīvnieku skaits. Vienlaicīgi pieaug dzīvnieku skaits ar augstāku cilts vērtību ganāmpulka atražošanai. Lai nodrošinātu ES noteiktos standartus kvalitātes atbilstības nodrošināšanā, saimniecībās tiek veikta ražošanas modernizācija. Pieaug pārstrādei iepirkta piena cena.

Vājās puses piena ražošanā saistītas ar nepietiekamu Valsts atbalstu nozares konkurētspējas pieauguma un ražošanas efektivitātes palielināšanai. Tuvākā nākotnē piena lopkopības attīstību var negatīvi ietekmēt ES noteiktās ražošanas kvotas. Trūkst ilglaicīgas valsts atbalsta programmas lopkopības nozares attīstības veicināšanai. Piena saimniecībā sadrumstalota ražošana: vairāk nekā 65% piena tiek saražots saimniecībās, kurās ganāmpulks nepārsniedz 5 govīs. Līdz ar to ir augstas piena ražošanas izmaksas. Piena lopkopībā izteikta ražošanas sezonālitate (vairāk nekā 45% gada laikā piena tiek saražots no maija līdz septembrim). Lopkopībā vēl joprojām tiek izmantotas novecojušas tehnoloģijas, zems darba ražīgums un salīdzinoši augstas ražošanas izmaksas. Zems bioloģiskajās saimniecībās saražotās produkcijas īpatsvars.

Attīstības iespējas lopkopības nozarē saistītas ar valsts atbalsta un ES maksājumu izmantošanas efektivitātes palielināšanu lopkopības attīstības veicināšanai un konkurētspējas paaugstināšanai. Zemkopības ministrijas sadarbība ar lauksaimnieku asociācijām ražošanas efektivitātes paaugstināšanai, kopēja ganāmpulka turēšanas, ēdināšanas jautājumu izpēte un lauksaimnieciskās izglītības veicināšana, nodrošinās nozares augšupeju. Pārejot uz modernākām tehnoloģijām, ar valsts atbalsta un ES maksājumu palīdzību nepieciešams veicināt ražošanas pašizmaksas samazināšanos. Pilnveidojot valsts atbalstu lopkopībā, lielāku uzmanību būtu jāvelta ražošanas koncentrācijas, specializācijas un modernizācijas jautājumiem. Jāpilnveido sadarbība ar Baltijas un Ziemeļvalstu zinātniekiem kopējo problēmu risināšanā nozarē, kā arī jāpaaugstina zinātnisko pētījumu efektivitāte un rezultātu pielietojamība augstas kvalitātes produkcijas ražošanā un esošo resursu efektīvā izmantošanā. Izmantojot lopkopības nozarē saražoto produktu esošās un atklātās īpašības, nepieciešams sekmēt zinātniskos pētījumus, kas vērsti uz inovatīvu produktu izstrādi.

Kā galvenie draudi lopkopības attīstībai ir pieaugoša starpvalstu konkurence lopkopības produktu ražošanā. ES importa tarifu samazināšanās gadījumā pastāv draudi palielināties importēto lauksaimniecības produktu apjomam un samazināties vietējās produkcijas ražošanai. Zemais darba ražīgums un salīdzinoši nelielā darba samaksa lopkopības nozarē veicina darbaspēka aizplūšanu no ražošanas saimniecībām uz labāk atalgotu darbu citās nozarēs. Latvijas nepastāvīgie klimatiskie apstākļi apdraud kvalitatīvas lopbarības saražošanu pietiekamā apjomā. Būtisks drauds lopkopības attīstībai ir iespējamā dzīvnieku slimību izplatība.

Vienlaicīgi ar lopkopības nozares attīstību Latvijā jāsekmē arī veterinārmedicīnas attīstība. Dzīvnieku slimību apkarošana saistāma ar dzīvnieku slimību parādīšanos, prognozēšanu, profilaksi, diagnosticēšanu, ārstēšanu un ir viena no nozīmīgākajām dzīvnieku valsts produktu ražošanas biotehnoloģiskajā “ķēdē”. Dzīvnieku slimību ārstēšana un profilakse ietver sevī virkni prasību gan vispārējās – kas saistāmas ar selekciju un ģenētiku, lopbarību un ēdināšanu, gan specifiskās – kas saistāmas ar dzīvnieka ontogēzi, ietverot embrionālo, piena un jaunlopa, laktācijas un nobarošanas perioda slimībām.[10]

Veterinārmedicīnas darbības galvenie virzieni šobrīd ir dzīvnieku izcelsmes pārtikas produktu kvalitātes, veselīguma un drošuma ietekmējošo faktoru kontrole un dzīvnieku labturības, slimību

ārstēšanas, profilakses pilnveidošana ganāmpulkos. Par riska faktoriem uzskatām lauksaimniecības produkcijas, t.sk. dzīvnieku izcelsmes produkcijas ražošanas kritiskos, nestabilākos posmus vai lokusus, kuri uztver un reaģē uz nelabvēlīgiem ārējās vides apstākļiem un izsauc augu vai dzīvnieku fizioloģisko procesu novirzes, nelabvēlīgi ietekmējot produkcijas kvalitāti. Par produkcijas kvalitāti ir uzskatāms produkta īpašību kopums, kas balstās uz šo īpašību spēju apmierināt cilvēku vajadzības. Produktam, kas tiek sniegts patērētājam, jābūt drošam, novēršot iespēju saslimt tā lietotājam, saindēties vai radīt organisma disfunkcijas pēc šo produktu lietošanas. Savukārt nepiesārņota pārtika nesatur ķīmiskas, toksiskas, mikrobioloģiska, mikoloģiska, fizikāla u.c. rakstura komponentus vai to īslaicīgu vai paliekošu iedarbību un ir veselīga - piedalās cilvēka organisma optimāla vielu maiņas procesa nodrošināšanā, kā arī stabilizē šo procesu norisi un uzlabo veselību.[10]

Lai garantētu pārtikas drošību visā pārtikas „ķēdē”, sākot ar lopbarību un beidzot ar gatavo produkciju veikalu plauktos, īpaša vērība ir jāvērs barības kvalitātes un dzīvnieku veselības savstarpējai ietekmei. Jākontrolē arī zoonozes jeb cilvēkam bīstamās slimības. Veterinārārsti atbild par dzīvnieku veselību bioloģiskajās un konvencionālajās saimniecībās.[13]

Lielāka uzmanība jāpievērš riska faktoru monitoringa nepieciešamībai lauksaimniecībā, nelipīgo un lipīgo slimību (arī zoonožu) jaunu profilakses un ārstēšanas pasākumu un līdzekļu izstrādei, zinātniski pamatotu metožu pielietošanā dzīvnieku produkcijas ieguves un pārstrādes procesā radušos atlieku utilizācijā. Būtiski ir noteikt, analizēt un vadīt pastāvošās sakarības starp patērētāju prasībām un tiem piedāvāto pārtikas produktu struktūru, kvantitāti un kvalitāti, kā arī izstrādāt šīm sakarībām atbilstošas, zinātniski pamatotas, veselībai nekaitīgas lopkopības pārtikas produktu izejvielu ieguves procesu metodoloģijas.

Secinājumi

Piemēroti klimatiskie apstākļi, pietiekama vietējā barības bāze un senas lopkopības tradīcijas, regulāra dzīvnieku turēšanas tehnoloģijas pilnveidošana ir pamats lopkopības nozares attīstībai Latvijā, tādejādi veidojot ievērojamu daļu no kopējās lauksaimniecības nozarē saražotās produkcijas apjoma.

Lopkopības attīstība nākotnē Latvijā pamatojas uz šodien veikto selekciju un selekcijas darba programmām, kuras saņem valsts atbalstu kvalitatīva vaislas materiāla iegādei, ražošanas modernizācijai saimniecībās un lauksaimniecības nozarē strādājošo zinātnieku piesaistei.

Kā kavējošie apstākļi Latvijas lopkopības attīstībai jāatzīmē nepastāvīgie klimatiskie apstākļi, kas apdraud kvalitatīvas lopbarības saražošanu pietiekamā apjomā. Ražošanas vērienīgumu kavē sadrumstalotās, sīkās saimniecības, nepilnīga dzīvnieku pārraudzība (pārraudzībai pakļauti tikai 50% dzīvnieku), nepietiekama ražošanas produktivitāte un kvalitāte, zems darba ražīgums, kā arī ar zemo darba samaksu saistītā darbaspēka aizplūšanu no ražošanas saimniecībām, speciālistu trūkums nozarē. Trūkst ilglaicīgas valsts atbalsta programmas lopkopības ražošanas efektivitātes palielināšanai un lopkopības attīstības veicināšanai, zinātnisko pētījumu veikšanai lopkopības nozarē.

Kā galvenie pētniecības virzieni šobrīd ir augstas kvalitātes, nepiesārņotas, drošas un veselīgas dzīvnieku izcelsmes pārtikas izejvielu ražošanas zinātniskā pamatojuma izstrāde, riska faktoru apzināšana un to novēršanas iespēju izpēte pārtikas izejvielu ražošanas „ķēdē”, produktīvo dzīvnieku šķirņu ģenētiskā potenciāla pilnveidošana, veselīga, ekonomiski izdevīga ganāmpulka izveide, lopbarības sagatavošana, tās barotārvērtības paaugstināšana, jaunu barības līdzekļu un dzīvnieku ēdināšanas progresīvo metožu izstrāde un aprobācija un netradicionālās lopkopības attīstības iespēju izpēte.

Priekšlikumi

Lai sekmētu lopkopības attīstību Latvijā, nepieciešams paaugstināt valsts atbalsta un ES maksājumu izmantošanas efektivitāti lopkopības attīstības veicināšanai, kā arī lopkopības produkcijas pašizmaksas samazināšanai, pārejot uz modernākām tehnoloģijām, uzlabojot dzīvnieku labturību. Ar valsts atbalstu nepieciešams veicināt ražošanas apjomu palielināšanos bioloģiskajās lauku saimniecībās. Kopējo problēmu risināšanā Baltijas valstīs lopkopības nozares pētniekiem jāveicina sadarbība ar Lietuvas un Igaunijas lopkopības zinātniekiem.

Jāveic veterināro dienestu pilnveidošana (gan valsts dienests, gan privātā prakse). Jāturpina strādāt pie lipīgo (t.sk. zoonožu) un nelipīgo slimību novēršanas un profilakses īstenošanas, vienlaicīgi pilnveidojot pārtikas produktu drošības kontroli.

Republikas veterinārmedicīnas nozares vadītājiem jāveicina zinātnieku un speciālistu sagatavošana un speciālistu kvalifikācijas celšana. Jāpilnveido sadarbību ar Eiropas Savienības valstu veterinārajiem dienestiem. Jāaktivizē zinātniskā darbība (jāceļ zinātnē strādājošo kvalifikācija, jāorganizē un jāpiedalās konferencēs, semināros, kongresos, jāpublicē pētījumu rezultāti starptautiski citējamos zinātniskos izdevumos u.t.t.), jāveicina sadarbība ar Baltijas un Ziemeļvalstīm, nepieciešama zinātnes pētījumu optimizācija veterinārmedicīnā. Svarīgs priekšnoteikums nozares attīstībai ir jauno doktoru un maģistru sagatavošanas un apmācības intensifikācija.

Izmantotā literatūra

1. Blūzmanis J.(1999) Mikroorganismu ietekme uz piena kvalitāte // Latvijas lauksaimniecības zinātniskie pamati: zinātniskā monogrāfija – Jelgava: LLU, 1999, 7.130.-7.136.
2. Centrālā statistikas pārvalde. Datu bāze. [Elektroniskais resurss]. – <http://test.csb.gov.lv:8080/DATABASE/lauks/Ikgadējie%20statistikas%20dati/Lauksaimniecība%20mežsaimniecība%20zvejniecība/Lauksaimniecība%20mežsaimniecība%20zvejniecība.asp> - Resurss apskatīts 2006.g. 28. jūn. -25.okt.
3. Jaunzems V. (1999) Kvalitatīvas liellopu gaļas ražošanas nosacījumi // Latvijas lauksaimniecības zinātniskie pamati: zinātniskā monogrāfija – Jelgava: LLU, 1999, 7.101.-7.107.
4. Jemeljanovs A. (2006) Slaucamo govju veselības stāvoklis un ražotās produkcijas kvalitāte bioloģiskajā un konvencionālajā lauksaimniecībā / A. Jemeljanovs, I.Zitare, J.Blūzmanis, J.Duļbinskis, I.H.Konošonoka, B. Pūce, D.Ikaunieca// Dzīvnieki. Veselība. Pārtikas higiēna: starptautiskās zinātniskās konferences raksti, 2006.g.10.novembris, Jelgava, Latvija. – Jelgava, 2006, 106.-111.
5. Kaugers R. (1999) Ēdināšanas sistēmas kvalitatīvas cūkgaļas ieguvei // Latvijas lauksaimniecības zinātniskie pamati: zinātniskā monogrāfija – Jelgava: LLU, 1999, 7.107.-7.111.
6. Latvijas lauksaimniecība un lauki 2005 /Latvijas Republikas Zemkopības ministrija; atbild. M. Grīnberga. – Rīga, 2005, 141.
7. Latvijas lauksaimniecība un lauki 2006 /Latvijas Republikas Zemkopības ministrija; atbild. M. Grīnberga. – Rīga, 2006. – 142.
8. Latvijas statistikas gadagrāmata 2003. – Rīga: LR Centrālā statistikas pārvalde, 2004. – 250.
9. Latvijas statistikas gadagrāmata 2005. – Rīga: LR Centrālā statistikas pārvalde 2006. -302.
10. Lauksaimniecības dzīvnieki un to produkcija bioloģiskajā lauksaimniecībā: monogrāfija / LLU Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskā institūta „Sigra”; sast. un red. A.Jemeljanovs. – Sigulda, 2006.-296.
11. Lauksaimniecības gada ziņojums 2003, [Elektroniskais resurss].- http://www.zm.gov.lv/doc_upl/LG2003_.doc - Resurs apskatīts 2006.g. 28.jūn.
12. Nudiens J. Putnu gaļas un olu kvalitāte // Latvijas lauksaimniecības zinātniskie pamati: zinātniskā monogrāfija – Jelgava: LLU, 1999, 7.112.-7.120.
13. Pārtikas un veterinārais dienests. Struktūra. [Elektroniskais resurss]. – <http://www.pvd.gov.lv> - Resurss apskatīts 2006.g. 20.jūl.
14. Ramane I. Lopbarības kvalitātes nozīme augstvērtīga piena ieguvei // Latvijas lauksaimniecības zinātniskie pamati: zinātniskā monogrāfija – Jelgava: LLU, 1999, 7.73.-7.80.
15. Ramiņš E. Krustošana un hibridizācija cūkkopībā // Latvijas lauksaimniecības zinātniskie pamati: zinātniskā monogrāfija – Jelgava: LLU, 1999, 7.121.-7.126.
16. Valsts aģentūra „Lauksaimniecības datu centrs”. Informācija par dzīvnieku un ganāmpulku skaitu. [Elektroniskais resurss]. - http://www.ldc.gov.lv/?u=lv/ganampulku_reg/rajoni_lv – Resurss apskatīts 2006.g. 10.jūl.
17. ZM Lauku atbalsta dienests. Valsts atbalsts. Informācija.. [Elektroniskais resurss].- http://www.lad.gov.lv/images/data/id60664_lad_parskats2005/2004/2003indd.pdf]. – Resurss apskatīts 2006.g. 15. aug.

USAGE OF ENERGETIC CROPS AS ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY IN CZECH REPUBLIC

Kužel S. , Kolář L., Peterka J., Šindelářová M.

University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, Studentská 13, 37005 České Budějovice, Czech Republic, phone: +420 387772405, e-mail kuzel@zf.jcu.cz

Abstract

Fifty percent of Czech agricultural lands was categorized to LFA. The energetic crops and raw grass biomass are a perspective industrial and energetic material. It is possible to utilize them by anaerobic digestion for methane, pyrolysis for syngas or fast pyrolysis for biooil, which all find exploitation in co-generation power units (energetic use) or in the chemical industry. They can be used for manufacturing alternative fuel for slow-running diesel engines, in “grass biorefinery”, for the production of “green or brown juice” in ethanol production biotechnology, manufacturing of lactic acid, isolation of saccharides, carotenoids and enzymes etc.

Key words

Energetic crops, alternative sources of energy, burning, anaerobic digestion, gasification, pyrolysis, green biorafinery

Introduction

The European commission of EU presented within the bounds of “Agenda 2000” its proposal for a reform of agriculture. This reform should especially provide for the competitiveness of European agriculture. Regions of LFA (less favoured areas) include mountain regions and regions with soils of low productivity, difficult cultivability, lower productiveness of soil environment, with low populations dependent predominantly on agriculture, and regions with specific problems, e.g. contamination with air pollutants (Kolář L. *et al.*, 2001). Within the whole EU approximately 51 % of all agricultural land is classified as LFA. The differences tend to be great, e.g. in Belgium 23 %, in France 40 %, in Spain 63 % and in Luxemburg nearly 100 %.

As an initial criterion for the evaluation of agricultural regions in the CR there was adopted the criterion of the productivity of the agricultural area, stated for individual land-valuation soil-ecological units /BPEJ/ (Ministry of Agriculture of the CR 1998). As a boundary limit for regions with favourable and unfavourable conditions there became the value of productivity of 35 points, i.e. 75 % of the whole-state average. In the CR, the average productivity is 108.4 EURO per hectare of agricultural land, and it is 46.2 points. In the CR, this conclusion was made after analysis of all natural and social-demographic criteria, as in general required by EU (Ministry of Agriculture of the CR 1999).

In the CR, 48.83 % belongs to LFA.

The ecologic and economic aspects of optimal activity of agriculture in LFA will be fulfilled only under the condition that agriculture will at least for a temporary time produce not foodstuffs, but energy or raw materials for chemical and the other processing industries. Crops from LFA produce in average 72.64 GJ.ha⁻¹ of energetic gain, which is dependent on cattle units per hectare in the system (Kudrna and Šindelářová 2001). Then energy released from biomass, thus accumulated solar energy, from unfertilized but harvested areas, can be exploited (Kudrna 1986). In this way there will be fulfilled also the demanding ecological and social-economic conceptions for proper exploitation of these regions.

The present state of the problems

Energetic plants can be processed to produce energy sources in five different ways (Ust'ak, 2001). By burning in a combustion energetic apparatus. It is admittedly the cheapest, but the minimally ecological optimum way of use (Sladký, 1996). By anaerobic digestion, in which methane gas is the resultant product, and where the wastes can be used to produce organic and organomineral fertilizers (Straka, 2003; Schulz, 1996). Methane from anaerobic digestion can be used directly as a fuel for burners of different heating systems, but it is more advantageous to use it in a gas engine or a microturbine for the production of electric energy by co-generation (Šurovský, 2003). By thermal decomposition, so called “gasification”, which is carried out in reactors with no

or limited access of air at temperatures of 500 – 900 °C. The result is a mixture of gases (syngas), where carbon monoxide and hydrogen form the main part (Claudet, 2001). This mixture can be transformed in fuel cells to electricity or burnt in gas engines. By a known process it is possible to transform syngas using water steam to a mix of hydrogen and carbon dioxide (Dermirbas, 2002). The main problem of this way of processing is the development of about 5 – 10 % toxic tars and liquidation of the solid residual, for which there is no suitable exploitation. This way of processing of grass mass is better than direct combustion due to the development of a lesser quantity of undesirable products (dioxins, dibenzofurans), cheaper maintenance of the equipment, approximately twice as big energetic gain and even such difficult combustible materials as grass biomass can be gasified. Modern gasification equipment is offered by the German company TAF from the CHOREN group. It concerns CARBO-V technology, which is two-step, and which includes a fluid gasification reactor. In the CR in Skotnice in the Odra basin there has been built a gasifier of the ATEKO joint-stock company, producing gas, which is burned in two gas engines from the company TEDOM Třebíč (Šurovský, 2003).

Also by fast pyrolysis, which can be considered as most perspective and also most modern of technologies. It concerns heating of organic material the without access of air. The main products of pyrolysis include a solid residue and pyrolysis gas, after which cooling a quality pyrolysis oil is gained, and real gas products (Bridgwater 2002). Time of delay in pyrolysis space is 2 s at temperatures about 500 °C, without air access. Material must be flash dried (<10 % humidity) and floured (particles <2 mm). If the product of gasification was cca 80 – 85 % gas and 5 – 10 % low-temperature tars, the product of fast pyrolysis is only cca 13 % gas (again mix CO + H₂) and 75 % tars, with a somewhat different composition, than in the case of gasification. The tars can be used as a raw material for chemical processing, eventually as an alternative fuel for slow-running diesel engines, similarly as low-quality diesel fuel oil. An obstacle for their adequate usage as a fuel there is a too high quantity of nitrogen compounds (Manabe et al., 1992). Heating value of bio-oil is 15 – 20 MJ/kg, thus a half of the heating value of fuel oil from mineral oil (petroleum). It is a brown, well pumpable liquid, containing 20 – 25 % water, 20 – 25 % lignin, 5 – 12 % organic acids, 5 – 15 % hydrocarbons, and other substances, and it is acidic (ph 2.2 – 3.3). A disadvantage is: bio-oil is difficult to store. After some months it begins to decompose and its heating value also decreases. That is why its production should be in harmony with the speed of processing.

Proposal of energetic use of phytomass in LFA regions

In the present, the interest of entrepreneurial subjects, as distinct from Europe and the world, is oriented by this time more to the near future than to the distant future. That is why, it is as yet more perspective to be in business in trade and finance than in the production sphere, especially in branches with high demand on investments, as renewable energy resources.

Joining EU and opening up to the world forces the regions in the CR with less favourable conditions for competitive agricultural production to look for a solution. It is necessary to keep agriculture, the inhabitants must find a job, which secures them an adequate economic income and at the same time will fulfill demanding ecological and land-forming aims, all this with minimal costs.

A solution exists. It is the anaerobic digestion or decay of decomposable organic matter. It is a well-known technology, developed thoroughly in sewage disposal. No larger sewage plant works nowadays without decay of sludge under anaerobic conditions. Methane gas and an easier processibility and use of the decomposed sludge in comparison with the raw sludge are the gain.

This technology was applied on other organic materials low in lignin. At first it was stable manure (Žilka, 1979), later slurry (Váňa and Šlejška, 1998), wastes from fruit-and-vegetable processing plants, later on the other wastes from the food industry, and finally also the mass of planted “energetic” crops (Graf, 2001). The way of solution is a as cheap as possible way of energy production, so that it could be produced by a farmer himself without a high technical education, so that most of the produced energy would be used in his own farm and the surplus would be sold. Energy is produced from wastes from agricultural production and from grass mass in this case of course has a lower energy efficiency. A farmer has enough energetic crops and waste grass mass. Low production cost and especially low capital cost are decisive. Of course, a look at an old engine of an OPEL 2000 motorcar, driving an electric alternator, arouse a smile in comparison with a nice co-generation unit of the Třebíč company TEDOM, the type PREMI or TWIN. At present, a Czech

farmer cannot even think of it, as he has not enough finances for on chemicals for plant protection, lime and fertilizers.

Though a modern anaerobic digestion should be of two steps, with a hydrolysis reactor in the first step and a fermentor with the circulation of the process liquid in the second step, the "Šumava unit" (Kolář and Kužel, 2002) is either the classical discontinuous BATCH-system or the continual DURCHFLUSS-VERFAHREN, with co-fermentation of grass mass and the excrement of cattle. This is of an indisputable advantage. Grass mass has a too low buffering ability (Kužel and Kolář, 2003 b), excrements on the contrary have a high one, their combination stabilizes the process and creates a great advantage (Kolář *et al.*, 2005). This is presented by the minimal operation of the unit. Wastes are processed to cheap organomineral fertilizers (Kolář, 1997). Organic or organomineral fertilizers (Kužel *et al.*, 2001a) produced from wastes will be applied in the place of production or will be sold to the regions under intensive agricultural production. These cheap fertilizers will increase potential soil fertility and decrease production cost by replacing expensive and less productive purely mineral fertilizers. Šumava conception presupposes replacing a heavy concrete by light PE/EVA foils. From a foil there is not only the ceiling of digestion tanks, but also the gas receiver. Bags with the volume of 1000 m³ and bigger supplies the Czech company BIOGAS TECHNOLOGY joint-stock company Pardubice. The plastic gas receiver enables operation of gas engines (a positive pressure of 0.5 – 1.0 mm of water column is sufficient) but not operation of burners (necessary positive pressure at least of 40 mm of water column). Technological heating is thus realized by the cooling water of gas engines (Kužel *et al.*, 2001b).

If, in the first step, basic financial resources will be created by the sale of electric energy from anaerobic digestion of energetic plants and waste grass mass and animal excrements (mainly of cattle), it will become possible to modernize and increase existing plants.

Here we recommend acting according to the patent of Váňa and Slejška and the publication of these authors from 1998 (Váňa and Slejška, 1998). From the companys, e.g. Biogas Technology Pardubice and Tedom Třebíč can be recommended.

Even the most modern gas engines for driving alternators, producing electric energy, are noisy, demanding on operational and service care, have high emissions, are of large dimensions and heavy. In the course of time they will be replaced by micro-turbines (Šurovský, 2003). Their advantages consist in low emissions, low noisiness, minimal operation and service care, minimal number of moving parts and repair parts, low weight, small dimensions, perfect control of the burning process. As a fuel, natural gas, biogas, gas from gasification and bio-oil from fast pyrolysis can be used.

A micro-turbine is actually a gas boiler, wich also produces electricity with a power to 200 kW. For power of 200 kW – 1 MW we need to speak about mini-turbines. It concerns combustion turbines, where unlike steam turbines the driving medium is not steam but a current of burned gases from burning natural gas, biogas or even bio-oil from fast pyrolysis. Micro-turbines unlike engines with more than 100 moving parts have in most cases only one moving part (a joint shaft of radial compressor, radial turbine and generator of electric current). High-revolution machines (up to 120 000 revolutions per minute) have air bearings and do not need lubricating.

Micro-turbines are developed and manufactured already by many companys. The best known is the micro-turbine of the company CAPSTONE from the USA. A micro-turbine can be seen in the boiler house JAHODIŠTĚ for heating flats in Český Brod, where it is operated by the company MTH Kotlín Ltd., with power of 30 kW, using by natural gas. The company CAPSTONE started the sale of micro-turbines in 1998 and manufactures them also for other fuels. There are also micro-turbines from ELLIOT, INGERSOLL-RAND from USA, TURBECAB from Sweden, GENERAL ELECTRIC (USA) or the Czech micro-turbine PBS Velká Bíteš (Šurovský 2003).

There exist also two-shaft burning turbines, connected only by a current of burned gases. They are especially suitable for the burning of biogas and bio-oil, also bio-ethanol and methanol can be burned. Their advantage is the additional possibility of compressed air production. The advantages of micro-turbines are a high effectiveness (total efficiency 70 – 80 %, electric efficiency 24 – 30 %) and also the fact, that they accept sulfane from biogas, unlike gas engines. They are independent of the fluctuation in biogas quality, which is a problem for gas engines.

In a long-term perspective there will be suitable, besides the modernization of anaerobic digestion, to extend mainly gasification and fast pyrolysis of grass mass; driving electric generators

should be replaced by micro-turbines combusting biogas and bio-oil. Fast pyrolysis of grass mass requires a dry fuel. For the drying of grass, waste heat from combustion gas from micro-turbines can be ideally used (Šurovský 2003).

Energetic plants or grass mass, as well as other crops, e.g. meadow clover, can be processed in the so-called green bio-refinery. Using squeezing or other technologies, we gain so-called "vegetal juice" containing sugars. These sugars can be fermented and it is thus possible to produce bioethanol for energetic purposes (an additive to engine or two-shaft combustion turbine fuels) or lactic acid (Andersen and Kiel, 2000) for the production of biodegradable packings. From vegetal juices it is possible to isolate chlorophyll (Kolář *et al.*, 2007 a), enzymes, proteins, amino acids or other biologically active substances (Starke *et al.*, 2000). From plant fibres, isolation materials can be manufactured or plant wastes can be palletized and burned (Kolář *et al.*, 2007 b) or processed to biogas. As an example there can act the functioning "Grass refinery" supplying energy for the town of Schaffhausen (Janzig, 2001). Grass from 600 hectares (4 400 t converted dry matter per year) will be energetically upgraded to cca 3 millions kWh of electric current, one million kWh of gas and 4 million kWh of heat. The company "2B Biorefineries" from Dübendorf in Switzerland delivered the equipment for immediate use. This company operates from 1998 the main prototype in Märwil in Thurgau. The fermentation of grass proceeds without solid organic substances. At first, plant fibers are being isolated in a process without chemicals. They are later used as heat insulation, a filling agent for fibrous materials with fire- and insulating properties as wool from glass- or mineral fibers. At the same time, proteins are separated and are sold as a fodder for animals. Vegetal juice, containing predominantly sugars, remains for energetic use. These sugars are fermented at 35 °C to biogas. From 1 t grass mass it is possible to gain 380 kg fibers, 190 kg proteins, 615 kWh electric current, 900 kWh heat and 269 kWh of energy in the form of biogas for introduction into the gas-distribution system. 6.7 million Switzerland francs have been invested in building and beginning the operation. The plant shall already in the second year of operation bring economical profit (Janzig, 2001).

Building units of modern anaerobic digestion and fast pyrolysis of grass mass in the LFA region should, besides enhancing the development of bioenergetics and chemical industry, create a basis for a more distant perspective of our energetics – the generation of electricity in fuel cells (Šurovský, 2003). As a basic fuel there is hydrogen, which can be gained by the transformation of natural gas, biogas and gases from gasification and the fast pyrolysis of the grass mass.

A fuel cell changes directly the chemical energy of a fuel to an electric one, without reciprocating or rotation motions, without limitation of efficiency by Carnot's cycle. It is spoken about so-called "hydrogen energetics". Fuel cells have practically no emissions and e.g. a pressure fuel cell with a micro-turbine enables the increase of electric efficiency even to 70 %. Fuel cells are ceramic (SOFC), carbonate (MCFC), of phosphoric type (PAFC), with a plastic polymer membrane (PEM). Fuel cells are already being developed and tested by the companies SIEMENS, UTC Fuel Cells (a new, so-called "alkaline" type, is also mounted in American space shuttles), Ballard (Canada), Plug Power (USA), SULZER HEXIS (Switzerland), ONSI (USA), application and research works proceed also in the CR (Šurovský, 2003).

At present, the price of fuel cells is excessive in the CR, but abroad they practically work in sewage treatment plants (Renton, USA, Köln am Rhein, Germany), in electric power plant Chugach Electric (Alaska, USA), in hospitals (Bad Neustadt, Germany) etc.

Conclusions

The goal-directed cropping of energetic plants and the use of waste grass mass from meadows and pastures will provide raw material for the energetic and chemical industries. It will enable the fulfilling of obligations of the CR in relation to use renewable energy resources. It will support the development of the processing chemical industry. It will create work opportunities for the inhabitants and the development of rural regions in the LFA.

Acknowledgement

The work was realized with the financial support of grant project of Ministry of Education, Youth and Sports, identification code: MSM 6007665806.

References

1. Andersen, M., Kiel P. (2000) Integrated utilisation of green biomass in the green biorefinery. *Industrial Crops and Products*, 11, 129-137.
2. Bridgwater, A.V. (2002) Fast pyrolysis of biomass: A Handbook. Volume 2. CPL Press Newbury, Aston University, UK.- 424.
3. Claudet, G. (2001) Thermochemical biomass conversion for clean hydrogen production. *Actualite Chimique* 12, 29-33.
4. Dermirbas, A. (2002) Hydrogen production from biomass by the gasification process. *Energy Sources*, 24, 59-68.
5. Graf, W. (2001) Kraftwerk Wiese - Strom und Wärme aus grass, Walter Graf, D.-156.
6. Janzig, B. (2001) Grass liefert Energie für die Stadt Schaffhausen. *Die solar-Region* 1/2, 8-9.
7. Kolář, L. (1997) Possibilities of energetic using of plant biomass by anaerobic digestion to obtain gas fuel and organic fertilizers. In: VUSTE-APIS (eds) Energetical using of biomass. The 5th conference Prague, CZ, 47-50.
8. Kolář, L., Gergel, J., Ledvina, R. and Kužel, S. (2001) Agrochemistry specialities of soil submountains and mountains region of Šumava, Farmář, CZ, 7, 30-31.
9. Kolář, L. and Kužel, S. (2002) Basic project of small biogas energetical source on using waste grass biomass for rare populated Šumava region on Czech-Austrian border. In: Kolář (eds) Non accepted project PHARE. University of South Bohemia in České Budějovice, Agricultural faculty, CZ, 34.
10. Kolář, L., Klimeš, F., Gergel, J., Kužel, S., Kobes, M., Ledvina, R. and Šindelářová, M. (2005) Methods to evaluate Substrate Density in anaerobic Digestion and Biogas Production. *Plant Soil Environ.*, 51, (1), 173-178.
11. Kolář, L., Kužel, S., Pokorný, P. and Píša, J. (2007a) Apparatus for processing of grass biomass, especially multi-annual fodder crops on sugar sources for production of bioethanol and /or feedstuffs. Utility Patent 17229.
12. Kolář, L., Kužel, S., Pokorný, P. and Píša, J. (2007b) Pelet or fuel-cake of biofuel, and composition for its production. Utility Patent 17228.
13. Kudrna, K. (1986) General projection of agricultural systems, SZN,VŠZ Prague, CZ.-173.
14. Kudrna, K. and Šindelářová, M. (2001) To problem of energetics of mountains agricultural systems.
15. Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, CZ, 18, 2, 113-126.
16. Kužel, S., Kolář, L., Ledvina, R. and Klufová, R. (2001a) Organomineral fertilizers from waste of anaerobic digestion grass biomass. In: APIS Praha (eds) Material and energetic using of waste. Prague, CZ,70-78.
17. Kužel, S., Kolář, L., Ledvina, R. and Klufová, R. (2001b) Using of grass biomass for production of biogas. In: CZ-BIOM (eds) Possibilities of production and exploitation of biogas in agriculture. Conference CZ-BIOM, Třeboň, CZ, 37-42.
18. Kužel, S. and Kolář, L. (2003) Anaerobic digestion of grass mass. In: FITE a.s. (eds) Waste management of central European countries preparing for accession to the EU. The 3rd International conference Waste management. Studio CMYK Ostrava s.r.o., CZ, 80-83.
19. Ministry of Agriculture of the CR (1998). In: Intimation of Ministry of Agriculture of the CR 327/1998 coll. of law to act 248/1991 coll. of law. About alteration of land (§8, par. 8). CZ.
20. Ministry of Agriculture of the CR. (1999). In: Project EP 9397 National agency of agricultural research, Prague 1999. CZ.
21. Manabe, S., Wada, O., Morita, M., Izumikawa, S. Asakuno, K. and Suzuki, H. (1992) Occurrence of carcinogenic amino-alfa-carbolines in some environmental sample. *Environmental Pollution* 75, 301-305
22. Schulz, H. (1996) *Biogas-Praxis*. Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 1996, D.-187.
23. Sladký, V. (1996) Combustion of biomass for energetic purposes. In: *Biomass for energy*, Prague, CZ, 15-17.
24. Starke, I. Holzberger, A., Kamm, B. and Kleinpeler, E. (2000) Qualitative and quantitative analysis of carbohydrates in green juices. *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 367, 65-72.
25. Straka, F. (2003) *Biogas*, GAS s.r.o., Říčany, CZ.-517.
26. Šurovský, J. (2003) Microturbins – energetical revolution for 21st century. Instalace, Prague, CZ.-220.
27. Ust'ak, S. (2001) Industrial and energetic plants and basic way of their using. In: Ust'ak S. (eds) *Energetic and industrial plants*. The 7th conference VÚRV Praha, Chomutov – Prague, CZ, 40-58.
28. Váňa, J. and Šlejška, A. (1998) *Biogas from plant biomass*. Study information, Plant production, ÚZPI, Prague, 5, CZ.- 40.
29. Žilka, M. (1979) Method of treatment of cattle dung from Olomouc. Proceedings. In: *Using of energetic resources for department of agriculture and nutrition*. CAU Prague,CZ, 257-259.

SOIL SCIENCE, PLANT, FERTILIZER AND FIELD MANAGEMENT

IMPACT OF AGROCHEMICAL AND CLIMATIC FACTORS ON SELENIUM CONCENTRATION IN SOILS

Antanaitis A., Lubytė J., Antanaitis Š.

Agrochemical Research Centre of Lithuanian Institute of Agriculture,
Savanorių 287, LT-50127, Kaunas, Lithuania, analize@agrolab.lt

Abstract

Selenium was extracted by boiling the soil sample in concentrated HNO₃ in a closed system for 2 hours. Soil and acid ratio 1:10. The extracted selenium amount was measured using atomic absorption spectrometer with graphite furnace (AAnalyst 800). Determined average selenium concentration was within a range of 0,129 - 0,180 mg kg⁻¹.

Selenium concentration tends to be higher in the regions with higher average annual precipitation level (up to 800 mm) and higher than average annual temperatures. Long-lasting (30 years) NPK fertilisation resulted in an increased accumulation of selenium in the soil, while after the 8 year-long NPK fertilisation only a tendency of selenium concentration increase was recorded. Higher selenium concentration was determined in light texture soils with higher concentration of potassium and pH value within the range of 5,1-6,0.

Key words:

Fertilisation, potassium, precipitation, selenium, soil.

Introduction

Wide scale research on selenium concentration in soil, plants and other objects was started last in the century. In the beginning the selenium issue was viewed only from the toxicity point, and then it was found, that selenium impedes liver necrosis in rats (Swarz *et al.*, 1957). Research on selenium concentration in soil was started even later. Till now selenium concentration in Lithuanian soils was studied very little. Researchers have not yet come to a unanimous opinion concerning selenium concentration dependence on soil physical and agrochemical properties. Dudka ascertained a positive relation between selenium concentration and the volume of clay particles in soil (Dudka 1991). German researchers noticed that bioavailability of selenium increases together with increasing pH value (Muller *et al.*, 2003). In Hungary, according to the results of selenium extraction using 0,5 M HNO₃, 11 % of soils contain more than 1,0 mg kg⁻¹ of selenium. No relation was found between humus amount in soil and selenium concentration (Regional Office for Europe, 1989). On the other hand plants accumulate different concentrations of selenium in the same conditions (Kabata-Pendias, 1998). Selenium concentration is not the same in separate layers of different Indian soils – top layer of low salinity soil contains more selenium than the deeper layers (Sharma, 1985). 10 years-long intensive fertilisation of perennial grasses with sludge (selenium application rate 250 g ha⁻¹) and mineral fertilisers (selenium 150 g ha⁻¹) in Austria resulted in selenium concentration increase only in top 0-2,5 and 2,5-5,0 cm soil layers (Edelbauer *et al.*, 2001) Precipitation adds certain amount of selenium to soil. Soils located closer to the sea contain more selenium (Щелкунов, 2000). Selenium deficiency is observed in European non-chernozem zone despite the fact that selenium concentration in rocks and soil is sufficient (Ermakov, 1992). Selenium content in soil is studied in many countries dealing with selenium – related problems. Researchers attempt to decrease selenium accumulation in plants in countries with selenium – rich soils, and to increase it, if selenium content in soils is too little (Amweg, 2003). The aim of our study is to determine selenium concentration in soils and to assess selenium relation to soil agrochemical properties as well as to climatic factors.

Methods

Soil sampling was conducted taking into consideration soil texture, acidity, location, soil taming degree (concentration of plant available phosphorus and potassium). The grouping of testing results was based on these characteristics. Soil samples were taken from the plough layer in fields of long-lasting (30 years) fertilisation experiment in Skėmiai (light loam sandy soil, Combisol, CMg-n-w-cap) and 8 years-long fertilisation experiment in Kriūkai (silty loam brown soil). Soil sampling was conducted in accordance with the requirements of standard ISO-10381. Soil samples were brought to air-dry condition by drying at +30⁰ C with active ventilation (ISO-11464).

Selenium was extracted by boiling the soil sample in concentrated HNO₃ in closed system for 2 hours. Soil and acid ratio 1:10. After boiling the solution was diluted with analytical water. Determination of selenium in extraction was conducted using atomic absorption spectrometry with graphite furnace (Aanalyst 800), EDL lamp. Wave length 193,7 nanomicros, atomising temperature 1900⁰ C. Palladium and magnesium nitrate were used as modifiers for the elimination of systemic errors originating from matrix interferences (Huang, Fujii, 1996).

The amount of plant available phosphorus and potassium in the soil were determined using the Egner-Riehm-Domingo method (Egner, Riehm, Domingo, 1960). pH value was determined in 1 M KCl suspension, soil and solution ratio 1:2,5 (ISO-10390). The average annual temperature and precipitation data was taken from regional meteorological stations. Mean standard deviation (s) is presented in tables and the text, sx - standard error of the mean. The correlative regressive relation was calculated using the "Statistica" programme.

Results

Soil secondary reference substances of different properties were used in the selenium concentration determination process in order to ensure the testing quality. The preparation of these secondary reference substances was based on comparisons to the standard samples (CRM 2709 and CRM PL-1). Relative indefiniton was less when selenium concentration in the soil was higher. The distribution of soils according to selenium concentration in Lithuanian regions was different (Table 1).

Table 1. Selenium content in soils of different Lithuanian regions

County	Average Se, mg kg ⁻¹	n	Group Se mg kg ⁻¹ , %			
			<0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	>0,3
Alytus	0,129±0,052	22	23	63	14	0
Kaunas	0,161±0,088	85	33	40	18	9
Klaipėda	0,176±0,056	150	3	69	22	5
Telšiai	0,177±0,060	23	0	61	35	4
Šiauliai	0,147±0,049	66	8	77	14	2
Utena	0,180±0,062	31	3	61	32	3
Panevėžys	0,166±0,065	102	9	64	22	6
Tauragė	0,174±0,037	65	6	72	22	0
Marijampolė	0,176±0,078	134	22	36	37	5
Vilnius	0,157±0,041	50	8	80	12	0

The highest average selenium concentration was found in Utena, Telšiai, Marijampolė, Klaipėda and Tauragė counties, the lowest – in Alytus, Šiauliai and Vilnius counties. Selenium concentration diversity in separate counties is different. The largest share of soils with selenium concentration higher than 0,200 mg kg⁻¹ was in Marijampolė (42 %), Telšiai (39%), Utena (35 %) counties, and the smallest - Vilnius (12%), Alytus (14%) and Šiauliai (16%) counties. The share of soils with very low selenium concentration (less than 0,100 mg kg⁻¹) was relatively the largest in Kaunas (33%), Marijampolė (29%) and Alytus counties.

The annual precipitation rate in separate Lithuanian regions is different (Figure 1). The relation of selenium concentration in the soil under the influence of annual air temperature is stronger than with precipitation. Selenium concentration is higher in the regions with higher average annual temperature (Figure 1).

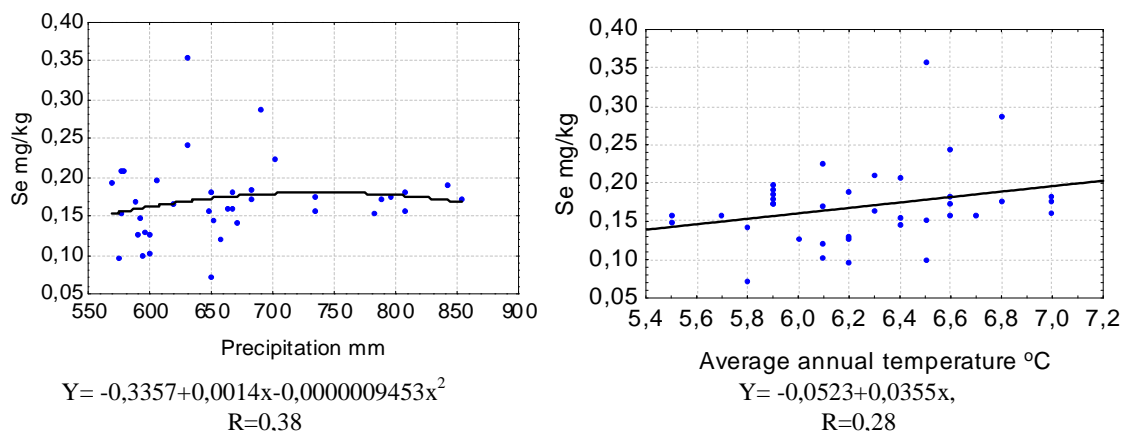


Figure 1. Selenium concentrations in the soil based on precipitation and average annual temperature

Soil samples for the determination of selenium concentration were taken from the combisol CMg-n-w-cap fields of the long-term (30 years) fertilisation experiment in Skēmiai. The Kriūkai experiment (eight years in duration) is located on silty loam brown soil. The lowest selenium concentration was in the soil samples taken unfertilized plot. Selenium concentration increase was caused predominantly by nitrogen fertilisation (ammonium nitrate) (Figure 2).

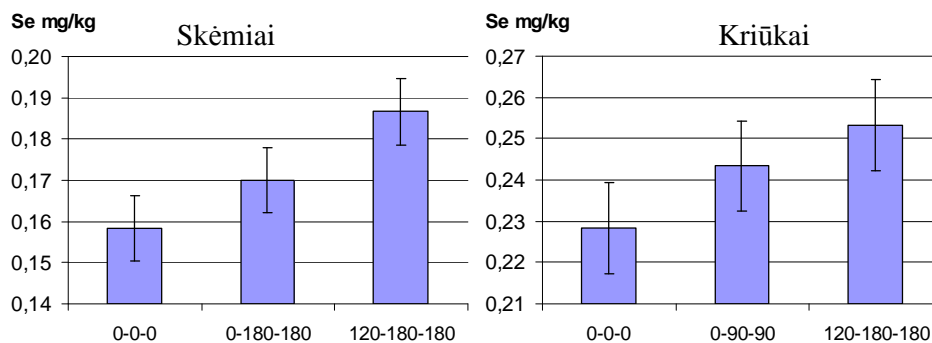


Figure 2. Long-lasting fertilisation effect on selenium amount in soils of Skēmiai and Kriūkai fields, $\pm sx$

Soils were grouped according to phosphorus content, texture and acidity in order to determine a relation between the soils richness in phosphorus and selenium concentration. No relation between the soil richness in phosphorus and selenium concentration was found.

Soil samples were also grouped according to available from plants potassium content. The following relation was determined: acid (pH up to 5,0) light texture soils, containing larger amounts of potassium available from plants, contain higher concentrations of selenium as well (Table 2).

Table 2. Selenium concentration dependence on the potassium content in soil, ±s

Sand and sandy loam				Light loam			Medium, clay loam and clay				
pH <5,0											
n	K ₂ O, mg kg ⁻¹	pH ±s	Se, mg kg ⁻¹	n	K ₂ O, Mg kg ⁻¹	pH	Se, mg kg ⁻¹	n	K ₂ O, mg kg ⁻¹	pH	Se, mg kg ⁻¹
10	91±9	4,7±0,2	0,102±0,070								
25	148±23	4,4±0,3	0,118±0,047	22	159±25	4,4±0,3	0,160±0,047				
14	259±45	4,4±0,4	0,165±0,030	11	262±36	4,3±0,3	0,153±0,020				
pH 5,1-6,0											
10	86±14	5,7±0,3	0,106±0,036					8	88±56	5,3±0,1	0,190±0,014
42	145±23	5,6±0,3	0,138±0,062	32	147±26	5,6±0,3	0,201±0,063	26	130±27	5,6±0,2	0,177±0,034
8	221±19	5,6±0,3	0,188±0,075	6	245±26	5,5±0,3	0,217±0,085	14	247±45	5,6±0,2	0,274±0,068
pH >6,0											
19	83±11	6,8±0,5	0,152±0,078	15	88±11	7,1±0,4	0,160±0,051	7	89±7	7,1±0,4	0,152±0,028
105	145±29	6,9±0,5	0,151±0,047	121	147±28	7,2±0,5	0,159±0,066	53	148±26	7,2±0,5	0,212±0,051
19	210±98	6,8±0,4	0,145±0,045	22	269±55	7,0±0,50	0,159±0,053	32	350±417	7,1±0,5	0,222±0,070

Discussion

The annual precipitation rate in separate Lithuanian regions is different. This influences the volumes of selenium brought to the soil by rain-fall and leached into deeper soil layers. The calculation of selenium concentration the relation to the average annual precipitation rate revealed a trend: selenium concentration is higher in regions with a higher annual precipitation rate, and where the average annual precipitation rate is more than 750 mm, selenium concentration in soil tends to decrease (Figure 1). There is a positive correlation between the selenium concentration in soil and higher regional average annual temperature; it can be expressed by the linear equation with R=0,28.

Higher air temperature increases water evaporation from the soil and decreases the amount of water getting into the deeper soil layers. We assume that less selenium is leached in these regions. There is no data available on the amounts of selenium deposited in the soil by precipitation. According to the average calculations for the whole planet, annual precipitation brings about 400 µg selenium per 1 m², and about 310 µg of selenium is released from the soil into the atmosphere (Haygart *at all.*, 1993). Thus precipitation deposited selenium accumulation in soil is possible in zones, where selenium concentration in fall is higher.

The mineral fertilisation effect was a trend of selenium concentration increase. Selenium concentration increase was highest in plots fertilised with the full NPK fertiliser complex. Other researchers have also noticed the technogenic accumulation of selenium caused by the application of phosphorus and potassium fertilisers. Nakamura (2006), after having conducted some experiments in Japan, states that phosphate fertilisation decreases the sorption of selenium by the soil. Thus selenium might be leached into deeper layers. We assume that the opposite effect of phosphorus fertilisers was hidden by the interaction with other fertilisers. On the other hand, selenium deficiency is observed in Europe despite the fact that selenium concentration in mother rock is sufficient (Ermakov, 1992). Borovska (2000) noticed, that significant selenium concentration increase in 5-35 cm soil layer is observed after organic fertilisation.

Significantly higher selenium concentrations were determined in two types of soils, containing larger amounts of plant available potassium: light texture, pH 5,1-6,0 and heavy texture, pH higher than 6,0. This finding matches the testing results of soil samples taken from long-term fertilisation experiments – more selenium was found in the soils of NPK fertilised plots. The result of data processing incorporating all soil types is the following equation, expressing a relation between selenium concentration increase and potassium content increase in the soil: $Se\ mg\ kg^{-1} = 0,133 + 0,0002 * K_2O\ mg\ kg^{-1}$, R=0,22. the correlation was better for all types of soil at pH 5,0-6,0: $Se\ mg\ kg^{-1} = 0,111 + 0,0004 K_2O\ mg\ kg^{-1}$, R=0,33. the selenium concentration difference was 0,092 mg kg⁻¹ when the soil richness in potassium values 70 mg kg⁻¹ and 300 mg kg⁻¹ were compared.

The strongest correlation between selenium concentration and potassium content was calculated for clay loam and clay at pH 5,1-6,0: $Se\ mg\ kg^{-1} = 0,1221 + 0,0005 * K_2O\ mg\ kg^{-1}$,

R=0,59. The selenium concentration difference was 0,115 mg kg⁻¹ when the soil richness in potassium values 70 mg kg⁻¹ and 300 mg kg⁻¹ were compared.

Selenium concentration in soils located closer to the Baltic Sea (Klaipėda County) tends to be somewhat higher.

Conclusions

Selenium concentrations in the soils of Lithuanian regions were within the range of 0,129±0,052 - 0,180±0,062 mg kg⁻¹. Selenium concentration in soil tends to increase in the regions with higher annual precipitation level (up to 750 mm) and higher average annual temperature.

Long-term mineral NPK fertilisation is the cause of selenium accumulation in the soil. Significant relations between the selenium concentration and potassium content in soil was calculated and found for light texture pH<5,0 soils and heavy texture pH≥5,1 soils. The strongest correlation between the selenium concentration and potassium content was calculated for clay loam and clay soils – the selenium concentration difference was 0,115 mg kg⁻¹ (R=0,59). The tendency for selenium concentration increase tendency was observed in the soils located closer to the Baltic Sea.

However not one of investigated factors, if taken individually, had a significant impact on selenium concentration – there were only trends. Only groups of factors have a significant relation to selenium concentration in soils.

References

1. Amweg E.L., Stuart D.L., Weston D.P. (2003) Comparative bioavailability of selenium to aquatic organisms after biological treatment of agricultural drainage water. *Aquatic Toxicology*, Vol. 63., 13-25.
2. Borovska K and Koper J. 2000 The effect long-term organic fertilisation on the selenium content in lessive soil, *Polish. Soil Sci.*, 33(2), 21-27.
3. Cuvardic M. (2003) Selenium in soil. *Proceedings for Natural Sciences, Marica Srpska, Novi Sad, No 104*, 23-37.
4. Dudka S. (1991) The concentrations of As, Co, Cr, Cu, Ga, Mn, Ni and Se in surface soils of Poland. *Abstr. 3 rd Int. Symp. Environ. Geochem. And Health and 9 th Eur. Meet. Soc. Environ. Geochem. And Health Upsala*, 16-19 September, 1991. *Rapp. Och medd Sver. Geol. Undersokn*, No. 69.
5. Edelbauer A., Eder G. (2001) Influence of different fertilizing measures in grassland on the selenium content in soil and plant. *Boden- kultur*, Vol 52, Iss 3, 209-214.
6. Egner H., Riehm and Domingo W. R. (1960) Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden 11. *Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung*. Uppsala.
7. Ermakov V. V. (1992). Biogeochemical regioning problems and the biogeochemical selenium provinces in the former. USSR *Biol. Trace Element Res.*, Vol. 33., No. 3., 171-185.
8. Haygarth P.M., Harrison A. F. Jones K.C. (1993) Geographical and seasonal variation in deposition of Selenium to Vegetation, *Env. Sci. Tech.*, Vol.27, 2878-2884.
9. Huang P M., Fujii (1996) U.S. Selenium and Arsenik. *Soil Science of America and American Society of Agronomy, Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods-SSSA Book Series, No.5*, 793-811.
10. Kabata-Pendias A., (1998) *Geochemistry of Selenium. J. Of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, Vol. 17., No. 3-4, 137-177.
11. Muller R., Anke M., Erobus K. (2003) The selenium content of the flora and plant and animal foodstuffs in Germany. *Full Source Fresenius Environmental Bulletin*, Vol 12, Iss 6, 584-588.
12. Nakamaru Y, Tagami K, Uchida S. (2006) Effect of phosphate addition on the sorption-desorption reaction of selenium in Japanese agricultural soils. *Chemosphere*, V 63 Iss 1, 109-115.
13. Regional office for Europe. *Trends in trace elements. Bulletin of the F.A.O. Research Network on trace elements (1989)*. Published by Coordination Centre. La Grande Ferrade – F-33883 Villenave d'Ornon. December., 114-124.
14. Scwarz, K., Foltz, CM (1957) Selenium as an integral part of Factor 3 against dietary necrotic liver degeneration, *Sci. Total Environ.*, 207, 81-90.
15. Sharma R.K., Gangwar M. S. (1985) Selenium status of some mollisols of Nainital region as related to sulphur and other soil characteristics. *J. Indian Soc. Sci* , 33, No 4, 917-918
16. Щелкунов Л.Ф., Голубкина Н. А. (2000) Содержание селена в почвах, растениях и у человека в Одесской области. *Экология*, вып. 54, 5-19.

THE INVESTIGATION OF CROP WEEDINESS IN THE CROP ROTATION OF ORGANIC FARMING SYSTEM NEZĀĻU IZPLATĪBAS PĒTĪJUMI ORGANISKĀS LAUKSAIMNIECĪBAS SISTĒMAS AUGSEKĀ

Ausmane M., Gaile Z., Melngalvis I.

Latvia University of Agriculture, Liela iela 2, Jelgava, Latvia, LV-3001

phone: +371 63005632, e-mail: Maija.Ausmane@llu.lv

Kopsavilkums

Laikā no 2004.- 2006.gadam LLU MPS „Vecauce” veikti pētījumi ar mērķi skaidrot bioloģiskās lauksaimniecības sistēmas augsekas lauku sējumu nezālainības dinamiku. Lai realizētu mērķi, izvirzīti uzdevumi: - noskaidrot dominējošās nezāļu sugas; - pārstāvētās nezāļu bioloģiskās grupas; - nezāļu blīvumu un tā izmaiņas bioloģiskās augsekas lauku kultūraugu sējumos.

Pētījumi veikti sertificētā bioloģiskā laukā sešlauku augsekā. Augsne – velēnu gleja smilšmāls, $pH_{KCl} - 6.9$; organiskās vielas saturs – 26 g kg^{-1} ; P – 37 mg kg^{-1} ; K- 69 mg kg^{-1} .

Augsekas shēma: 1. tritikāle / ziemas rudzi zaļmēslojumam pavasarī; 2. baltās sinepes vai eļļas rutki (zaļmēslojumam) / ziemas rudzi (zaļmēslojumam rudenī); 3. kartupeļi; 4. auzas; 5. vīķauzas (zaļmasai) ar āboliņa un timotiņa pasēju; 6. āboliņš, timotiņš (zaļmēslojumam).

Sējumu nezālainības novērtēšanai veikta nezāļu uzskaitē divas reizes kultūraugu veģetācijas periodā. Pirmo reizi agrā kultūraugu attīstības stadijā (labību sējumos to cerošanas laikā) izmantojot uzskaites rāmīti 0.25 m^2 , nosakot nezāļu skaitu gab. m^{-2} , sugu sastāvu un bioloģisko grupu īpatvaru. Otro reizi pirms kultūraugu novākšanas, pēc skaita un masas metodes, vienlaikus to skaita, gab. m^{-2} , sugu botāniskā sastāva analīzei, nosakot arī nezāļu zaļo masu, g m^{-2} . Izmantots 0.1 m^2 liels rāmītis.

Izmēģinājumu laukā izmantota tradicionāla augsnes apstrāde, atbilstoši kultūraugu prasībām.

Triju gadu pētījumu periodā augsekas laukos konstatētas 59 nezāļu sugas, to sortiments atbilst augsnes un audzēto kultūraugu īpatnībām. Salīdzinot pēc nezāļu mūža ilguma, izmēģinājumu laukos pārsvarā bija īsmūža nezāles, no kurām dominēja baltās balandas (*Chenopodium album* L.), no daudzgadīgajām nezālēm augsekā dominēja ložņu vārpata (*Elytrigia repens* L. Nevski), lielā skaitā bija sastopamas parastās zvērenes (*Barbarea vulgaris*), īpaši daudzgadīgo zālaugu sējumā. Pētījumi parādīja, ka parastās zvērenes izplatību augsekā bioloģiskās saimniekošanas sistēmā var ierobežot ar augsnes mehānisko apstrādi un mainot kultūraugus ar dažādu audzēšanas tehnoloģiju. 3 gadu pētījumi dod iespēju salīdzināt sējumu nezālainības izmaiņas sešlauku augsekas rotācijas 3 gadu periodam un salīdzināt pa atsevišķiem augsekas posmiem. Kā liecina statistikas dati, aprēķinātā robežstarpība 95% līmenī parāda, ka augsekas posms āboliņš, timotiņš – tritikāle / ziemas rudzi – eļļas rutki/ ziemas rudzi ir bijis sliktāks par citiem augsekas posmiem, jo tajā konstatēts vislielākais nezāļu skaits pirms kultūraugu novākšanas. Turpretim augsekas posms ziemas rudzi/ eļļas rutki/ ziemas rudzi – kartupeļi – auzas, kā rāda 3 gadu vidējie dati, ir bijis vismazāk piesārņots ar nezālēm. Šeit liela nozīme tam, ka zaļmēslojumam audzēto kultūraugu tehnoloģija nedod iespēju nezāļu sēklām nogatavoties, līdz ar to augsne mazāk piesārņojas ar nezāļu sēklām un pēcaugu nezālainība mazāka.

Nezāļu skaits augsekas laukos ir atkarīgs no kultūraugu secības augsekas posmos un no kultūraugu audzēšanas tehnoloģijas.

Abstract

Field experiments were conducted during the period of 2004 – 2006 at the Research and Study Farm „Vecauce”. The aim of the investigation was to establish the weediness’ dynamics of crops in a six-field crop rotation of an organic farming system. The field was certified as being organic. Crop rotation: 1. triticale/ rye (for green manure in spring), 2. oil radish (for green manure)/ rye (for green manure in autumn), 3. potatoes, 4. oats, 5. vetch-oats mix (for green forage) with an undersown mixture of red clover and timothy, 6. red clover and timothy. Conventional soil tillage was done according to the requirements of the crops. The weeds were counted two times during the vegetation period of crops: at the early development stages of crops (for instance, at the

tillering of cereals) and before the crop harvesting. The composition of weed flora comprised from 59 species in the crops' stands. The annual dicotyledonous were dominating groups of the weed flora. The most abundant weeds were lambsquarters (*Chenopodium album* L.), quackgrass (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), common yellow rocket (*Barbarea vulgaris* R. Br.p.p.). The significantly smaller amount of weeds among crop rotation links was observed in the link rye/ oil radish/ rye – potatoes – oats. Much worse suppression of weeds was obtained in the crop rotation link red clover and timothy – triticale/ rye – oil radish/ rye. The number of weeds in the fields of crop rotation in the organic farming system is dependent on the cultivated crops, the succession of crops in the crop rotation links and crop cultivation technologies.

Key words

Organic farming system, weediness of crops, crop rotation

Introduction

Products from industrial agriculture are not environmentally friendly and every year consumers are asking for more and more products of organic agriculture. Motivation for production of organic crops and consumption of organic foods include economic, food safety and environmental concerns. Organic crop production requires a high level of management to successfully culture a healthy and productive balance in the field environment, minimizing the number of weeds to the benefit of the crops seeded (Delate, 2002, Bond and Grundy, 2001). Weed infestation may even increase when organic farming is continued. In organic agriculture weeds are often one of the biggest problems (Albrecht, 2005). By careful management, these problems can be overcome. Effective crop rotation is absolutely critical for weed management. A well-designed crop rotation will ensure a vigorous crop and reduced competition from weeds. In designing crop rotation for weed control the overall key to success is diversity. (Lampkin, 1994)

Weed population density and biomass production may be markedly reduced using crop rotation strategy (Liebman and Davis, 2000). Weed control strategies can be grouped into four types – improving soil conditions, rotating crops, growing smother crops and using mechanical control. A biologically-active soil with good soil structure will improve the vigour of the crops, it help the crops shade out the weeds. To improve soil conditions, recycle organic matter like green manures. The rotation can include specific crops to control problem weeds in particular fields. Growing a variety crops on the same field will also keep weeds off balance, because certain weeds grow best with certain crops. Clover and forage crops discourage some weeds by shading and lessen the reproductive success of others because they are cut before the seeds ripen. Some plants like rye produce natural chemical toxins which inhibit the growth of other plant species. The phenomenon is known as allelopathy and can be used to assist in weed control. For example, rye used as an autumn cover crop can be effective in suppressing quackgrass. Inhibitory effect on weeds diminishes when rye is disked into the soil rather than left on the surface. Oats release toxins either as root exudate or from decaying plant materials. Autumn-planted cover crops will greatly reduce weeds in the growing season. Cover crops can be incorporated in the soil in the spring (Liebman and Davis, 2000). Cool-season canopy crops are alternated with warm-season row crops which can provide more cultivation opportunities (Baumann and Slembrouck, 1994). Potatoes were traditionally regarded as a cleaning crop. They are grown in ridges on wide rows and in order to facilitate weed control through tillage. Vetch-oat mix is a smother crop that grows rapidly and forms a dense canopy and slows the establishment of weeds. Smother crops improve weed control by shading them out. Most mechanical weed control methods should be used early in the season, when weeds are just sprouting. Weed harrowing before and after crop emergence is used widely in arable crops. (Hance and Holly, 1990., Lampkin, 1990, Kurstjens and Perdock, 2000, Baumann, Kroff and Bastiaans, 2000)

Cultural control of weeds will not totally eliminate them but it should reduce their vigour and abundance to a level that is either tolerable or that can be managed by more conventional means (Bond, Grundy, 2001).

The aim of the investigation was to establish the weediness' dynamics in crops in six-field crop rotation in organic farming.

Material and Methods

Field experiments were conducted during the period of 2004-2006 at the Research and Study Farm "Vecauce", to determine the dynamics of weed species and number of weeds in fields of crop rotation. The field is certified as being organic. Soil properties: sod gley-soil, loam; organic matter content - 26 g kg⁻¹, pH_{KCl} -6.9; P – 37 mg kg⁻¹; K – 69 mg kg⁻¹.

Crop rotation: 1. triticale/ rye (for green manure in spring); 2. oil radish (for green manure)/ rye (for green manure in autumn); 3. potatoes; 4. oats; 5. vetch-oats mix (for green forage) with an undersown mixture of red clover and timothy; 6. red clover and timothy.

The conventional soil tillage was done according to the requirements of the crops. Weed harrowing after the emergence of oats and at the tillering of triticale. The field of potatoes was harrowed and ridged.

Weed population density and phytomass production were determined. Weed assessments were done two times during the vegetation period of crops: first time – during the early development stages of crops (for instance, at the tillering of cereals) and the second time - before harvesting. The first assaying was done using a 0.25 m² big circle, second – using 0.1 m² big frame in 20 places per each field of crop rotation identifying weed species and biological groups. In the second assay the fresh weight of weeds was measured. Data analysis was done by ANOVA.

Results and discussion

The composition of the weed flora was comprised of 59 species in the crops' fields. The annual dicotyledonous were the dominant groups of the weed flora. The most abundant weeds were lambsquarters, shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.), frenchweed (*Thlaspi arvense* L.), quackgrass and common yellow rocket.

In the crop rotation every crop does something different and each of them provides some advantage. The green mass of the catch crops included in the crop rotation, such as red clover and timothy mix, rye, oil radish, is rich in nitrogen and is a good substrate for the propagation of soil microflora. The increased soil biological activity influenced the humus amount that improves the soil structure and fertility (Maiksteniene, Arlauskiene, 2005). It will improve the vigour of crops and gets a good start and forms a dense canopy. It can usually compete successfully with weeds during the growing season. The triticale as a canopy crop, vetch-oat mix as a smother crop, the potato as a cleaning crop were included in crop rotation experiments and were found to boost weed control.

Results from the first weed accounting during the early stages of crop development showed no significant differences (probability level 95%) in the weed number among crop rotation links (Table 1). In the potato fields weeds were not observed during in the three years of the crop rotation period.

Table 1 The influence of crop sequence in crop rotation on weed dynamics at the early stages of crops, 2004-2006, plants m⁻²

Number of fields	Years	Crops	Number of annual weeds	Number of perennial weeds	Total number of weeds
1.	2004.	triticale/ rye	4.8	3.8	8.6
	2005.	oil radish/rye	11.2/105	49.6/0	60.8/105
	2006.	potatoes	0	0	0
	Average		21.0	9.5	30.5
2.	2004.	rye/w.mustard	3.4	4.4	7.8
	2005.	potatoes	0	0	0
	2006.	oats	9.0	1.6	10.6
	Average		4.1	2.0	6.1
3.	2004.	potatoes	0	0	0
	2005.	oats	28.0	1.4	29.4
	2006.	vetch-oats mix.	32.8	10.2	43.0
	Average		20.3	3.9	24.2
4.	2004.	oats	4.6	6.0	10.6
	2005.	vetch-oats mix.	18.4	5.4	23.8
	2006.	r. clover, timothy	1.4	5.2	6.6
	Average		8.1	5.5	13.6
5.	2004.	vetch-oats mix.	7.4	10.4	17.8
	2005.	r. clover, timothy	1.2	16.8	18.0
	2006.	triticale/ rye	9.0	1.2	10.2
	Average		5.9	9.5	15.4
6.	2004.	r. clover, timothy	0	17.4	17.4
	2005.	triticale/ rye	9.2	8.1	17.3
	2006.	oil radish/rye	13.6/12.0	5.8/6.6	19.4/18.6
	Average		7.3	10.6	18.0
		LSD _{0.05}	27.5	13.3	37.8

Data of second weed accounting (Table 2) show that the total number of weeds in the crop rotation before crop's harvesting in 2004, 2005 and 2006 was 55.8, 99.6 and 43.8 plants m⁻², respectively, in this composition the annual weeds were – 21.2, 57.6, 27.8 and perennial weeds - 34.6, 42.0, 16.0 plants m⁻². Results showed that weed density was higher in the second year of crop rotation, less – in the third year. They can also be influenced by meteorological conditions. The year 2006 was extremely hot and dry. A high number of annual weeds was observed in 2005 in the stand of triticale where the dominant weed specie was lambsquarter (83 % of the total number of annual weeds), and in the stand of catch crops – rye and oil radish (80 %). In 2006 in the stand of catch crops after triticale lambsquarters there was 48 % of the total number of annual weeds, but it was not dangerous for the next crops, because the crops grown for green manure are incorporated in the soil before the seeds of weeds ripen. In 2005 the high number of quackgrass was observed in the stand of triticale – 88 % of the total number of perennial weeds, but in the stand of next catch crops (2006) the number of this weed was decreased to 67 %, if compared to quackgrass' number m⁻² in the previous triticale. The highest amount of common yellow rocket was found in 2004 in the red clover and timothy stand (38 plants m⁻²), that was 53 % of the total number of perennial weeds. In the next year in catch crops the number of this weed was reduced remarkably in rye, but in the second catch crop - oil radish quackgrass was not established. Thereby we can be agree with other researchers, that crop rotation reduces weed density and maintains species diversity, thus preventing the domination by a few problem weeds (Doucet *et al.*, 1999). The problem weeds in the investigated crop rotation organic farming system are quackgrass and common yellow rocket.

The significantly smaller amounts of weeds among crop rotation links was observed in link rye/ oil radish/ rye – potatoes – oats. Much less successful suppression of weeds was obtained in the crop rotation link red clover and timothy – triticale/ rye – oil radish/ rye (Table 2).

Table 2 The influence of crop sequence in crop rotation on weed dynamics before harvesting of crops, 2004-2006, plants m⁻²

Number of fields	Years	Crops	Number of annual weeds	Number of perennial weeds	Total number of weeds
1.	2004.	triticale/ rye	33.5	45.5	79.0
	2005.	oil radish/rye	13.8/ 115.0	16.8/ 0.5	30.6/ 115.0
	2006.	potatoes	16.0	7.0	23.0
	Average		38.0	20.4	58.4
2.	2004.	rye/w.mustard	33.5	17.0	50.5
	2005.	potatoes	8.0	1.0	9.0
	2006.	oats	2.0	1.0	3.0
	Average		14.5	6.3	20.8
3.	2004.	potatoes	20.2	20.8	50.0
	2005.	oats	31.5	4.5	36.0
	2006.	vetch-oats mix.	29.5	13.0	42.5
	Average		27.1	12.8	39.9
4.	2004.	oats	10.0	31.0	41.0
	2005.	vetch-oats mix.	75.2	9.6	84.8
	2006.	r. clover, timothy	12.0	15.0	27.0
	Average		32.4	18.5	50.9
5.	2004.	vetch-oats mix.	19.5	22.4	41.9
	2005.	r. clover, timothy	14.5	44.0	58.5
	2006.	triticale/ rye	25.5	19.0	44.5
	Average		19.8	28.5	48.3
6.	2004.	r. clover, timothy	11.0	71.0	82.0
	2005.	triticale/ rye	152.0	184.0	336.0
	2006.	oil radish/rye	86.5/76.5	65.5/16.5	152.0/93.0
	Average		81.5	98.7	180.2
	LSD _{0,05}		57.8	60.6	103.3

Organic farming does not only increase the number of weed species, it also leads to a considerable rise in weed phytomass (Albrecht, 2005). Therefore the weed's phytomass was investigated. The phytomass of weeds is given as fresh weight that was investigated before the crop's harvesting. The results are represented in the Table 3.

Table 3. The influence of crop sequence in crop rotation on weed fresh weight before the harvesting of crops, 2004-2006, g m⁻²

Number of field	Years	Crops	The fresh weight of weeds
1.	2004.	triticale/ rye	247.2
	2005.	oil radish/rye	51.4
	2006.	potatoes	41.0
	Average		113.2
2.	2004.	rye/white mustard	-
	2005.	potatoes	37.4
	2006.	oats	3.0
	Average		20.2
3.	2004.	potatoes	72.4
	2005.	oats	32.5
	2006.	vetch-oats mix.	45.7
	Average		50.2
4.	2004.	oats	18.9
	2005	vetch-oats mix.	62.6
	2006.	red clover, timothy	21.8
	Average		34.4
5.	2004.	vetch-oats mix.	52.9
	2005.	red clover, timothy	49.0
	2006.	triticale/ rye	45.6
	Average		49.2
6.	2004.	red clover, timothy	-
	2005.	triticale/ rye	47.8
	2006.	oil radish/rye	51.3
	Average		49.6
LSD _{0.05}			97.5

In 2004 in the rye/ white mustard stand, and in the red clover and timothy stand the biomass of weeds was not determined. There were not significant differences among the crop rotation links.

Conclusions

The number of weeds in the fields of crop rotation in organic farming systems is dependent on cultivated crops, the succession of crops in the crop rotation links and crop cultivation technologies.

We agree with opinion of researchers who indicated that weed infestation is the major crop protection problem in organic farming systems, and the development of weed management strategies requires detailed information on weed population dynamics. Therefore, long term research is necessary to analyse this problem accurately.

The investigations will be continued at least up to the end of a rotation period.

References

1. Albrecht H. (2005) Development of arable weed seedbanks during the 6 years after the change from conventional to organic farming. *Weed Research*, 45, 339-350.
2. Baumann D. & Slembrouck I. (1994) Mechanical and integrated weed control systems in row crops. *Acta Horticulturae* 372, Engineering for Reducing Pesticide Consumption and operator Hazards, 245-252.
3. Baumann D., Kroff M. & Bastiaans L. (2000) Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research*, 40 (4), 359-374.
4. Bond W. & Grundy A. (2001) Non-chemical weed management in organic farming system. *Weed Research* 41 (5), 383-405.
5. Delate K. (2002) Using an agroecological approach to farming systems research. *HortTechnology*, 12 (3), 345-354.
6. Doucet C., Weaver S., Hamill A. and Zhang J. (1999) Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. *Weed Science*, 47 (6), 729-735.

7. Kurstjens D. & Perdock U. (2000) The selective soil covering mechanism of weed harrows on sandy soil, *Soil & Tillage Research*, 55, 193-206.
8. Lampkin N. (1994) *Organic Farming*. Farming Press Books. Ipswich, U.K., 161.
9. Liebman M. & Davis A. (2000) Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research*, 40, 27-47.
10. Maiksteniene S. and Arlauskiene A. (2005) The influence of different crop management practices on soil fertility and crop rotation productivity. *Agromijas vēstis*, 8, 216-220.
11. *Weed Control Handbook: Principles* (1990) Edit. by Hance R. & Holly K. Blackwell Scientific Publications. British Crop Protection Council. Oxford, 329-365.

DYNAMICS OF SOIL ORDER AND PENETRATION RESISTANCE IN SOIL WITH AND WITHOUT SPRING BARLEY

AUGSNES SAKĀRTAS UN PENETROMETRISKĀS PRETESTĪBAS IZMAIŅU DINAMIKA AUGSNĒ AR UN BEZ VASARAS MIEŽIEM

Bērziņš A., Lapiņš D., Dinaburga G., Plūme A., Melngalvis I., Sprincina A., Sanžarevska R.

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lielā iela 2, Jelgava, Latvija, LV-3001

Tel.: +371 63005632, e-mail: Dainis.Lapins@llu.lv

Abstract

Changes in the dynamics of soil bulk density as well as soil penetration resistance with and without spring barley has been investigated in the 30 stationary observation points in the Research and Study farm "Vecauce" of the Latvia University of Agriculture in 2005-2006. the distance between points was 5 m. Observations were made at the stage of 2 till 3 leaves of spring barley, at the end of tillering, at the stem elongation stage (2 till 3 node stage), as well as before harvesting. Soil penetration resistance and moisture was determined till 50 cm deep. Yield and its structure elements were determined with sample sheafs from 0.1 m². It was established that in areas sown with spring barley soil moisture losses from topsoil and also from subsoil because of the plants' transpiration promoting soil penetration resistance increase substantially in the conditions of 2005 and 2006. Essential differences in soil penetration resistance in plant root action zones were established when compared with observation points without plants in the development stage of spring barley after tillering. It means that plants with their own root action restrict the placement depth of roots.

Key words

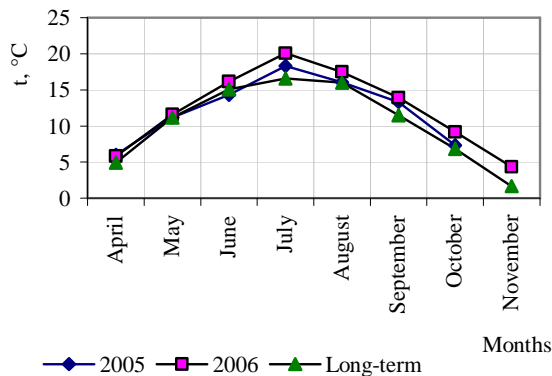
Spring barley, soil moisture, soil penetration resistance, yield formation

Ievads

Latvijā jau iepriekšējos gados ir veikti pētījumi par augsnes apstrādes pasākumu optimizēšanas iespējām, lietojot augsnes pretestības mērījumus ar GPS noteiktos stacionāros punktos ziemas kviešu sējumos (Lapins, Vilde, Berzins, *et. al.* 2006), kā arī izmēģinājumos vasaras miežos (Lapins, Berzins, *et. al.* 2005). Konstatētas būtiskas augsnes penetrometriskās pretestības rādītāju atšķirības sezonās. Viens no augsnes penetrometriskās pretestības izmaiņu cēloņiem bija nokrišņu daudzums un augsnes mitrums. Pētījumu mērķis bija pārbaudīt hipotēzi par auga sakņu sistēmas iedarbību uz augsnes penetrometrisko pretestību un skaidrot sakarības starp augsnes mitrumu, pretestību un sakārtas blīvumu.

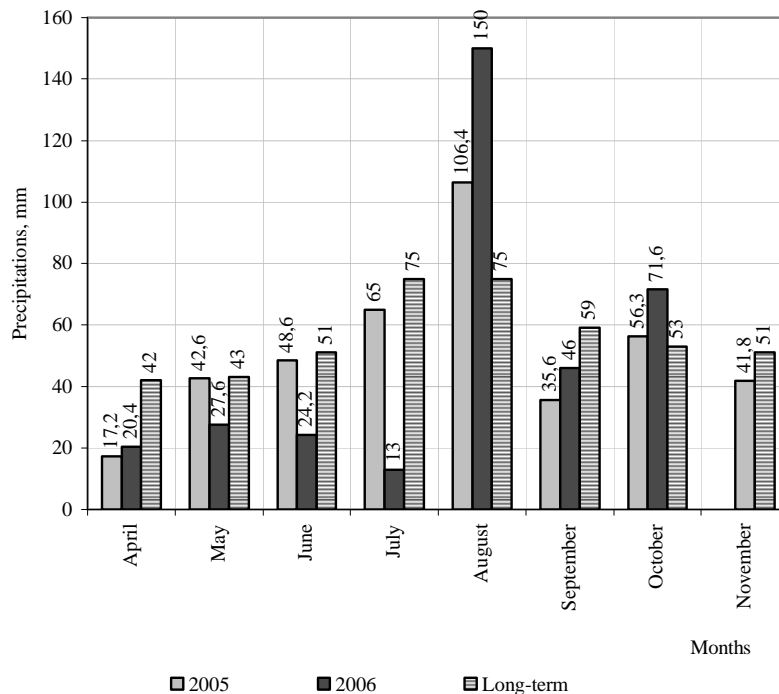
Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi veikti LLU MPS „Vecauce” 2005. – 2006. g., vasaras miežus audzējot atkārtotā sējumā. Meteoroloģiskie apstākļi abos gados bija atšķirīgi: 2005.g. raksturojās ar pazeminātām gaisa temperatūrām, bet 2006.g. – ar izteikti zemu nokrišņu daudzumu un līdz ar to arī mitruma deficītu augsnē (1. un 2. att.).



1. att. Vidējā diennakts gaisa temperatūra 2005. un 2006. g., °C (pēc Dobeles HMS)
 Figure 1. Mean temperatures, °C, LAU RSF “Vecauce” (after Dobeles gauging-station)

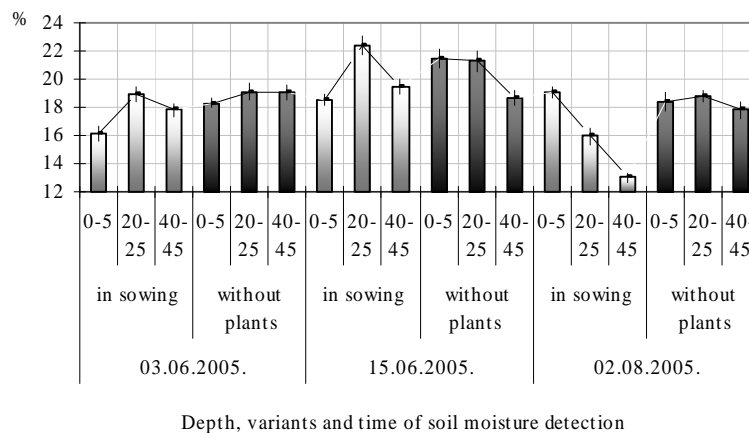
Novērojumi veikti vasaras miežu šķirnes ‘Justina’ sējumos, 15 ikgadējos, stacionāros novērojuma punktos ar attālumu starp tiem 5 metri. Pēc novērojumu izpildes vasaras miežu 2 - 3 lapu fāzē sējumos tika izveidota 3 m plata josla bez augiem, lietojot Raundapu 1 L ha¹. Sējumā lietota vienāda agrotehnika, ievērots vienīgās atšķirības princips. Kā ražu ietekmējošie faktori pētīti: penetriskā pretestība augsnes slāņos līdz 50 cm dziļumam, nosakot to labību vienu – divu lapu fāzē, cerošanas fāzes beigās. Vienlaicīgi ar penetrisko pretestību noteica augsnes mitrumu aramkārtā un zem tās ar Eijkelkamp Agrisearch Equipment aparatūru: augsnes penetrometru un mitruma mērītāju. Sakārtas blīvumu aramkārtā noteica ar firmas Eijkelkamp cilindriem, kuru augstums bija 5 cm.



2. att. Vidējais nokrišņu daudzums 2005. un 2006. gadā, mm, (pēc Dobeles HMS)
 Figure 2. Amount of precipitation, mm, LAU RSF “Vecauce”(after Dobeles Gauging-station)

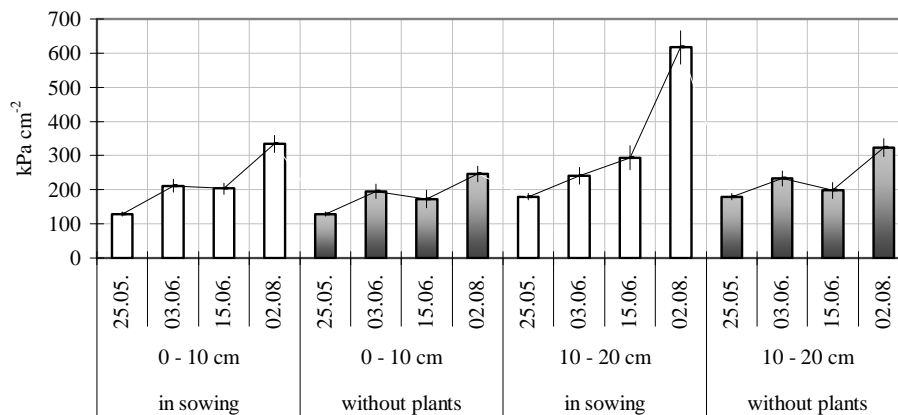
Pētījumu rezultāti un analīze

Pētījumu rezultāti 2005.g. sezonā augsnes mitruma izmaiņas ļāva konstatēt, ka vasaras miežu sējumā bija mazāks augsnes mitrums nekā punktos bez augiem. Būtiska mitruma atšķirība konstatēta miežu vienu – divu lapu attīstības fāzē 3. jūnijā 0 - 5 cm dziļumā, miežu cerošanas fāzes beigās un stiebrošanas fāzes sākumā, 15. jūnijā arī 0 - 5 cm un 40 - 45 cm dziļumam, kā arī pirms ražas novākšanas visos mitruma noteikšanas dziļumos. Būtisks un izteikti pazemināts augsnes mitrums zem aramkārtas vasaras miežu sējumos konstatēts augusta mēneša sākumā (3. att.).



Depth, variants and time of soil moisture detection

3.att. Augsnes mitruma izmaiņas stacionāros novērojumu punktos vasaras miežu sējumos un augsnē bez augiem 2005.g.
Figure 3. Changes of soil moisture in stationary observations points in spring barley sowing and without plants in 2005

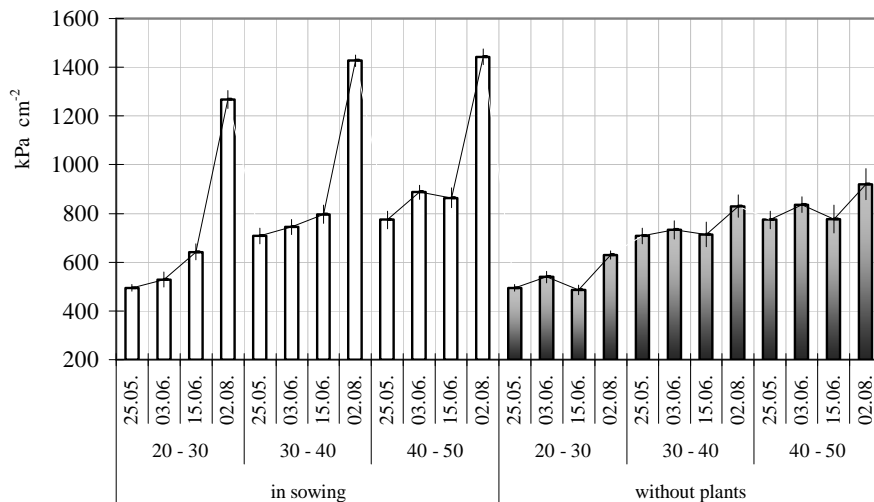


Variants, depth and time of the comparison

4. att. Augsnes penetrometriskās pretestības izmaiņas vasaras miežu sējumā un augsnē bez augiem aramkārtā līdz 20 cm 2005.g.

Figure 4. Changes of soil penetration resistance in spring barley sowing and in soil without plants in topsoil till 20 cm in 2005

Izteikti krass un būtisks augsnes penetrometriskās pretestības palielinājums vasaras miežu sējumā konstatēts pirms ražas novākšanas 40 - 50 cm dziļumā. Variantos bez augiem šī sakarība bija arī būtiska, bet bez krasi izteiktām atšķirībām (5. att.).

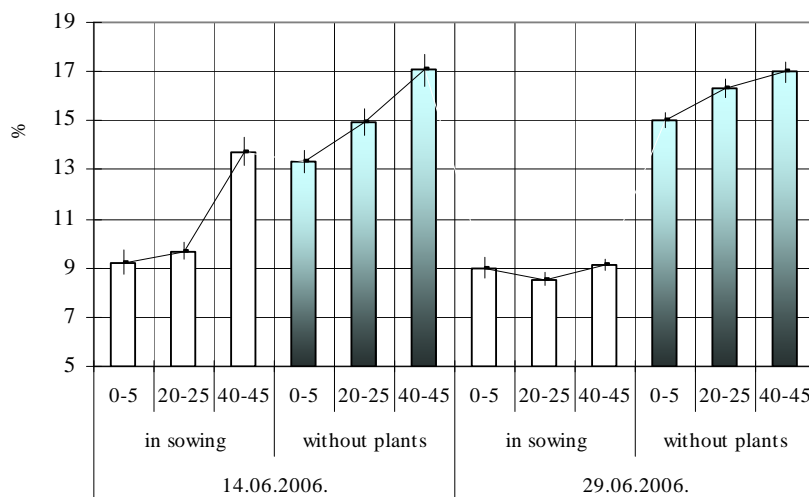


Variants, depth and time of the comparison

5.att. Augsnes penetrometriskās pretestības izmaiņas vasaras miežu sējumā un augsnē bez augiem zem aramkārtā līdz 50 cm 2005.g.

Figure 5. Changes of soil penetration resistance in spring barley sowing and in soil without plants in subsoil till 50 cm in 2005

Pētījumu rezultāti 2006.g. sezonā par augsnes mitruma izmaiņām liecināja, ka 2006.g. ar krasi izteiktu mitruma deficītu augsnē miežu attīstības fāzēs cerošanas laikā un pēc tās, augsnes mitrums sējumā bija būtiski zemāks visos noteiktajos dziļumos nekā variantos bez augiem. Sakņu sistēmas darbības rezultātā miežu sējumos mitruma saturs būtiski samazinājies arī 40 - 50 cm dziļumā (6.att.).

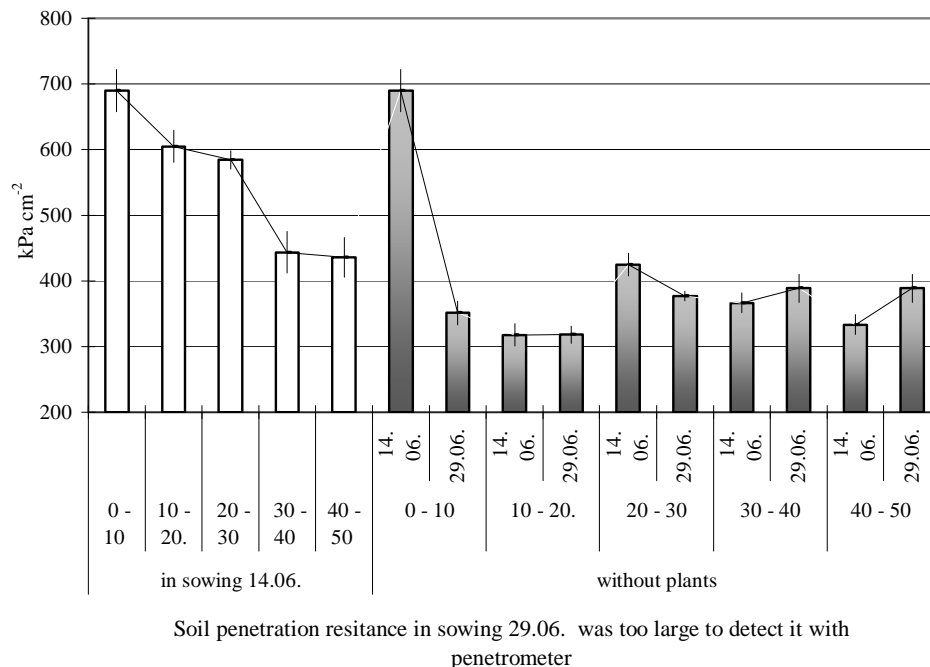


Depth, variants and time of measurements

6.att. Augsnes mitruma salīdzinājums stacionāros novērojumu punktos vasaras miežu sējumos un augsnē bez augiem 2006.g.

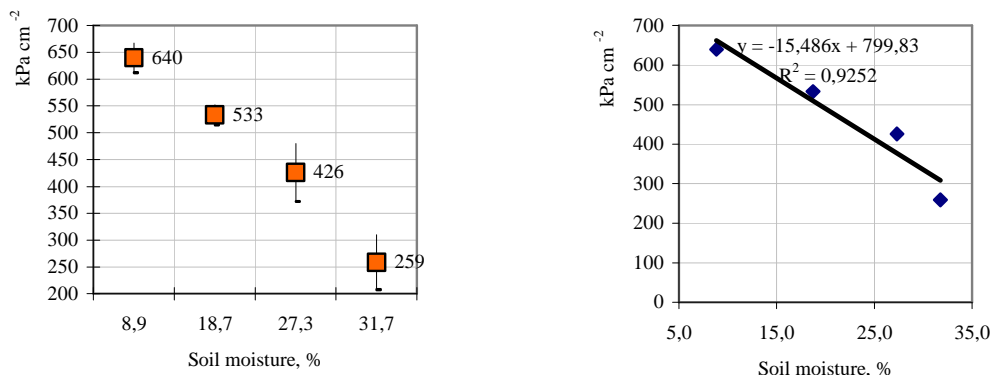
Figure 6. Soil moisture comparison in stationary observation points in spring barley sowing and in soil without plants in 2006

Konstatēts, ka augsnes penetrometriskā pretestība 2006.g. apstākļos miežos stiebrošanas fāzē bija par lielu, lai to noteiktu ar penetrometru. Tajā pašā laikā augsnes penetrometriskā pretestība stacionārajos novērojumu punktos bez augiem nepārsniedza 450 kPa cm⁻² (7. att.).



7. att. Augšnes penetrometriskās pretestības izmaiņas vasaras miežu sējumā 2006.g.
Figure 7. Soil penetration resistance changes in spring barley sowing in 2006.

Augšnes penetrometriskās pretestības un mitruma sakarību analīze ļāva secināt, ka palielinātā augšnes mitrumam atbilst pazemināta augšnes penetrometriskā pretestība (8. att.).

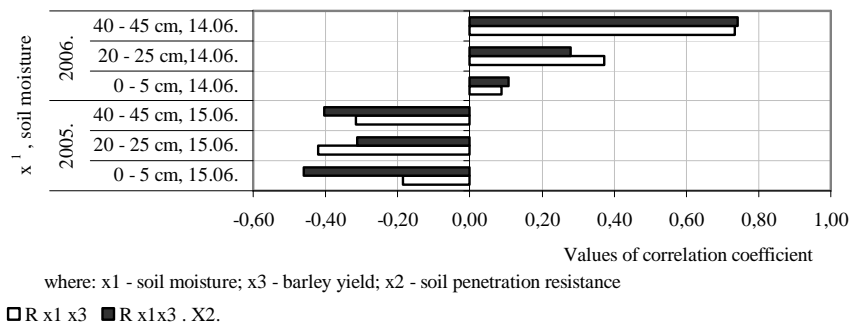


8. att. Augšnes mitrums un pretestība vidēji 2005. – 2006.g. un lineārās regresijas raksturojums starp augšnes mitruma un penetrometriskās pretestības rādītājiem.
Figure 8. Soil moisture and penetration resistance in average in 2005 – 2006; characteristic of linear regression between indices of soil moisture and penetrometric resistance

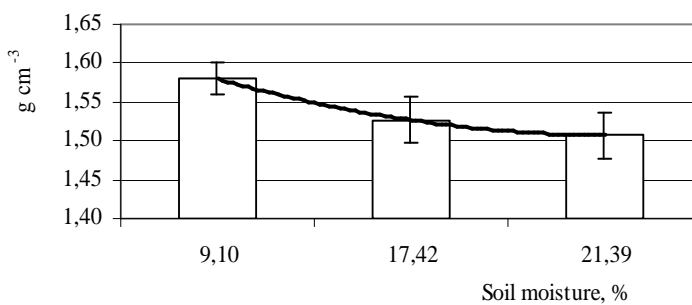
Ar vienādojumu izskaidroto lielumu īpatsvars $R = 92,52\%$, bet vienādojuma varbūtība $P = 0,0381$. Lineārā regresijas koeficienta $b_{yx} = -15,486$ un $P = 0,038125 < P_t = 0,05$.

Augšnes mitruma un penetrometriskās pretestības sakarību ar miežu ražu pētījumos ņēma vērā, ka starp šīm pazīmēm pastāv multifunkcionālas sakarības. Lai izslēgtu vienas faktoriālās pazīmes mitruma ietekmes uz ražu atšķirībām, izmantoja daļējo lineāro korelāciju aprēķinus. Rezultāti liecināja, ka atsevišķos eksperimentu gados lineāro sakarību ciešumi bija atšķirīgi, kas skaidrojams ar nokrišņu daudzumu un augšnes mitrumu. Palielināta augšnes mitruma atšķirību ietekme uz ražu bija konstatēta 2006.g., bet negatīva – 2005.g. (9.att.). Ja 2006.g. apstākļos

palielinātas augsnes pretestības no 20 - 25 cm miežu stiebrošanas fāzē palielināja mitruma pozitīvo ietekmi, tad 2005.g. konstatēta pretēja sakarību izmaiņa.



9. att. Augsnes mitruma ietekmes uz miežu ražu izmaiņu raksturojums ar parciālo lineāro korelāciju koeficientu palīdzību $R_{x_1 x_3 \cdot x_2}$, izslēdzot augsnes pretestības, x_2 , ietekmi.
 Figure 9. Characteristics of soil moisture influence on spring barley yield by coefficient of partial linear correlation analogy $R_{x_1 x_3 \cdot x_2}$, excluding influence of soil penetration resistance x_2



10. att. Sakarības starp sakārtas blīvumu, $g\ cm^{-3}$, un augsnes mitrumu, %, aramkārtā vidēji 2005. - 2006.g.
 Figure 10. Connections between soil bulk density, $g\ cm^{-3}$, and soil moisture, %, average in topsoil from 2005-2006.

Atzīstot, ka multifunkcionālas sakarības pastāvēja ne tikai starp augsnes mitrumu, miežu ražu un augsnes pretestību, bet arī augsnes sakārtas blīvumu un augsnes mitrumu (10. att.), jākonstatē, ka šo sakarību raksturošanai lietojama parciālā korelatīvo sakarību analīze. Vairāk piemērota pielietojamā augšņu apstākļu izpētē ir penetrometriskās pretestības pētījumi, kas nodrošina lielāku mērījumu skaitu un līdz ar to arī iespēju iegūt rezultātus ar augstāku ticamības pakāpi.

Secinājumi

2005. un 2006.g. ar krasi izteiktu mitruma deficītu augsnē vasaras miežu cerošanas fāzēs laikā un pēc tās, augsnes mitrums sējumā bija būtiski zemāks visos noteiktajos dziļumos no 0 - 45 cm nekā variantos bez augiem.

Konstatēts būtisks augsnes penetrometriskās pretestības palielinājums vasaras miežu sējumā abos gados sākot ar miežu stiebrošanas fāzi salīdzinājumā ar novērojumiem, kuri izpildīti variantos bez augiem.

Sakarību starp augsnes mitrumu un penetrometrisko pretestību raksturo lineāras korelatīvas sakarības, bet starp augsnes mitrumu, augsnes penetrometrisko pretestību un ražu – multifunkcionālas, kas nosaka parciālo korelāciju sakarību izpētes lietderību.

Izmantotā literatūra

- 1.Lapins D., Berzins A., Kopmanis J., Melngalvis I., Sanzarevska R. (2005) Possibilities of soil tillage and sowing technologies optimizations in spring barley // Latvian Journal of Agronomy, Nr. 8, Jelgava, 211 – 215.
- 2.Lapins D., Vilde A., Berzins A., Plume A., Rucins A. (2006) Investigations in Precision Agriculture in Latvia Studies of Soil Properties and Tillage / Soil Management for Sustainability, Advances in Geology 38 / A cooperation Series of the International Union of Soil Science / Reiskirchen, Kiel, 223 – 232.

THE EFFECTS OF DIFFERENT SOIL GENESIS ON THE CONCENTRATION OF BIOGENIC ELEMENTS IN LYSIMETRIC WATER

Katutis K., Repsiene R., Baltramaityte D.

Lithuanian Institute of Agriculture's Vėžaičiai Branch, Vėžaičiai, Klaipėda district, Lithuania, LT-96216, phone: +370 46458233, e-mail: filialas@vezaičiai.lzi.lt

Abstract

Lysimetric experiments were set up at the Lithuanian Institute of Agriculture's Vėžaičiai in 1992. The article summarises the experimental data generated during 1992-2003. Our experimental evidence suggests that the concentration of biogenic elements in lysimetric water depends on soil genesis and texture. Podzolization processes are more intensive in West and East Lithuania's soils compared with those in Central Lithuania. More rapid leaching of biogenic elements occurs on lighter-textured soils compared with heavier-textured soils. The largest amount of biogenic elements is leached during the winter – spring period when percolation of excess water through the soil occurs. The concentration of calcium ions in lysimetric water out of the tested (Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+}) cations was the highest (90.1 – 160.1 mg kg^{-1}), that of magnesium made up 11 %, and that of potassium 3 %, when calculating from the total amount of cations tested.

The concentration of sulphate (SO_4^{-}) ions in lysimetric water was determined to be the highest out of the tested (SO_4^{-} , NO_3^{-} , Cl^{-}) anions ranging from 61.2 mg kg^{-1} in Juknaičiai *Podzols* to 70.7 mg kg^{-1} in Dubingiai *Planosols*. The concentration of nitrate nitrogen (NO_3^{-}) in lysimetric water was found to be markedly higher than that of potassium or magnesium, but lower than that of sulphates, ranging from 31.9 mg kg^{-1} in Vėžaičiai *Bathihypogleyi- Albic Luvisols* to 66.2 mg kg^{-1} in Rumokai *Bathihypogleuic- Calc(ai)ic Luvisols*. The total concentration of the ions tested in the lysimetric water ranged from 278.2 mg kg^{-1} (in Juknaičiai) to 599.0 mg kg^{-1} (in Vėžaičiai).

Key words

Lysimetric water, biogenic elements, leaching, soil

Introduction

A leaching moisture regime is characteristic of Lithuania's soils, gravitational water percolates through the soil to the ground water table annually. Due to this the movement of various substances, including such elements-biophylls as N, P, K, Ca, Mg, S and others, from surface accumulative horizons into the subsoil horizons occurs. Many Lithuanian and foreign authors who investigated the leaching of biogenic elements from the soils differing in genesis indicate that the largest amounts (75-80 %) of the most important nutrients are leached from light-textured, well-cultivated calcareous loamy soils during the winter-spring period. The contents of calcium, magnesium and sulphur leached are determined not by the amount of water percolated, but by the contents of these elements in the soil. The migration of nutrients into deeper soil layers depends on the amount of precipitation, the anthropogenic activity as well as on the plant species (Herbst and Stumpe, 1984; Mažvila *et al.*, 1992; Ežerinskas, 1995; Tyla, 1995; Umarova *et al.*, 1996; Čiuberkienė and Ežerinskas, 2000; Gaigalis and Račkauskaitė, 2001).

Calcium is a readily leached element. The findings of many researchers suggest that the concentrations of Ca^{2+} ions in lysimetric water were found to be the highest (Adomaitis *et al.*, 2002; Ežerinskas, 1995; Čiuberkienė and Ežerinskas, 2000). When the soil solution contains high contents of calcium and potassium ions, assimilation of magnesium by plants becomes poorer and

it is leached, since K, Ca and Mg are antagonists. The percolating water leaches down into subsoil several times less of Mg^{2+} than that of Ca^{2+} , since the contents of absorbed and total magnesium in the soil are far lower than those of calcium. The leaching of Mg^{2+} ions directly correlates with Ca^{2+} leaching (Ežerinskas, 1995; Čiuberkienė and Ežerinskas, 2000).

Phosphorus is one of the least mobile elements in the soil and not more than 1 kg ha^{-1} of it is leached into the subsoil with percolating water per year (Balzarevičienė, 1978, Ušakova, 1987).

Less potassium is leached from the soil compared with the other cations (Ca^{+2} , Mg^{+2}). Some researchers report that with higher potassium fertilization rates, potassium leaching increases (Ušakova, 1987). However, research done by J. Balzarevičienė on irrigated grassland indicates that the concentration of potassium ions in drainage water depended only on its reserves in the soil, and various other factors did not change its concentration in drainage water (Balzarevičienė, 1978).

The objective of the present paper was to assess the effects of different soil genesis under changed environmental conditions on the concentration of biogenic elements in lysimetric water.

Materials and Methods

The experimental materials included 10 different soils, chosen according to different genesis and their texture, the most prevalent in the following sites of Lithuania: East Lithuania – 1. Trakai Vokė (*Entri-Endohypergleyic Arenosols ARg-n-h-eu*, sandy loam on gravel, pH 5.9); 2. Dubingiai (*Orthieutric Planosols PLe-o*, sandy loam on loam, pH 6.2); South Lithuania – 1. Perloja (*Hapli-Albic Arenosols, ARa-ha*, sand, pH 5.1); Central Lithuania – 1. Dotnuva (*Endocalcar-Endohypogleyic Cambisols- CMg-n-w-can*, loam, pH 7.1), 2. Upytė (*Endocalcar- Endohypogleyic Cambisols CMg-n-w-can*, loam, pH 7.4), 3. Rumokai (*Bathihypogleyic- Calc(ai)ic Luvisols LVk-gld-w*, clay, pH 6.4); West Lithuania – 1. Samališkės (*Orthidystic Albeluvisols ABd-o*, light loam, pH 5.2), 2. Vėžaičiai (*Dystri – Epihypogleyic Albeluvisols ABg-p-w-dy*, light loam, pH 5.2), 3. Vėžaičiai (*Bathihypogleyi- Albic Luvisols LVA-gld-w*, loam, carbonates on 80 cm to depth, pH 6.0), 4. Juknaičiai (*Orthi-Endohypogleyic Podzols PZg-n-h-et*, sandy loam on loam, pH 5.6),

Soil monoliths (120 cm in height and 100 cm in diameter), without disturbing structure, were taken by the chisel method in metal cylinders in three replications from cultivated fields and were delivered to the Lithuanian Institute of Agriculture's Vėžaičiai Branch. Cylinders with the monoliths were put into tubes whose diameters were 20 cm larger than those of cylinders, at the bottom of the tube on the concreted funnel shape there was set up drainage layer of washed sand and gravel for the collection of lysimetric water. The bottom of the tubes with the drainage present were connected by a flexible tube with tipping over measurer fitted in the underground gallery designed to measure the amount of lysimetric water and to take water samples.

The paper presents the data of the 1st and 2nd rotations of the five-course crop rotation (1992-2003). Crop rotation crops: winter wheat, row crops (potatoes, fodder beet), spring rape, barley + undersowing, perennial grasses. A plant we shall raise with the accepted technology in Lithuania.

Lysimetric water analyses were carried out 4 times a year. Experimental data were grouped into separate seasons according to the peculiarities of lysimetric water formation. Winter period, in which precipitation was recorded as snow. Spring period – active soil washing. The first and second halves of summer when the effects of fertilization and other human activities reveal themselves on the amount of leached elements. Late autumn period – the effect of plant residue mineralization. Annual and long-term means of the data were derived from separate periods.

Lysimetric water was analysed for cation (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+) and anion (SO_4^- , NO_3^- , Cl^-) concentrations. Chemical analyses of water were determined by standard methods*.

The scatter of the statistical data of the experiment is characterised by standard errors, relationships between factors by regression and correlation analysis methods. Errors of the experimental data were calculated by analysis of variance (Tarakanovas, 1999; Tarakanovas and

* Lietuvos žemdirbystės institute taikomų cheminių ir mikrobiologinių dirvožemio ir augalų analizių metodų apibendrinimas. Kameralinių darbų ataskaita 1996-1999 m. (Mašinsraštis). Dotnuva, 1999, 130 p. Summary of chemical and microbiological soil and plant analyses methods applied at the Lithuanian Institute of Agriculture. Report on chamber work 1996-1999 (typescript). Dotnuva, 1999, 130p.

Raudonius, 2003). Correlation and regression coefficients were computed using "Microsta" and "Excel" software.

Discussion

The intensity of plant nutrient leaching depended on soil solution concentration and the amount of percolated precipitation. With the latter increasing (in spring or late in the autumn) the soil solution was diluted and the concentration of chemical elements declined. Certain variations of the concentration occurred not only due to aeration, meteorological conditions but also based on the composition and amount of fertilizers applied.

The data of lysimetric water analyses show that the amount of cations leached varied in the following reducing order: $Ca^{++} \rightarrow Mg^{++} \rightarrow K^{+}$, anions $SO_4^{--} \rightarrow NO_3^{-} \rightarrow Cl^{-}$ (Table 1).

The concentration of calcium (Ca^{++}) ions in lysimetric water was the highest (90.1 – 160.2 mg kg⁻¹) of all the cations tested. An especially high concentration of calcium in lysimetric water was identified for the soils that had formed from lighter-textured rock – sandy loams, slightly less for sandy and loams 129.9, 117.3 and 100.0 mg kg⁻¹, respectively. The lowest concentration of calcium ions (90.1 mg kg⁻¹) in lysimetric water was identified for clays. When comparing soil formation sites, the highest concentration of calcium ions in lysimetric water was determined for *Planosols* taken from Dubingiai 160.2 mg kg⁻¹, while the lowest for *Luvissols* taken from Rumokai 90.1 mg kg⁻¹.

The leaching of magnesium (Mg^{++}) is closely related to calcium leaching. Although the concentration of magnesium ions, compared with calcium concentration in soil solution made up about 13 %, with the later increasing, the concentration of magnesium ions increased too. Soil peculiarities had a greater effect on magnesium concentration in the soil solution. The highest concentration of magnesium ions (24.0 mg kg⁻¹) in lysimetric water was identified for Trakai Vokė *Arenosols*. Although lime had been applied in Samališkės *Albeluvisols*, the concentration of magnesium ions in lysimetric water was very low 10.5 mg kg⁻¹, like for Juknaičiai *Podzols* and other sandy soils tested.

The concentration of potassium (K^{+}) ions in lysimetric water was low 2.3 – 5.2 mg kg⁻¹, which made up about 3 % of the total sum of cations tested, although this element is attributed to the mobile classes. Higher contents of potassium are leached into lysimetric water from East Lithuania's prevailing *Arenosols* – Trakai Vokė, Perloja, Dubingiai soils, while the least contents are leached from the rest of prevailing soils of Lithuania.

The concentration of sulphate (SO_4^{--}) ions in lysimetric water was the highest of all anions tested. Their concentration in lysimetric water was influenced by the soil sampling site. The lowest sulphate concentration in lysimetric water was determined for Juknaičiai *Podzols* 61.2 mg l-1 and Dubingiai *Planosols* – 70.7 mg kg⁻¹. The contents of sulphates in lysimetric water of the other tested soils ranged from 118.6 mg l-1 to 176.3 mg kg⁻¹.

Nitrates (NO_3^{-}). Nitrate nitrogen concentration in lysimetric water was markedly higher than that of magnesium but lower than that of sulphates. Its content was less affected by the soil than by the site where it formed. In the lysimetric water of Rumokai *Luvissol* the concentration of nitrates was 66.2 mg kg⁻¹, and that of Vėžaičiai *Luvissol* 31.9 mg kg⁻¹. In the lysimetric water of the rest of Lithuania's soils the nitrate content varied from 38.1 to 52.2 mg kg⁻¹.

Table 1. The effect of soils of different genesis on the chemical composition of the soil solution, mg kg⁻¹ (Vēžaičiai, average 1992-2003)

Soil	Site	Cations				Anions				Total Σ
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Σ	SO ₄ ⁻⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Σ	
Arenosols	Perloja [pH 5.1]	117.3	13.1	3.8	134.2	139.1	41.2	22.2	202.5	336.7
	Traku Vokė [pH 5.9]	112.1	24.0	5.2	141.3	176.3	38.0	25.2	239.5	380.8
Albeliuvisols	Samališkė [pH 5.2]	103.4	10.5	2.7	116.6	176.3	38.1	24.9	239.3	355.9
	Vēžaičiai [pH 5.2]	92.3	8.40	2.3	103.0	143.4	38.3	31.2	212.9	315.9
Podzols	Juknaičiai [pH 5.6]	117.3	12.3	2.7	132.3	61.2	48.4	36.3	145.9	278.2
Luvisols	Vēžaičiai [pH 6.0]	95.7	11.7	3.3	110.7	134.3	31.9	32.1	488.3	599.0
	Rumokai [pH 6.4]	90.1	15.6	2.6	108.3	111.4	66.2	54.0	231.6	339.9
Planosols	Dubingiai [pH 6.2]	160.2	15.9	3.6	179.7	70.7	52.2	19.2	142.1	321.8
Cambisols	Dotnuva [pH 7.1]	112.4	11.4	2.5	126.3	118.6	45.3	49.6	213.5	339.8
	Upytė [pH 7.4]	98.4	16.5	2.7	117.6	150.9	49.5	38.8	239.2	356.8
LSD ₀₅		9.36	1.17	0.16	3.14	4.86	9.26	1.55	3.52	2.36

The concentration of chlorine (*Cl*) in lysimetric water was markedly lower than that of sulphates or nitrates. Their concentration depended on soil pH. In the lysimetric water of Dubingiai *Planosols* the content of chlorides was the lowest 19.2 mg kg⁻¹, and in that of Rumokai *Luvisols* the highest 54.0 mg kg⁻¹.

The total sum (concentration) of ions studied. The effect of soil genesis on the total sum of ions tested was considerable. Although the total concentration of ions tested in the lysimetric water was affected by soil genesis, the soil formation site had a greater effect. The total ion concentration in lysimetric water taken from Rumokai *Luvisols* was 339.9 mg kg⁻¹, and that of the same *Luvisols* present in Vēžaičiai 599.0 mg kg⁻¹. While comparing soils differing in texture according to the concentration of tested ions in the lysimetric water no great differences were found, the soil formation site had a greater effect than texture.

The effect of soil genesis on the content of biogenic matter in lysimetric water. Calculations were done to determine the effects of soil genesis on the chemical composition of lysimetric water and the relationships revealed are presented in Table 2. We tried to express soil genesis by the agrochemical indicators of the soil. These calculations suggest that various soil agrochemical indicators had a diverse effect on the contents of the investigated ions in lysimetric water. As we can see from the data in Table 2, in general all the ions tested were more affected by the humus content in the soil and some of the tested ions by other soil indicators.

Table 2. Correlation coefficients between soil agrochemical indicators and the content of biogenic matters in the lysimetric water

Researched factors	Ions					
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻
In soil: humus	0.742	0.715	-0.363	0.518	-0.639	0.868
pH	0.396	0.153	-0.085	0.278	-0.519	-0.115
P ₂ O ₅	0.125	-0.427	-0.025	0.100	-0.443	0.225
K ₂ O	0.125	0.128	-0.243	0.103	-0.277	0.075
Ca	0.245	0.324	-0.089	-0.076	-0.284	0.039
Mg	0.083	0.517	0.117	0.172	-0.268	0.168

Note. Number of pairs n = 48. Statistically significant limit of the correlation coefficients $r > 0.2640$. In the table significant correlation coefficients are present in bold type.

Apart from the afore mentioned humus content in the soil, the calcium content in lysimetric water was also affected by soil pH. And this is right, since calcium content in the soil determines soil pH. The magnesium content in lysimetric water was affected by the content of phosphates, calcium, and magnesium in the soil. The content of calcium and magnesium in the soil and the content of magnesium in lysimetric water made a positive correlation, and with soil phosphates a negative correlation. Potassium content in lysimetric water did not correlate strongly with any of the soil agrochemical indicators, except humus content.

Of the tested anions, only the sulphate content in lysimetric water was affected by all the soil agrochemical indicators tested. The contents of nitrates and chlorides in lysimetric water did not correlate strongly with soil agrochemical indicators, except the humus content in the soil.

Conclusions

Long-term research of the effects of different soil genesis under changed environmental conditions (soil monoliths were delivered to the Lithuania) on the concentration of biogenic elements in lysimetric water led to the following conclusions:

-the concentration of biogenic elements in lysimetric water depended on soil genesis and texture. Soil podzolization processes are more intensive in West and East Lithuania's soils compared with Central Lithuania's soils. More rapid leaching of biogenic elements occurred in lighter-textured soils compared with heavier-textured soils prevailing in Central Lithuania.

- the concentration of biogenic elements in lysimetric water was influenced by different soil genesis. While comparing soils differing in texture according to the concentration of tested ions in the lysimetric water no great differences were found the soil formation site had a greater effect than texture. The total ion concentration in lysimetric water taken from Rumokai *Luvisols* was 339.9 mg kg⁻¹, and that of the same *Luvisols* present in Vėžaičiai 599.0 mg kg⁻¹.

- the concentration of calcium (Ca⁺⁺) ions in lysimetric water was determined to be the highest of all cations tested 109.9 mg kg⁻¹ or 86 %, of magnesium (Mg⁺⁺) made up about 11 %, of potassium 3 % from the total amount of cations tested. The concentration of sulphate (SO₄⁻) ions in lysimetric water was identified to be the highest 128.2 mg kg⁻¹ or 54 %, of nitrates (NO₃⁻) made up 32 %, of chlorides (Cl⁻) 14 % from the total content of anions tested.

- out of the tested agrochemical indicators, the humus content in the soil had the greatest effect on the concentration of biogenic elements in lysimetric water.

References

1. Adomaitis T. ir kt. (2002) Maisto medžiagų išplovimas karsto zonos dirvožemiuose // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, t.79, 198-205. (*In Lithuanian*)
2. Čiuberkienė D., Ežerinskas V. (2000) Agrocheminių rodiklių ir maisto medžiagų migracijos kitimai įvairiai kalkintame ir tręštame dirvožemyje // Žemdirbystė: mokslo darbai. – Akademija, 71, 32-48. (*In Lithuanian*)
3. Ežerinskas V. (1995) Kalkinimo ir tręšimo įtaka augalų maisto medžiagų išplovimui // Žemdirbystė: mokslo darbai. – Dotnuva -Akademija, 50, 32-39. (*In Lithuanian*)
4. Gaigalis., Račkauskaitė A. (2001) Azoto ir fosforo išplovimo ekosistemoje ypatumai // Vandens ūkio inžinerija: mokslo darbai, 16/38. Kaunas-Akademija. Vilainiai, 39-46. (*In Lithuanian*)
5. Herbst F., Stumpe H. (1984) Stickstoffnerbest und Stickstoffurkung bei Dungerausbringung im Herst // Archiv Acker – und Bodenkunde, Bd. 28, 10, 603-609
6. Tarakanovas P. (1999) Statistinių duomenų apdorojimo programų paketas „Selekcija“. – Vilnius, 57 (*In Lithuanian*)
7. Tarakanovas P., Raudonius S. (2003) Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. - Akademija, 57 (*In Lithuanian*)
8. Балзарявичене Я. (1998) Выщелачивание K₂O и P₂O₅ дренажным стоком орошаемых дождеванием // Вопросы орошения сельскохозяйственных культур на орошаемых землях. – Вильнюс, 42-48.
9. Умарова А.Б. и др. (1996) Закономерности формирования лизиметрического стока и баланса некоторых элементов в модельной дерново-подзолистой почве // Тезисы докладов II съезда общества почвоведов. -Москва, -Книга I., 120-121.
10. Ушакова Г.И. (1987) Влияние удобрений на миграцию химических элементов в профиле иллювиально-гумусово подзола // Почвоведение. –№ 7, 46-53.

IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE CHANGE OF LIMED SOIL PROPERTIES

Koncius D.

Lithuanian Institute of Agriculture, Vezaiciai Branch, Gargzdu 29, Klaipėda distr., Lithuania, LT-96216, phone: +370 46 458233, e-mail: kodo@vezaiciai.lzi.lt

Abstract

Field and laboratory trials were carried out in the Vezaiciai Branch of the Lithuanian Institute of Agriculture in 1977-2005. The soil of the trial site was the *Bathihypogleyi* - *Dystric Albeluvisol* (ABd-gld), texture - morain loam. To evaluate the effect of various combination of liming and fertilization on the change of soil chemical properties was the aim of this investigation. The planned pH levels (factor A) - pH <4.7 (unlimed); 4.7-5.2; 5.2-5.7; 5.7-6.2; 6.2-6.7 and > 6.7 were established by primary liming with pulverized limestone in 1976. Pulverized limestone (92.55 % CaCO₃) rates were as follows: 1.9; 3.3; 5.8; 14.7 and 49.6 t ha⁻¹ respectively.

The object of the investigations was naturally acid soil and the same soil exposed to a long-term (more than 29 years) anthropogenic load. The essential and lasting ($r = 0.8-0.9$) variation of morain loam soil pH_{KCl} under different anthropogenic load were established. The acidification process had a negative effect on the soil chemical properties. The highest variation of the topsoil pH_{KCl} index to its diminishing (from 6.7 to 4.0) was obtained in the soil annually fertilized with a N₁₃₅P₁₁₇K₁₇₁ rate of mineral fertilizers.

It was revealed that the soil acidification process under the effect of intensive mineral fertilization (in both backgrounds with and without manure) was more intensive than in the nonfertilized soil. Systematic long-term manuring had a positive effect on the soil chemical state: decreased the soil acidification process and suspended the increase of mobile aluminium amounts.

Key words

Soil acidification, primary liming, mineral and organic fertilization, pH.

Introduction

Most of Lithuanian albeluvisols and luvisols are acid by nature. The experimental evidence obtained in Lithuania and other countries suggests that the major means for taming these soils are liming, organic and mineral fertilisation (Plesevičius, 1995; Conyers *et al.*, 2003). Liming of acid soils resulted in significant changes in soil properties. Natural soil forming (pedogenic) processes are continuously occurring in nature, one of which is soil acidification. This process is promoted in agrosystems by abiotic and anthropogenic factors: acid precipitation, crop and soil management practices, application of physiologically acid mineral fertilisers, Ca, Mg and other elements leaching and removal with yield (Ciuberkienė *et al.*, 2000). The level of soil acidification depends mainly on the mother rock, climate and biocenose (Kaczor, 2002). This all results in a continual soil chemical and biological degradation (Douglas, 2000). Acidification rates of these naturally acid and acidifying soils that formed in different territories are significantly increased by anthropogenic activity. The acidification resulting from this activity is to the greatest extent affected by intensive mineral and organic fertilisation, soil tillage and pesticide use (Malhi *et al.*, 1998; Ciuberkiene *et al.*, 2000; Barak 2000; Conyers *et al.*, 2003). Rapid soil acidification after liming is determined by the removal of alkaline compounds (base cations Ca⁺², Mg⁺²) from the ecosystem with plant production, nitrification caused by excess of ammonia nitrogen sources and the accumulation of hydro carbonates, nitrates, chlorides, sulphides, and other soluble salts and NH⁺; H⁺ ions in the soil. The increasing soil acidification rate is also considerably affected by the excess of organic acids in the soil which occurs due to intensive organic matter accumulation (Helyar, 1991).

The western zone of Lithuania receives a large annual amount of precipitation of 800-850 mm (the national mean is 675 mm). As a result, the area of acid soils is increasing steadily, since topsoil loses 120–200 kg ha⁻¹ of calcium annually (Mazvila *et al.*, 2000). Soil liming not only

neutralises mobile aluminium, which is one of the most toxic elements for plants, but also causes changes in agrochemical properties, nutrient content and uptake, humus qualitative composition (Svedas, 2000). Summarising the literature data we can affirm that the soil acidification rate depends on the nature of the anthropogenic load and the geochemical state of the soil.

The aim of the research was to evaluate the effect of various combinations of liming and fertilization on the change of soil chemical properties.

Materials and Methods

The long-term trial was established at the Lithuanian Institute of Agriculture Vezaiciai Branch (55°41'N, 21°30'E). The experiment was conducted on the the *Bathihypogleyi* - *Dystric Albeluvisol* (ABd-gld), texture - morain loam.. The topsoil before experiment arrangement was very acid pH_{KCl} 4.3–4.4, hydrolytic acidity – 42–51 meq kg^{-1} , base saturation level – 23–26 %, mobile aluminium – 42–70 mg kg^{-1} soil. The soil was low in phosphorus and high in potassium – 72–99 and 232–264 mg kg^{-1} soil, respectively, humus content about 2 %. The planned pH levels (factor A) - < 4,7 (unlimed), 4,7–5,2; 5,2–5,7; 5,7–6,2; 6,2–6,7 and > 6,7 were established by primary liming with pulverized limestone in 1976. Pulverized limestone rates were as follows: 1,9; 3,3; 5,8; 14,7 and 49,6 t ha^{-1} respectively.

The five course crop rotation was as follows: 1) spring rape cv. 'Sponsor' (*Brassica napus annua* L.), 2) spring barley cv. 'Ula' (*Hordeum vulgare* L.), 3) red clover cv. 'Liesna' (*Trifolium pratense* L.) and timothy grass cv. 'Gintaras II' (*Phleum pratense* L.), 4) winter wheat cv. 'Sirvinta' (*Triticum aestivum* Host.), 5) oats cv. 'Selma' (*Avena sativa* L.). Mineral fertilizers – ammonium nitrate (NH_4NO_3), superphosphate ($Ca(H_2PO_4)_2+2CaSO_4$) and potassium chloride (KCl) in the experimental plots were used according to the following scheme (factor B): without fertilizers, single, double and triple rates of NPK. Single mineral fertiliser rate (N, P_2O_5 , K_2O or NPK for short) for spring rape was $N_{70}P_{60}K_{90}$, for spring barley and winter wheat – $N_{45}P_{30}K_{45}$, for perennial grasses first usage year – $P_{45}K_{60}$. Plot size was as follows: 80 m² (brutto) and 48 m² (netto). The treatments were replicated threefold. Randomised design was used.

The soil samples for chemical analyses were taken from every plot annually after harvesting. from the topsoil (0–20cm). Chemical analyses of soil samples were done using the following methods: pH_{KCl} potentiometrically (ISO 10390:2005), exchangeable (mobile) Al – by the Sokolov method. Experimental findings were processed using correlation–regression analyses.

Results and Discussion

The object of the investigation was naturally acid soil and the same soil exposed to a long-term (more than 29 years) anthropogenic load. The essential and lasting ($r = 0.8–0.9$) variation of morain loam soil pH_{KCl} under different anthropogenic loads was established. The acidification process had a negative effect on the soil chemical properties. The highest variation of the topsoil pH_{KCl} index to its diminishing (from 6.7 to 4.0) was obtained in the soil annually fertilized with a $N_{135}P_{117}K_{171}$ rate of mineral fertilizers. Primary liming with high chemically active lime rates had the greatest effect on reducing soil acidity. Unlimed and limed soil under natural conditions an 0,2 pH unit acid level in 29 years (figure 1). The rate of soil pH variation of limed soil was highly dependent on the rate of initial liming (figures 1, 2). Acidification in soil limed to pH 5,2–5,7 was more rapid (-0,9 pH unit) and in 29 years pH reached the initial measurements, i.e. soil became very acidic. More intensive acidification was determined when soil was limed to pH 6,2–6,7. Here pH decreased by 1,3 unit after liming, however after 29 years it was about 0,3 unit higher than before liming.

Mineral fertilizers increased soil acidification, especially when fertilizing with high rates ($N_{135}P_{117}K_{171}$) pH changes were diverse in different pH soils. When the soil was very acidic (pH 4,4–4,6) small mineral fertilizer rates decreased pH by 0,2 and high rates ($N_{135}P_{117}K_{171}$) – by 0,7 units.

Acidification in slightly acid soil was more intensive, however the influence of mineral fertilizers was less even when under high rates of fertilization. Mineral fertilizers influence on acidification processes in limed to pH 6,2–6,7 level soil was similar to very acidic soil. Fertilizing with $N_{45}P_{39}K_{57}$ rate decreased pH by 0,2 and fertilizing with $N_{135}P_{117}K_{171}$ – by 1,1 units.

The acidification process was slowed down when manuring (60 t ha⁻¹) every fifth year (Figure 2). Independently of the soil's pH level, manure decreased soil pH by 0-0,2 and by - 0,3-0,4 units on average when fertilizing by N₄₅P₃₉K₅₇ and N₁₃₅P₁₁₇K₁₇₁ respectively.

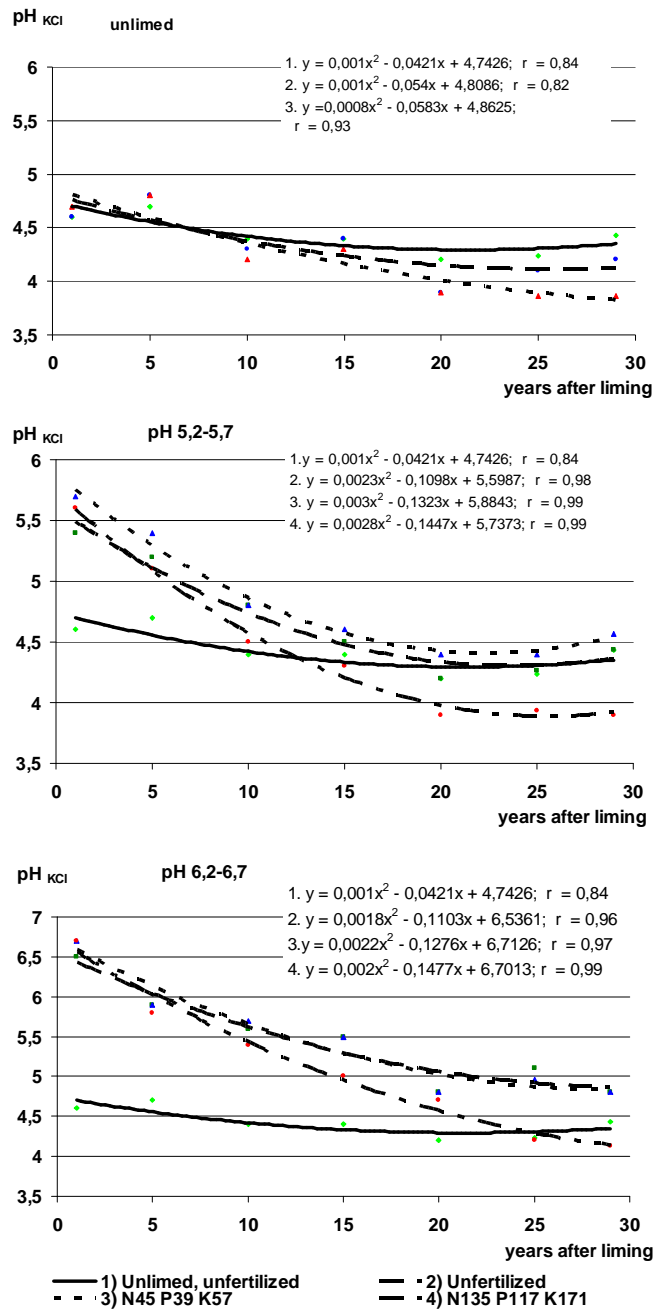


Figure 1. The variation of pH_{KCl} value as affected by various intensity mineral fertilizations, Vezaicai, 1977 – 2005

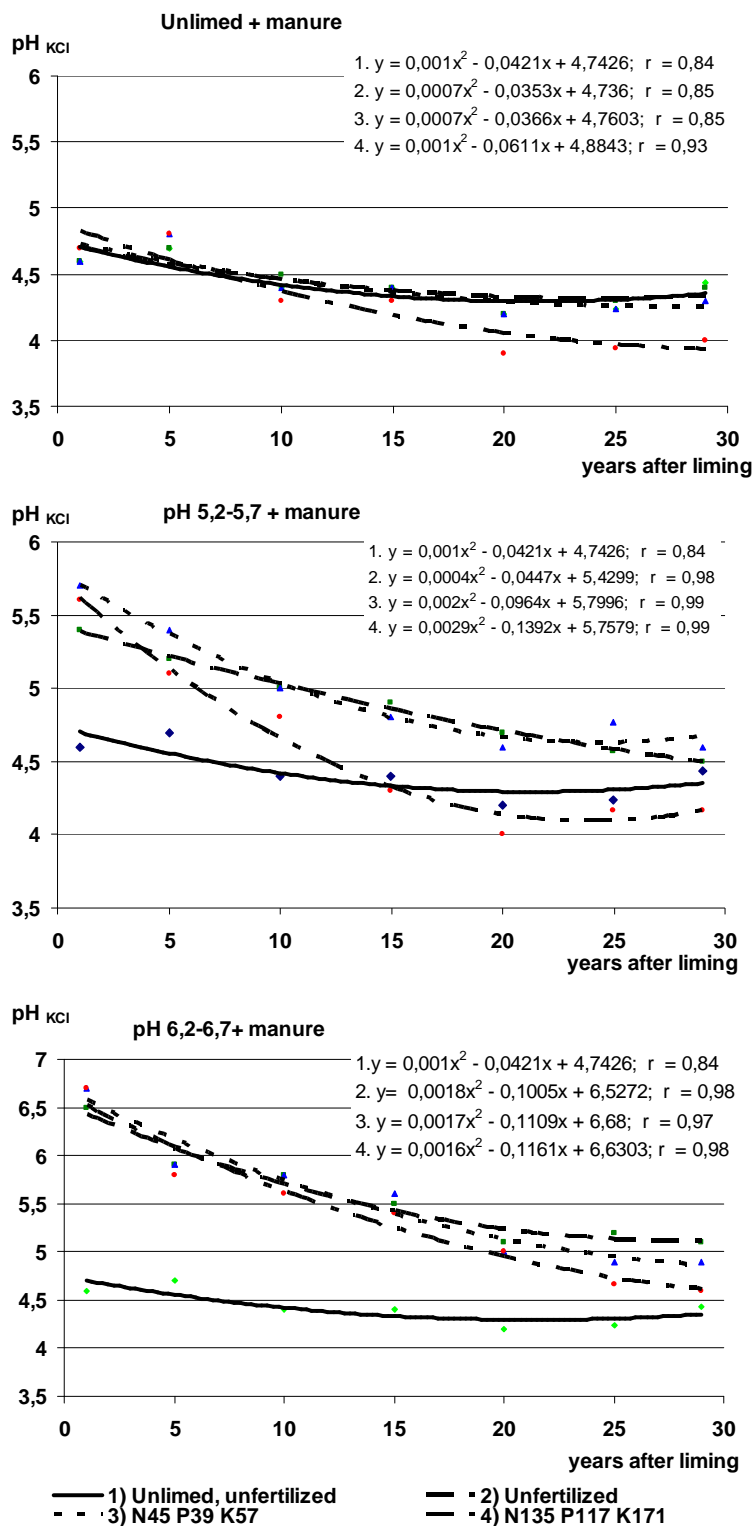


Figure 2. The variation of pH_{KCl} value as affected by various intensity mineral and organic fertilizations, Veizaicai, 1977 – 2005

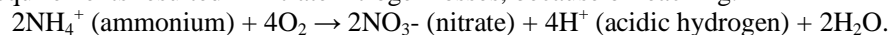
The highest amount of mobile aluminium was found in unlimed soil. During the restoration of aluminium compounds mobility was the slowest after main liming. Even after a 29 year period after liming, the amounts of mobile aluminium did not exceed harmful limits when the soil was limed to 5.2-5.7 and 6.2-6.7 pH, and was unfertilized or fertilized with low mineral fertilizer rates ($N_{45}P_{39}K_{57}$). Fertilizing with high rates of physiologically acid mineral fertilizers significantly speeded up acidification processes. Significantly negative changes of all soil acidity indices were determined when fertilizing with $N_{135}P_{117}K_{171}$. At a pH of 5.5 the concentration of Al in the soil solution was quite low. However, as the pH dropped from 5.0 to 4.0, the Al concentration increased markedly.

Manure decreased rapid soil acidification, but could not change the direction of acidification, decalcification and degradation processes. The amounts of basis elements, incorporated with manure were not sufficient to neutralize soil acidity and substitute liming.

Higher yields were obtained when soil was manured, however nutrients were removed. Still, positive manure influence was determined in all research plots, especially when fertilized with $N_{135}P_{117}K_{171}$ mineral fertilizer rate.

Soil acidification in natural biocenoses is a slow process. Acidification rates of these naturally acid and acidifying soils that formed in different territories are significantly increased by anthropogenic activity. Analysis of long-term anthropogenic factors allowed researchers to classify them by the effect on acidification in the following way: 1) stimulating – mineral fertilization → mineral fertilization + intensive liming; 2) stopping – organic fertilization (manuring) (Bernotas et al. 2005).

In the tenth year of fertilization the amount of mobile Al in the soil fertilized with $N_{135}P_{117}K_{171}$ rate was by 30 mg kg^{-1} , and in the 29 years – by 97 mg kg^{-1} higher compared with non-fertilized soil. Having assessed these differences we can substantiate the proposition that fertilization with mineral phosphorus, potassium, and especially nitrogen fertilizers promoted soil acidification. The rate of soil acidification depended on the amounts of fertilizers applied and on the duration of fertilization. Soil acidity was reduced because of the denitrification of nitrogen. The application of ammonium - based nitrogen fertilizers to naturally acid soils at rates in excess of plant requirements resulted in nitrate nitrogen losses, because of leaching.



Conclusions

Fertilizing with high rates of physiologically acid mineral fertilizers significantly speeded up acidification processes. The highest change of pH_{KCl} values (over more than a 29 year period) was reduced from 6,7 to 4,0 in the topsoil was which was annually fertilized with $N_{135}P_{117}K_{171}$ mineral fertilizers.

Systematic long-term manuring had a positive effect on the soil chemical state: decreasing the soil acidification process and suspend tinghe increase of mobile aluminium.

References

1. Barak F. (2000) Long – term effects of nitrogen fertilizers on soil acidity. Fertilizer aglime and pest management, Conference proceedings, Wiskonsin, 223-229.
2. Bernotas S., Ozeraitiene D., Koncius D (2005) Analysis of anthropogenic factors influencing the process of soil acidification // Agricultural Sciences, Vilnius, 2, 22-31 (*In Lithuanian*).
3. Ciuberkienė D., Ezerinskas V. (2000) The changes of agrochemical properties, weed infestation of crops and productivity of crop rotation in differently limed and fertilized soil // Agriculture. Scientific articles, Academy, 71, 32–48. (*In Lithuanian*).
4. Conyers M, Heenan D, McGhie W, Poile G (2003) Amelioration of acidity with time by limestone under contrasting tillage. Soil and Tillage Research, 72, 85-94.
5. Douglas L, Karlen and Susan S. Andrews. (2000) The soil quality concept: A tool for evaluating sustainability. // Soil stresses, quality and care. DIAS report No. 38. 15-26.
6. Helyar K (1991) The management of acid soils. Plant - soil interactions at low pH, Netherlands, 36-42.
7. Malhi S, Nyborg M, Harapiak J (1998) Effect of long-term N fertilizer – induced acidification and liming on micronutrients in soil and bromegrass hay. Soil and Tillage Research, 48 , 91-101.
8. Mazvila J., Eitminavicius L., Adomaitis T. et. al. (2000) Acidity soils of Lithuania // Agriculture. Scientific articles, Academy, 7. 3–19. (*In Lithuanian*).

9. Motuzas A. J., Buivydaite V., Danilevicius V. et.al. (1996) Soil science, Vilnius, 111–121. (*In Lithuanian*).
10. Plesevicius A. (1995) Liming systems of soddy podzolic and soddy podzolic gleic soils // Agriculture. Scientific articles, Academy, 48, 6–21. (*In Lithuanian*).
11. Kacror A (2002) The dynamics of changes in anthropogenic reasons of soil acidification in Poland within last 25 years. Polish Academy of sciences advances of agricultural sciences problem, 482, Warsaw, 235-244.
12. Knasys V. (1985) Soil liming. Vilnius, 32–84. (*In Lithuanian*).
13. Svedas A. (2000) Relationship between soil acidity and crop yield and level of nutrition // Agriculture. Scientific articles, Academy, 71, 21–34. (*In Lithuanian*).
14. Шильников И. А., Удалова Л. П., Аканова Н. И. и др. (1997) Эффективность сочетания известкованных и минеральных удобрений под зерновые культуры в длительном стационарном опыте, *Агрехимия*, 4, 34–39.

STABILITY OF SOIL ORGANIC MATTER IN AEROBIC AND ANAEROBIC CONDITIONS

Kužel S., Kolář L., Štindl P.

University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, Studentská 13, 37005 České Budějovice, Czech Republic, phone: +420 387772405, e-mail kuzel@zf.jcu.cz

Abstract

The stability of soil organic matter under aerobic and anaerobic conditions was studied. In the four samples of organic and organomineral surface horizons some parameters of organic matter stability were observed. They were expressed by the rate constant of their biochemical oxidation, total biochemical oxygen demand, substrate production of methane and degradability in anaerobic conditions. In analyzed samples no relationship between aerobic and anaerobic stability of their organic matter was found; nor was the expected relationship between total biochemical oxygen demand and “active carbon” C_{hws} was proved.

Key words

Soils, organic matter, stability, aerobic and anaerobic conditions

Introduction

The soil organic matter consists of two main distinct components. Primary organic matter (C_{ox}) which possess negligible ion exchange capacity, but is mineralizable and thus may be the source of energy for soil edaphon. Humic substances with high ion exchange capacity, but an exceptionally slow rate of mineralization. This is why they do not serve as a source of energy for soil microedaphon. Humic substances include fulvoacids ($C_{ox\text{ FK}}$), humic acids ($C_{ox\text{ HK}}$), hummins and products of their reactions in soil (e.g. with metal ions or soil colloid mineral matter). The importance of the first component is in its ability to maintain the soil microflora and it thus indirectly allows the soil to be inhabited by macroorganisms. It also influences the mobility of nutrients and the decomposition old organic pollutants in soil. The importance of the second component is mainly in its ability to bind nutrients in the soil by sorption and ion exchange. The importance of both these components is essential and these components cannot be interchanged.

Soil organic matter (SOM) is mostly described only by the value C_{ox} although it is generally known that C_{ox} also expresses primary organic matter of low ion exchange capacity and a high tendency of mineralisation as humified organic matter with just the opposite characteristics (Kolář and Kužel, 1999). Some researchers give other characteristics of soil organic matter: degree of humification $D_H = C_{ox\text{ HA}} + C_{ox\text{ FA}}/C_{ox} \cdot 100$; HA:FA ratio; “active carbon” C_{hws} , C_{cws} /water-soluble C-matters at 20° C/(Kužel *et al.*, 2001). Others are using the separation of humic acid fractions by gel chromatography and the expression of percentage proportions of fractions with average relative molecular weight; by the colour quotient $Q_{4/6}$; by the interpretation of IR spectra of humic acids (Capriel *et al.*, 1995).

A description of the reactive, decomposable part of primary organic matter is more problematic. It is a material for mineralisation and a source of energy for soil microorganisms. It is also necessary to mention its function of an active reagent in the system of chemical and biochemical reactions in soils. This part of soil organic matter is determined by the water-soluble portion of soil organic matter in water or salt solutions of various concentrations and temperatures (Schulz, 1990; Körschens *et al.*, 1990; Weigel *et al.*, 1998). In many papers this portion of SOM is described by the level of its stability against oxidation, using e.g. differently modified respirometric tests.

We proposed and tested a method to evaluate the kinetics of mineralisation of a degradable portion of soil organic matter by the vacuum measurement of biochemical oxygen demand (BOD) of soil suspensions in an Oxi Top Control system of the WTW Merck Company (Süssmuth *et al.*, 1999), designed for the hydrochemical analysis of organically polluted waters (Kolář *et al.*, 2003). The measurements will provide BOD at the particular days of incubation. This data will be used to determine the total limit BOD_t and to calculate the rate of constant K of biochemical stability of these matters.

By this method we improved by the use of expeditious but relatively more costly photometric tests of the Merck company (Kolář *et al.*, 2005 a). In order to simplify experimental works and to cut their costs we evaluated the lability of SOM degradable part by the ratio of biochemical oxygen demand to the total chemical oxygen demand BOD₅ : CHOD, which is used for the evaluation of the level of organic matter stability in hydrochemical analytics (Štindl *et al.*, 2005). But this method was not found suitable for SOM evaluation because the values of BOD₅ were too low for SOM and the relative experimental error was too high.

The stability of any organic matter, i.e. also of SOM, is somewhat different in aerobic conditions when mineralisation takes place, and in anaerobic conditions when anaerobic digestion takes place with the production of biogas, in which methane is a dominant component. We proposed a method to evaluate organic matter degradability in anaerobic conditions for the needs of anaerobic digestion and biogas production (Kolář *et al.*, 2005 b).

Materials and Methods

For our study we used SOM of organic and organomineral surface diagnostic horizons according to Němeček (2001) with the content of C_{ox} 9.8 – 20.1 % by weight. Four samples were diagnosed in this way:

A_t - Peatified (anmoor)organomineral surface hydrogenous horizon, humic;

O_f - Fibric horizon of the forest floor of forest soils, hydrogenous;

F_a - Amphigenous horizon of detritus of the forest floor of forest soils, anhydrogenous;

T_s - Sapric horizon of the forest floor of forest soils, peaty.

Anaerobic conditions

We used to determine the stability of soil organic matters the Oxi Top Control AN 12 Merck apparatus that differed from the apparatus for measurements in anaerobic conditions in fermentation flasks with two side tubes and different pressure measuring heads of these flasks. The methodical procedure was described in detail in the paper of Kolář *et al.* (2005 b). The sample amount was 80 – 100 mg.l⁻¹ of organic carbon, the inoculum concentration was 3 g.l⁻¹.

Aerobic conditions

We used to determine the stability of soil organic matters the Oxi Top Control method based on measurements of the vacuum in flasks equipped with heads with displays of infrared interface facilitating the communication with OC 100 or OC 110 controller; documentation was carried out by ACHAT OC programme run in a PC. Our working procedure was identical with the method of measurement recommended by the manufacturer according to the Proposal for German Uniform Procedures DEV 46, Bulletin – H 55, which was also published in a handbook of BOD (on CD-ROM) of WTW Merck Company. Fresh samples of the original moisture content (dry matter was determined at 105° C) were only mechanically disintegrated in distilled water, filtered through a 1 mm sieve, and a soil suspension was prepared of such a concentration that the assumed value of BOD would correspond to 30 – 50% of CHOD and in an undiluted form it would correspond to BOD 0 – 40 mg O₂ . l⁻¹. Using the dilution factors 2, 5, 10, 20, 50 to 100 in the apparatus it is possible to measure BOD up to 4 000 mg O₂ . l⁻¹. The pH value of the soil suspension

being lower than pH = 6, the suspension was neutralised with 0.1 M NaOH to pH = 6. To promote the activity of the microorganisms and to suppress nitrification the BOD nutrient mixture with allylthiourea was added. We inoculated with an addition of 2 vol. % of aerobic inoculum from an aerobic digester with soil. The inhibition of nitrification can also be done with the nitrification inhibitor NTH 600, which is a part of the kit. Sample incubation was carried out in an Oxi Top Box thermostat at 20°C. The settlement of soil suspensions in Oxi Top sample flasks is prevented by agitating trays (Kolář et al., 2006).

Results and Discussion

The values in Table 1 show that in spite of high C_{ox} the degree of humification is in general very low in all samples, correlating with relatively low values of the ion exchange capacity T, which exceptionally in samples of T_s and A_t reaches the values typical of medium-heavy soils although they were taken from humus horizons. The low bulk density indicates that they are mostly undecomposed organic materials that form the essential part of these samples. The diagnostic traits were less marked in some samples, and so it was difficult to determine an organic horizon exactly. But we did not exclude these samples because this problem did not influence the objective of the study. The quality of organic matter of these samples was sufficiently defined by the data in Tab. 1.

Table 1. Characteristics of the samples of organic and organomineral surface horizons (oxidisable carbon C_{ox}, degree of humification D_H, ion exchange capacity T and reduced bulk density O_r), $D_H = C_{ox\ HA+FA}/C_{ox\ total} 100$

Sample	C _{ox} , %	D _H , %	T, mgekv.kg ⁻¹	O _r , g.cm ⁻³
A _t	9.8	9.7	143	1.04
O _f	12.7	3.5	51	0.48
F _a	16.4	1.5	68	0.55
T _s	20.1	14.2	148	0.35

Table 2 shows the values of active carbon C_{hws} (Körschens *et al.*, 1990), i.e. carbon of water-soluble C-matters at the boiling temperature, and the values of CHOD in the used suspensions of samples as the measured values of C_{ox} cannot be used because the character of oxidation is similar but it differs according to dilution, acid concentration and oxidation time (Horáková *et al.*, 1989).

Table 2. Content of active carbon C_{hws} in the samples of organic and organomineral surface horizons, chemical oxygen demand CHOD and total biochemical oxygen demand BOD_t, BOD_t : CHOD ratio and rate constant K of biochemical oxidation

Parameters	A _t	O _f	F _a	T _s
C _{hws} , g.kg ⁻¹	0.18	0.25	0.72	0.30
CHOD g O ₂ .g ⁻¹ DM	0.96	1.28	1.40	1.01
BOD _t [g O ₂ .g ⁻¹ DM	0.16	0.16	0.23	0.20
BOD _t : CHOD	0.17	0.12	0.16	0.20
K, 24 hr	0.0282	0.0135	0.0352	0.0107

Table 2 also documents the value of the total BOD_t, i.e. over 20 days of incubation. It corresponds to the biochemically oxidisable part of sample SOM. Obviously, these values measured in the same suspensions are very low compared to CHOD. The ratio of BOD : CHOD in easily degradable matter is usually 0.5 – 0.8; if it is below 0.1, the matter is hardly degradable. The level of their stability in relation to oxidation, and/or their lability, is given by the value of the rate constant of such biochemical oxidation. The results show that the value of C_{hws} does not correspond to the value of BOD_t, and that it is far from corresponding to the values of the rate constants of biochemical oxidation although both variables, C_{hws} and BOD_t, are mainly determined by water-soluble C-matters. But the kinetics of their oxidation is so different that it dominates the common material basis of both analytical determinations. In BOD_t hydrolases of the inoculum and of newly formed microbial biomass are probably active in a very different way.

The correlation analysis at n = 16 and on a significance level α = 0.05 was done for the mathematical and statistical evaluation of the relationship between two variables, i.e. average

values of BOD_t and active carbon C_{hws} , and of the values determining the aerobic and anaerobic stability of soil organic matter, i.e. means of the rate constant of biochemical oxidation K and anaerobic degradability D_{CHOD} . The critical value α_{crit} is still too high to prove a statistically significant correlation. Therefore the results are not presented (Eckschlager *et al.*, 1980).

Table 3 shows the results of degradability of organic matter of samples in anaerobic conditions. It documents theoretical substrate production of methane TV_{CH_4S} derived from CHOD and substrate production of methane V_{CH_4S} calculated from the measured production of CH_4 in the test apparatus Oxi Top Control AN 12 Merck in accordance with ISO CD 11734 after subtraction of endogenous production of CH_4 by the inoculum added to test flasks. The anaerobic degradability of organic matter of samples of organic and organomineral horizons is expressed in % as D_{CHOD} . So we transferred our investigation to comfortable work with CHOD, but as mentioned above in the theoretical part, even if the Oxi Top Control AN 12 Merck apparatus is not available, it is possible to determine organic matter degradability in anaerobic conditions, though less exactly, from the ratio of carbon in the produced volume of biogas in an alternative apparatus to the organic carbon content of the sample at the beginning of the test. Because in these alternative apparatuses it is not usually possible to determine the numbers of CO_2 moles in the gaseous and liquid phase and numbers of CH_4 moles, and of these values the total number of moles of transformed carbon, we work only with the substrate production of biogas V_{BPS} . The results are only approximate, and it is necessary to decide whether the orientation values are acceptable with regard to the considerable acceleration of the work.

Table 3. Theoretical substrate production of methane TV_{CH_4S} , substrate production of methane C_{CH_4S} , anaerobic degradability of organic matter D_{CHOD} in samples of organic and organomineral surface horizons. Calculated values $(D_{CHOD})_{mol}$ and difference $D_{CHOD} - (D_{CHOD})_{mol}$

Parametrs	A_t	O_f	F_a	T_s
TV_{CH_4S} , $l.g^{-1}$ (101.3 kPa, 35°C)	0.30	0.40	0.43	0.31
V_{CH_4S} , $l.g^{-1}$	0.0043	0.0087	0.0206	0.0019
D_C , %	1.45	2.17	4.81	0.60
$(D_{CHOD})_{mol}$	1.43	2.14	4.80	0.59
$D_{CHOD} - (D_{CHOD})_{mol}$	0.02	0.03	0.01	0.01

The last value $(D_{CHOD})_{mol}$ in Tab. 3 is the value that was not derived from the methane volume at 101.3 kPa and 35° C but from the calculated numbers of produced CH_4 moles converted to CHOD. The difference between this value and D_{CHOD} shows the existence of some differences but the error is negligible.

The values in Tab. 2 and 3 document an important fact that there is no relationship between the aerobic and anaerobic degradability of SOM of organic and organomineral soil horizons, which we did not assume at the beginning of our study.

Conclusions

In the analyzed samples no relationship between the aerobic and anaerobic stability of their organic matter was found; nor the expected relationship between total biochemical oxygen demand and “active carbon” C_{hws} was proved.

This study was supported by project No. MSM 6007665806 of the Ministry of Education, Youth and Sport of the Czech Republic.

References

1. Capriel, P., Beck, T., Borchert, H., Gronholz, J., Zachmann, G. (1995) Hydrophobicity of the organic matter in arable soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 27, 1453-1458.
2. Eckschlager, K., Horsák, I., Kodejš, Z. (1980) Evaluation of analytical results and method. SNTL Prague and ALFA Bratislava, CZ.-223.
3. Horáková, M., Lischke, P., Grünwald, A. (1989) Chemical and physical method of water analysis. SNTL Prague, CZ.-389.
4. ISO CD 11734. Water quality – Evaluation of the “ultimate” anaerobic biodegradability of organic compounds in digested sludge – Method by measurement of the biogas production. CZ.-20

5. Kolář, L., Kužel, S. (1999) Organic matter in soil. In: Balík J. (eds) Reasonable using of fertilizer. International conference CAU Prague CZ, 15-19.
6. Kolář, L., Klimeš, F., Ledvina, R., Kužel, S. (2003) A method to determine mineralization kinetics of a decomposable part of soil organic matter in the soil. *Plant Soil Environment*, 49, (1), pp. 8-11.
7. Kolář, L., Kužel, S., Hanušová, A., Gergel, J., Ledvina, R., Šindelářová, M., Silovská, Š., Štindl, P. (2005 a) The use of Spectroquant Merck BOD photometric test to evaluate the stability of organic matters in soil. *Plant, Soil and Environment*, 51, (1), 46-50.
8. Kolář L., Klimeš F., Gergel J., Kužel S., Kobes M., Ledvina R., Šindelářová M. (2005 b) Methods to evaluate substrate degradability in anaerobic digestion and biogas production. *Plan, Soil and Environment*, 51, (4), 173-178.
9. Kolář, L., Ledvina, R., Kužel, S., Klimeš, F., Štindl, P. (2006) Soil organic mater and its stability in aerobic and anaerobic conditions. *Soil and Water Research*, 1, (2), 57-64.
10. Körschens, M., Schulz, E., Böhm, R. (1990) Heisswasserlöslicher C und N im Boden als Kriterium für das N-Nachlieferungsvermögen. *Zentralblatt für Mikrobiologie*, Jena, 145, (4), 305-311.
11. Kužel, S., Kolář, L., Ledvina, R., Spalevič, V. (2001) Transformation Soil organic matter in mountain and submountain regions of Šumava in Comparison with České Budějovice basin. In: Zaujec A., Bielek P., Gonet S.S., (eds) Humic substances in ecosystems. The 4th International conference SAU Nitra, SSCRI Bratislava, UTA Bydgoszcz, SK, 79-83.
12. Němeček, J. (2001): Taxonomical classificatory system of soil Czech Republic. CAU Prague, RIMSP Prague, CZ.-78 s.
13. Schulz, E. (1990) Die heisswass erextrahierbare C-Fraktion als Kenngröse zur Einschätzung des Versorgungszustands mit organischer Substanz.. *Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch. Wis.*, Berlin, 295, 269-275
14. Süßmuth, R., Doser, Ch., Lueders, T. (1999) Determination of the biological biodegradability of organic substances under anaerobic conditions using the Oxi Top Control measuring system. Appl. rep. 0600412 e, Universität Hohenheim, Inst. für Mikrobiologie, Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH & Co., KG Weilheim, D.-20
15. Štindl, P., Hrušková-Silovská, Š., Kolář, L., Kužel, S. (2005) Stanovení rozložitelnosti organické hmoty. Sborník z mezinárodního semináře „Nepotravinářské využití fytomasy“, SBU České Budějovice, 86-92,
16. Weigel, A., Kubát, J., Körschens, M., Powlson, D., Mercik, S. (1998) Determination of the decomposable part of soil organic matter in arable soils. *Archiv fuer Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde*, 43, 123-143

THE CHOICE OF THE DIFFERENTIATION CRITERIA OF SOIL TILLAGE USING THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)

Lapins D., Vilde A., Berzins A., Plume A. and Dinaburga G.

Latvia University of Agriculture, 2 Liela Street, Jelgava, Latvia, LV-3001

phone: +371 63005632, e-mail: Dainis.Lapins@llu.lv

Kopsavilkums

Latvijas zemnieku saimniecībās pēdējos gados parādās precīzās lauksaimniecības elementi un vispirms labību kombainu aprīkojums ražu karšu veidošanai. Nākošā etapa: ražu kartes izmantošana saistīta vispirms ar augšņu īpašību izpēti. (Vilde, Lapiņš *et al.* 2005). Tas nozīmē, ka saimniecībās jāveido sava lokālā ģeogrāfiskās informācijas sistēma. Augšņu īpašību izpētes materiāli ir kā bāze diferencētas, uz ĢIS bāzētas resursus taupošās augsnes apstrādes ieviešanai. Latvijā jau iepriekšējos gados ir veikti pētījumi par augsnes apstrādes pasākumu optimizēšanas iespējām, lietojot GPS (Lapins, Vilde, Berzins, *et al.*, 2006). Pētījumu rezultātu analīzes mērķis ir sistematizēt iegūto datu materiālu un ieteikt augsnes apstrādes diferences kritērijus, lietojot lokālās saimniecības ģeogrāfiskās informācijas sistēmas.

LLU MPS "Vecauce" „Kurpnieku” masīvā 47 stacionāros novērojuma punktos ražošanas sējumos 2004. - 2006.g. veikti pētījumi par faktoru ietekmi uz ziemas kviešu ražu. Meteoroloģiskie apstākļi abos gados bija atšķirīgi: 2005.g. raksturojās ar pazeminātām vidējām gaisa temperatūrām, bet 2006.g. – ar izteikti zemu nokrišņu daudzumu un līdz ar to arī mitruma deficītu augsnē. Skaidrotas augsnes apstrādes diferences iespējas saistībā ar augšņu īpašību raksturojumu. Koordinātu noteikšanā izmantota GPS. Ražu noteica ar Claas Lexion 420 GPS izveidotām ražu kartēm, lietojot AGROCOM programmatūru. Kā ražu ietekmējošie faktori pētīti augsnes A

horizonta biezums, organiskās vielas saturs, penetrometriskā pretestība augsnes slāņos līdz 50 cm dziļumam, augsnes mitrums aramkārtā un zem tās. Augsnes pretestības atšķirībās konstatēta būtiska novērojumu izpildes laika un augsnes mitruma ietekme. Slēdziens par atšķirīgu augsnes irdināšanas dziļuma izvēli jāizdara augsnes pretestību vērtējot saistībā ar augsnes A horizonta biezumu un irdināšanai paredzēto tehnoloģiju. Atšķirīga augsnes penetrometriskā pretestība augsnes zem aramkārtā vairāk ietekmē ražu par augsnes pretestību tās virskārtā. Augsnes pretestības samazināšanas pasākumi jāaplāno, ja augsnes pretestība zem aramkārtā 30 līdz 50 cm dziļumā ir robežās 600 - 700 kPa cm⁻².

Konstatēts, ka augsnes pirmssējas un arī pamat apstrādes dziļuma diferencei piemērotas ir Ap horizonta biezuma kartogrammas, kuru lietojums ļauj vietspecifiski samazināt pamat apstrādes dziļumu, ja Ap horizonta biezums ir lielāks par 36 cm. Eksperimenta platībā tas sastāda 60.1 % no kopplatības (5.attēls). Izmēģinājumos konstatēts, ka GPS punktos ar palielinātu Ap horizonta biezumu ir arī paaugstināts organiskās vielas saturs, kas kopumā mazina arī augsnes pirmssējas un pamat apstrādes minimalizācijas lietojuma risku attiecībā uz ziemas kviešu ražām.

GPS punktos ar organiskās vielas saturu virs 2 % Ap horizonta vidējais biezums 33.4 cm bija būtiski mazāks ($P < 0.05$) nekā pie organisko vielu satura augsnē virs 2 % (38.8 cm). Atbilstoši pie šiem pašiem GPS punktiem ar organisko vielu saturu vidēji 1.8 un 3.1 % ziemas kviešu sēklu iestrādes dziļums bija attiecīgi 3.2 un 3.7. cm ($P < 0.05$) un sējas dziļuma variāciju koeficienta S% lieluma 9.2 un 16.9 %. Tas liecina, ka platības daļās ar palielinātu organisko vielu saturu virs 2 % un arī Ap horizonta biezumu virs 40 cm jālieto augsnes pirmssējas apstrādē vai arī reizē ar sēju pievelšana. Augsnes pirmapstrādes vai sējas optimizēšanas nolūkam var izmantot organisko vielu vai arī Ap kartogrammas, kuru veidošanai lietotais lokālā GIS izejmateriāls cieši korelē.

No regulējamiem faktoriem lokālas GIS veidošanai lietota augsnes penetrometriskās pretestības noteikšana GPS punktos. Pētījumu rezultāti par penetrometrisko augsnes pretestību izmaiņām liecināja par to lielo un būtisko sezonālītāti, ko raksturojam ar diviem pretestības noteikšanas rezultātiem rudenī un pavasarī. Konstatēts, galvenais sezonālītātes cēlonis augsnes penetrometrisko pretestību izmaiņās ir augsnes mitrums. Lai izvēlētos starp diviem iespējamajiem augsnes pretestības noteikšanas iespējamajiem laikiem: rudenī vai pavasarī, kā kritēriju lietojām sakarības un ietekmi uz ziemas kviešu ražu. Konstatēts, ka palielinātas augsnes zem aramkārtas pretestības virs 600 kPa cm⁻² negatīvā ietekme parādās uz ziemas kviešu ražu pretestību nosakot to pavasarī. Taču rudenī pirms sējas noteiktai augsnes pretestībai un izveidotai GIS ir ātrāks pielietojums. Pētījumu rezultāti „Kurpnieku” masīvā 2005. un 2006.g. apstiprināja jau iepriekš konstatētos secinājumus, ka augsnes dziļirdināšana izpildāma, ja augsnes penetrometriskā pretestība pārsniedz 600 kPa cm⁻². Uz augsnes penetrometriskās pretestības mērījumu datiem veidotā lokālā GIS karte ļāva secināt, ka augsnes dziļirdināšanas kopējo apjomu „Kurpnieku” masīvā var samazināt par 48 % no kopplatības.

Atslēgas vārdi

GPS, GIS, precīzā laukkopība, augsnes apstrāde, ziemas kvieši, augsnes raksturojums

Abstract

Investigations were carried out in 2004 – 2006 at 47 stationary observation points on the production plantations of the Kurpnieki massif, the Vecauce Research and Training Farm (Vecauce RTF) of the Latvia University of Agriculture (LUA), into the factors that affect the yields of winter wheat. The differentiation possibilities of soil tillage were clarified in relation to the characteristics of soil properties. The Global Positioning System (GPS) was applied to determine the coordinates. The yield was determined by means of the yield maps developed by using the Claas Lexion 420 GPS and the AGROCOM Software. As the factors affecting the yield were studied: the thickness of horizon Ap of soil, the organic matter content, the penetrometric resistance of soil in its deeper layers to the depth of 50 cm, the soil and the subsoil moisture. A significant impact of the observation time and soil moisture was established on the differences in soil resistance. The conclusion about the choice of a different soil loosening depth should be drawn by evaluating soil resistance in connection with the thickness of the horizon Ap of soil and the technology intended for soil loosening. The different penetration resistance of the subsoil layer affects the yield rather than soil resistance in its upper layer. Measurements for the minimisation of soil resistance should

be planned when the penetrometric resistance of soil in its deeper layers to the depth of 30 to 50 cm is within the range of 600 - 700 kPa cm⁻².

It was established that the main factor which differentiates the yields of winter wheat, starting from the autumn of the sowing year and also spring, was soil moisture. The GIS cartograms allow site specific reduction of the depth of the basic tillage when the thickness of the horizon Ap is greater than 36 cm. On the parts of the area with an increased organic matter content over 2 % and also when the thickness of horizon Ap is more than 40 cm the soil presowing tillage or simultaneous sowing and rolling down should be used. The local GIS map allows a conclusion that the total amount of the deep soil loosening in the Kurpnieki massif can be reduced by 48 % of the entire area.

Key words

GPS, GIS, precision field management, soil tillage, winter wheat, soil characteristics

Introduction

During recent years the elements of precision agriculture are appearing on Latvian farms, es for instance, the equipment of grain harvesters for the formation of the yield charts. The next stage: the application of the yield chart is connected with the investigation into soil properties (Vilde, Lapiņš et al. 2005). It means that the farms should form their own local geographic information system. The research material of the soil properties is used as a basis for the introduction of differentiated, GIS-based resources-saving soil tillage. Already in the previous years research was conducted in Latvia into the possibilities to optimise the measures of soil tillage by using the GPS (Lapins, Vilde, Berzins, et. al. 2006). The aim of the analysis of the research results is to systemise the obtained data material and to recommend the difference criteria of soil tillage using the local geographic information systems on the farms.

Materials and Methods

Field trials were carried out at the Vecauce Research and Training Farm of the Latvia University of Agriculture during the years from 2005 to 2006. The weather conditions in both the years were different: the year 2005 was characterised by lowered mean air temperatures but the year 2006 – by a pronounced low rainfall and subsequent moisture deficit in the soil (Figures 1 and 2). During the production trials on the Tarso winter wheat variety at 47 stationary observation points of the Kurpnieki massif the differentiation possibilities of soil tillage were clarified in relation to the characteristics of soil properties. The same wheat growing agrotechnology was used on the entire massif, the principle of the single difference being applied at the GPS points. Positioner Germin iQ 3600 was used to determine the point coordinates. The yield capacity was determined by means of the yield maps developed by using the Claas Lexion 420 GPS and the AGROCOM Software. The factors affecting the yield which were studied were: the thickness of horizon Ap of soil; the organic matter content (which was determined in a certified agrochemical soil laboratory); the penetrometric resistance of soil in the layers to the depth of 50 cm being determined before the sowing of wheat (at the stage of one or two leaves in autumn, at the end of the clastering stage in spring by means of the Eijkelkamp Agrisearch Equipment) soil moisture in the arable layer and under it, alongside with the penetrometric resistance of soil determined by means of the same Eijkelkamp Agrisearch Equipment.

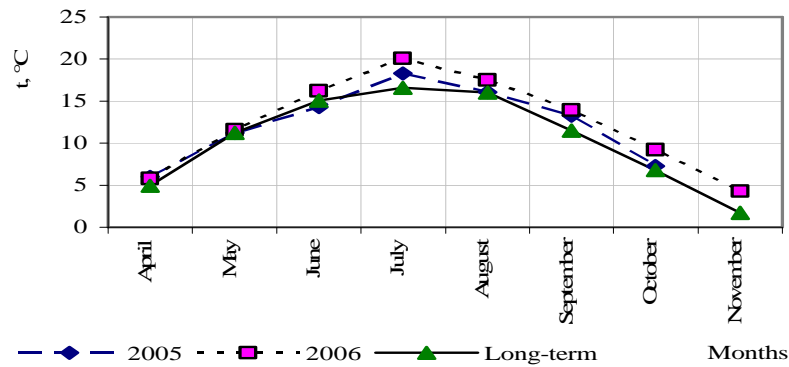


Figure 1. The mean day-and-night air temperature in the years 2005 and 2006, °C (acc. to Dobeles HMS).

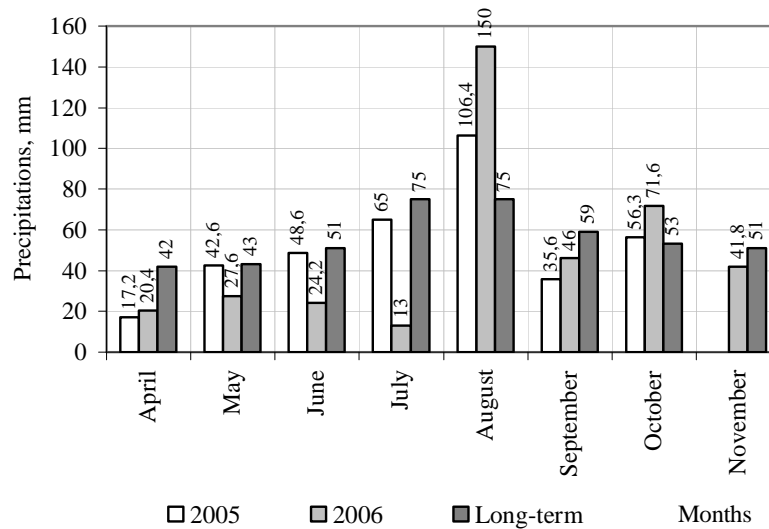


Figure 2. The mean amount of precipitation in the years 2005 and 2006, mm (acc. to Dobeles HMS).

Analysis of the research and discussion

Uncontrolled factors: the organic matter content in the soil and the thickness of horizon Ap, which are of essential importance in the decision making system on the soil tillage differentiation in the aspect of the yields of winter wheat (Figure 3). No linear correlation with the yield was established for the granulometric content of soil characterised in the trials as physical clay content in soil, %.

The thickness cartograms of horizon Ap are appropriate for the differentiation of presowing and the postsowing depth of soil tillage the use of which allows site specific reduction of the depth of the basic tillage when the thickness of horizon Ap is greater than 36 cm. On the experimental field it constitutes 60.1 % of the total area (Figure 5). It was established during the field trials that there is increased organic matter content at the GPS points with an increased thickness of horizon Ap, which generally reduces the minimisation risk of the presowing tillage and the basic soil tillage, too, in relation to the yields of winter wheat.

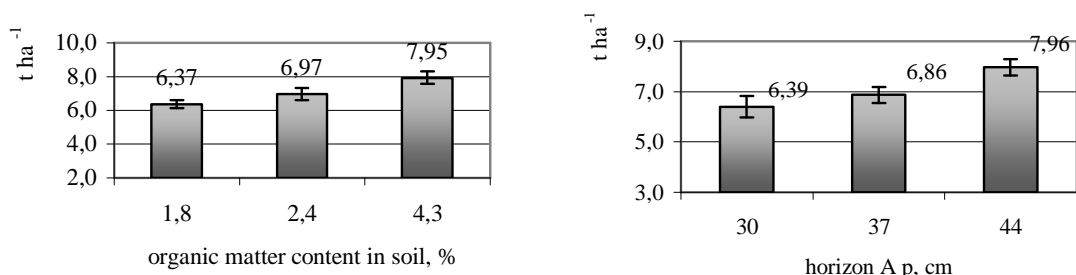


Figure 3. Organic matter content in soil, thickness of horizon A p, and the yield of winter wheat in the year 2006.

At the GPS points with an increased organic matter content over 2 % the average thickness of horizon Ap of 33.4 cm was significantly less ($P<0.05$) than with the organic matter content over 2 % (38.8 cm). Correspondingly, at the same GPS points with the average organic matter content 1.8 and 3.1 % the introduction depths of the seeds of winter wheat were 3.2 and 3.7 cm respectively ($P<0.05$), and the values of the variations coefficient S % of the sowing depth were 9.2 and 16.9 %.

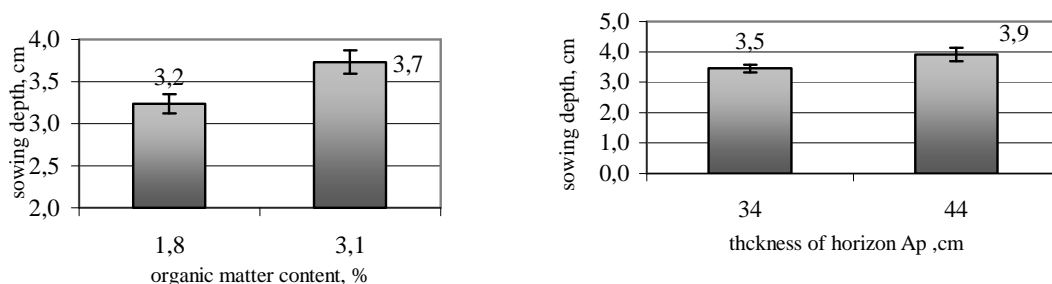


Figure 4. Dependence of the sowing depth of winter wheat on the organic matter content and the thickness of horizon Ap.

This demonstrates that on the parts of the area with an increased organic matter content over 2%, and the depth of horizon Ap over 40 cm rolling down should be applied during the presowing tillage or alongside with the sowing (Figure 4). The cartograms of the organic matter or Ap may be applied for the optimisation of the primary soil tillage or sowing (see Figure 5) with which the source material used for the formation of the local GIS closely correlates.

The controlled factor, used to form the local GIS, was the penetrometric resistance of soil determined at the GPS points. The research results into the variations of the penetrometric resistance of soil bore witness of their great and essential seasonality characterised by two results of the resistances determined in autumn and in spring. It was established that the main factor of seasonality in the variations of the penetrometric resistances of soil is the moisture of the soil. In order to make choice between the two possible times when soil resistance is determined – autumn and spring, the correlations and the impact on the yield of winter wheat were used as the main criterion (Figure 6).

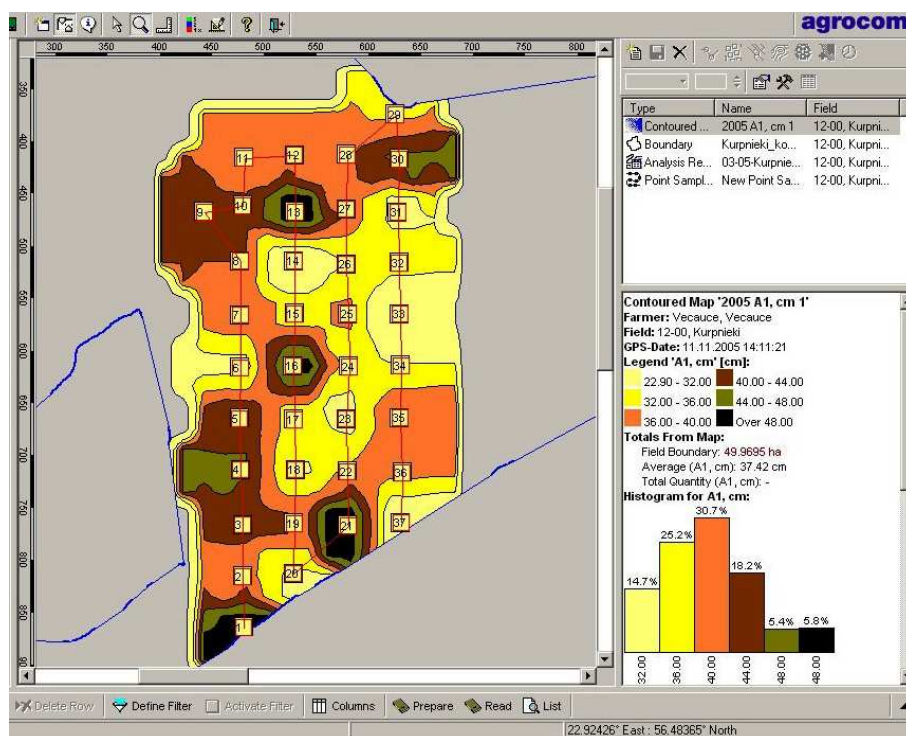


Figure 5. The GIS cartogram of the thickness of horizon Ap in the Kurpnieki massif.

It was established that increased resistance of the subsoil layer over 600 kPa cm^{-2} (resistance being determined in spring) has a negative impact on the on the yield of winter wheat. However, in autumn the soil resistance, which is determined before sowing, and the GIS has a more positive impact. The research results of the years 2005 and 2006 in the Kurpnieki massif confirmed the previous conclusions that deep loosening of soil should be carried out when the penetrometric resistance of soil exceeds 600 kPa cm^{-2} (see Figure 6).

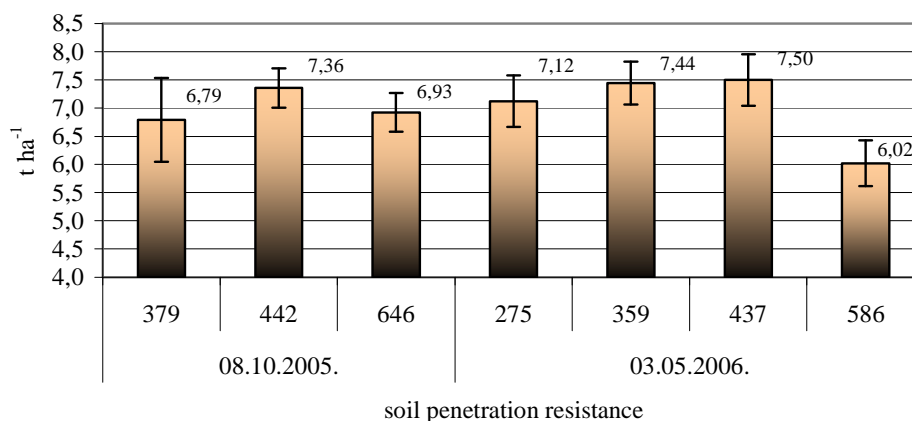


Figure 6. The yields of winter wheat in various soil resistance intervals in the lower layer of the arable land from 20 to 50 cm.

The local GIS map formed on the basis of the data of the penetrometric resistance measurements of soil allowed the drawing of the conclusion that the total amount of deep loosening of the soil in the Kurpnieki massif can be reduced by 48 % of the entire area.

Conclusions

Concerning the question of yield capacity of winter wheat the organic matter content in soil and the thickness of horizon Ap are of essential importance in the decision making system about the soil tillage differentiation.

The GIS cartograms allow site specific reduction of the basic tillage depth when the thickness of the horizon Ap is greater than 36 cm, which constituted 60.1 % of the total area of the experimental field.

At the GPS points with the average organic matter content 1.8 and 3.1 % the introduction depths of the seeds of winter wheat were respectively 3.2 and 3.7 cm ($P < 0.05$), and the variation coefficient of the sowing depth S % was respectively 9.2 and 16.9 %. This demonstrated that on the parts of the area with the organic matter content over 2 % and also the thickness of horizon Ap over 40 cm rolling down should be applied during the presowing soil tillage along with sowing.

The results of the variations of the penetrometric resistances of soil bore witness of their essential seasonality. The main factor of seasonality was the moisture of soil. The significant negative influence of increased resistance over 600 kPa cm⁻² (resistance being determined in spring) of soil under the arable layer was established on the yield of winter wheat.

It was established that deep loosening of soil should be carried out when the penetrometric resistance of soil exceeds 600 kPa cm⁻². The local GIS map allows reduction of the total amount of deep loosening of soil by 48 % of the entire area.

References

1. Vilde A., Lapins D., Berzins A., Rucins A., Plume A., Repsons J., Aizsilnieks A., Kopmanis J., Skrastins M., Cesnieks S. (2005) Investigations in precision agriculture // Problems of Agrarian Research Development in Common European Space / Proceedings of the Internationals Scientific Conference, May 27 – 28, Jelgava, Latvia, 47 – 55.
2. Lapins D., Vilde A., Berzins A., Plume A., Rucins A. (2006) Investigations in Precision Agriculture in Latvia Studies of Soil Properties and Tillage / Soil Management for Sustainability, Advances in Geology 38 / A cooperation Series of the International Union of Soil Science / Reiskirchen, Kiel, 223 – 232

NUTRIENT BALANCE AND AGROCHEMICAL PROPERTIES IN SOILS DIFFERING IN PHOSPHORUS AND POTASSIUM STATUS AS INFLUENCED BY FERTILISATION SYSTEMS

¹Mazvila J., ^{1,2}Vaisvila Z., ¹Staugaitis G., ¹Arbacauskas J., ¹Adomaitis T.

¹Agrochemical Research Centre of Lithuanian Institute of Agriculture, Savanoriu 287, Kaunas, Lithuania, LT-50127, phone: +370 37 311684; e-mail: bandymai@agrolab.lt

²Lithuanian University of Agriculture, Studentu 11, Kaunas distr., Lithuania, LT-4324, phone: +370 37 752212; e-mail: zigmas.vaisvila@lzuu.lt

Abstract

Experiments were conducted in 2001-2005 on sandy loam Calc(ar)i – Endohypogleyic Luvisol on two sites. The first site's soil was with higher amount of phosphorus and potassium (available P 0.082 – 0.108, available K – 0.093 – 0.136 g kg⁻¹), while the second site's soil was with lower amount of this nutrients (P 0.030 – 0.043, K – 0.067 – 0.093 g kg⁻¹).

The best nitrogen balance (close to 0) was achieved when nitrogen fertilisation rates were adjusted according to the mineral nitrogen content in soil in spring. When 60 t ha⁻¹ of manure were applied once per crop rotation cycle, negative nitrogen balance was calculated only for the plots not fertilised with nitrogen fertilisers. Nitrogen balance was negative when crops were not fertilised with manure and received average mineral fertilisation rates or the rates calculated using balance method, also in the case where winter wheat straw was ploughed-in once per crop rotation cycle. In spring mineral nitrogen content in soils of plots fertilised with different nitrogen fertilisation rates was quite similar. Mineral nitrogen content depended mainly on precipitation (0-40 and 0-60 cm – R = 0.66 and 0.71) and somewhat less on air temperature (R = 0.41- 0.45).

Fertilisation efficiency in soils rich in nutrients is low, and the excess of nutrients can be leached from soil into environment. In order to decrease the risk of environment pollution, the best solution is application of average phosphorus and potassium fertilisation rates adjusted according to the soil agrochemical properties and calculated using the balance method. When crops were fertilised with the rates calculated using the aforementioned methods, content of these nutrients in phosphorus and potassium rich soils almost did not change or tended to decrease, while in phosphorus and potassium poor soils content of plant available phosphorus and potassium increased.

Key words

Soil, fertilisation, balance.

Introduction

Productivity of agricultural crops can be improved by proper fertilisation. Setting of average mineral fertilisation rates for agricultural crops in Lithuania was based on the results of fertilisation experiments and biological peculiarities of particular crop. These rates are oriented towards achievement of average yields in cases when data on soil agrochemical properties and plant chemical composition are not available. From an economical point of view, especially in present conditions, sticking to these fertilisation rates is not always the best decision. In order to get the most optimal results, these rates are modified according to the amount of nutrients in soil: mineral nitrogen, plant available phosphorus and plant available potassium.

Researchers from different countries indicate the dependence of agricultural crops yield upon the amount of mineral nitrogen in soil (Kulakovskaja, 1974; Bogdevich, 1981; Becker and Aufhammer, 1982; Neeteson *et al.*, 1988; Mattson, 1990).

Efficiency of nitrogen fertilisers strongly depends on mineral nitrogen amount in soil: when it is very low, fertilisers are highly efficient (Pliupelyte *et al.*, 1995; Lazauskas *et al.*, 1996; Mengel, 1984; Vaisvila, 1996).

Lithuanian soils are grouped according to the mineral nitrogen amount, and different nitrogen fertilisation rates are set for each group. As the soil richness in nitrogen increases, the recommended nitrogen fertilisation rate decreases (Kulakovskaja, 1974; Vaisvila, 1996).

Amount of plant available phosphorus and potassium in soil affects the efficiency of mineral fertilisers too. Yet in this case a proper assessment of impact of nutrients available in soil on mineral fertilisers efficiency is necessary (Aovalsteinsson and Jensen, 1990; Greenwood and Karpinets, 1997; Mazvila *et al.*, 1996; Shiel *et al.*, 1997).

Time after time setting of agricultural crops' fertilisation rates is not based on the average rates, but calculated using a balance method taking into account a planned yield, demand of nutrients per unit of produce and employing the correction coefficients for uptake of nutrients from soil and fertilisers (Svedas, Tarakanovas, 2000).

Rather often Lithuanian growers fertilise agricultural crops in crop rotation systems with minimal nitrogen rates, and phosphorus and potassium fertilisers are applied only on very demanding crops – winter crops, hill-up crops, first-year perennial grass.

Humus amount in Lithuanian soils is low, therefore organic fertilisers are of high importance (Mazvila *et al.*, 1996; Mezals, 1997; Tripolskaja and Greimas, 1998). Animal husbandry has decreased substantially, thus less manure is accumulated. Ploughing-in of straw is another option for increasing of organic matter in soil (Bartashevich, 1987). Yet in this field more intensive research activities are needed. In this work we present the data on efficiency of winter wheat straw as fertiliser.

Aim of research – soil agrochemical properties and balance of nutrients in crop rotation systems set on nutrient-rich and nutrient-poor soils as affected by different crop fertilisation systems.

Materials and Methods

Experiment was carried out in 2001-2005 on sandy loam Calc(ar)i – Endohypogleyic Luvisols, with higher amount of phosphorus and potassium (with arable layer's pH_{KCl} – 4.8 – 5.3, available P 0.082 – 0.108, available K – 0.093 – 0.135 g kg⁻¹) and lower amount of this elements (pH_{KCl} 5.6 – 6.0, P – 0.030 – 0.043 and K – 0.066 – 0.093 g kg⁻¹).

Crop rotation system of five crops was set: perennial grass of first year use, perennial grass of second year use, winter wheat, potato, spring barley with undersown perennial grass.

Experiment was conducted using a single scheme: 1 variant – not fertilised; 2 – fertilised with PK, 3 – NP; 4 – NK, and 5 – NPK, average fertilisation rates applied, 6 – fertilisation rates less than in 5th variant by 25% for nitrogen, by 50% for phosphorus and by 40% for potassium; 7 – fertilised only with nitrogen; 8 – the rates applied in variant 5 adjusted to the mineral nitrogen, plant available phosphorus and potassium amount in soil, 9 – fertilised with manure, fertilisation rates calculated for the planned yield using a special computer programme created by A. Svedas and P. Tarakanovas, calculation is based on balance method (Svedas, Tarakanovas, 2000); 10 – NPK fertilisation rates calculated for the planned yield using balance method, nor fertilised with manure; 11 – agricultural crops fertilised only with average rates of mineral NPK fertilisers (no manure); 12 – winter wheat straw ploughed in together with 1 kg of N per 100 kg of straw. Rates of nutrients applied with incorporated straw: 19 kg ha⁻¹ of N, 3 kg ha⁻¹ of P and 14 kg ha⁻¹ of K in phosphorus and potassium rich soils, and 15 kg ha⁻¹ of N, 3 kg ha⁻¹ of P and 11 kg ha⁻¹ of K in phosphorus and potassium poor soils (Table 1). Besides that, in 2-9 variants plots destined for potato crop were fertilised with manure 60 t ha⁻¹ in autumn, resulting in average fertilisation rates 60 kg ha⁻¹ of N, 13 kg ha⁻¹ of P and 60 kg ha⁻¹ of K.

Table 1 Average annual fertilization rates for agricultural crops in field crop rotation, kg ha⁻¹

Treatment No.	Soil with higher amount of nutrients			Soil with lower amount of nutrients		
	N	P	K	N	P	K
1	0	0	0	0	0	0
2*	0	26	65	0	26	65
3*	51	26	0	51	26	0
4*	51	0	65	51	0	65
5*	51	26	65	51	26	65
6*	39	13	35	39	13	35
7*	51	0	0	51	0	0
8*	47	8	32	47	24	54
9*	29	5	24	12	20	33
10	50	6	40	26	24	51
11	51	26	65	51	26	65
12**	51	26	65	51	26	65

* incorporated 60 t ha⁻¹ of manure, **uploughed winter wheat straw

Soil samples were analyzed by the following methods: soil acidity (pH_{KCl}) – the electromeric; N_{min} – colorimetrically (N-NO₃ – using hidrasinsulphate and sulphanilamide, N-NH₄ – using sodium phenolate and sodium hyperchlorite; available phosphorus and potassium – AL. The total N in plant biomass was measured using Kjeldahl method; P – in vanadate-molibdate extraction and K – by flame photometry.

The data were processed by the method of dispersion analysis and correlative-regressive analysis. Statistical analysis has been carried out, using Microsoft Excel program.

Results

Nitrogen balance in soil was affected by amount of nutrients in soil and by the method used for calculation of mineral fertilisation rates. Nitrogen fertilisation rates in plots located on soil with higher amount of nutrients and not fertilised with phosphorus and potassium were only by 13.5 and 5.3 kg ha⁻¹, and in plots located on soil with lower amount of phosphorus and potassium – respectively by 17.4 and 19.9 kg ha⁻¹ higher than the nitrogen amount in crop yield. After having

adjusted the mineral NPK fertilisation rates according to the mineral nitrogen, plant available phosphorus and potassium amount in soil, nitrogen balance was about the same in both soils – with higher and lower amount nutrients: – 0.9 and 2.8 kg ha⁻¹ respectively. Calculation of fertilisation rates using balance method in most cases resulted in insufficient nitrogen fertilisation (Fig.1).

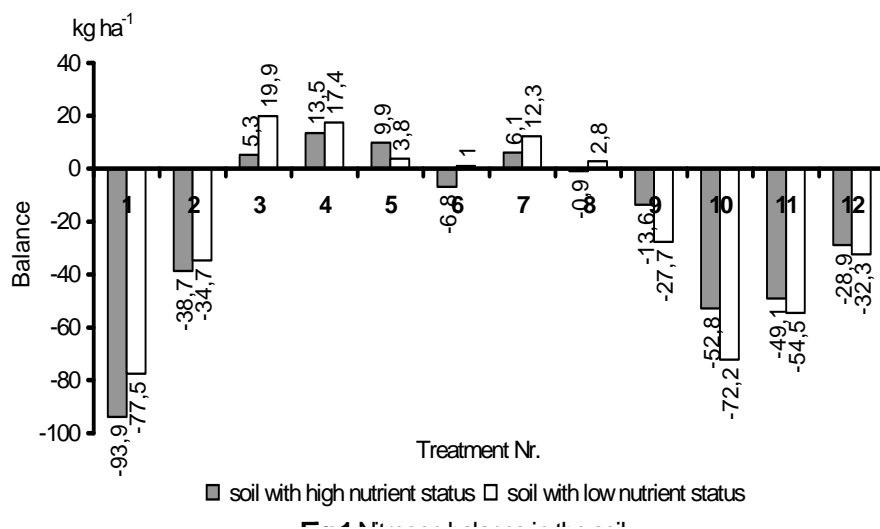


Figure 1. Nitrogen balance in the soil

Nitrogen balance was negative when crops were not fertilised with manure and received average mineral fertilisation rates or the rates calculated using balance method, also in the case where winter wheat straw was ploughed – in once per crop rotation cycle.

Mineral nitrogen amount in soils of different variants in spring was quite similar. According to the indices of regression equations, mineral nitrogen amount depended on mineral fertilisation less, than on air temperature (0-40 cm layer R = 0.45) and precipitation (0-40 and 0-60 cm – R = 0.66 and 0.71) (Table 2).

Table 2 The dependence of amount of mineral nitrogen in the soil (y) on two decades meteorological conditions (x)

Factors	Depth, cm	Equation $y=a+bx+cx^2$ coefficients			R	n
		a	b	c		
Air temperature, °C	0-40	7,20	0,303	0,000921	0,45	60
	0-60	6,50	0,284	-0,00253	0,41	60
Amount of precipitation mm.	0-40	13,07	-0,242	0,00270	0,66	60
	0-60	11,95	-0,238	0,00273	0,71	60
Nitrogen fertilizers rates, kg ha ⁻¹	0-40	9,51	0,00377	0,0000341	0,23	60
	0-60	8,48	0,00489	0,0000193	0,21	60

Phosphorus balance in plots fertilised with NPK fertilisers was positive almost in all cases; it depended on amount of nutrients in soil and on the method used for calculation of fertilisation rates. Crops fertilised with average NPK rates in soils with higher and lower amount of phosphorus it received (through application of mineral and organic fertilisers) respectively 23.9 and 24.4 kg ha⁻¹ of phosphorus more, than the amount of phosphorus accumulated in the yield (Table 3). Even application of decreased mineral fertilisation rates on the background of manure fertilisation resulted in excessive application of phosphorus – respectively 11.3 and 11.5 kg ha⁻¹ more than accumulated in plants.

Table 3 Effect of different fertilization systems on balance of available phosphorus in the soil and its amount

Treatment No.	Soil with higher amount of nutrients				Soil with lower amount of nutrients				
	Balance, kg ha ⁻¹	the amount of P in the soil			Balance, kg ha ⁻¹	the amount of P in the soil			
		2001	2005	±		2001	2005	±	
		g kg ⁻¹					g kg ⁻¹		
1	-12	0.082	0.084	0.002	-12	0.037	0.034	-0.003	
2	25	0.104	0.126	0.022	24	0.016	0.058	0.042	
3	24	0.106	0.122	0.016	26	0.043	0.057	0.014	
4	-1,8	0.092	0.090	-0.002	-0,9	0.031	0.038	0.007	
5	24	0.108	0.129	0.021	24,4	0.030	0.056	0.026	
6	11	0.090	0.104	0.014	11,5	0.032	0.039	0.007	
7	-1,2	0.086	0.087	0.001	-0,7	0.034	0.037	0.003	
8	5,3	0.096	0.102	0.006	21	0.030	0.055	0.025	
9	1,8	0.108	0.105	-0.003	19	0.033	0.046	0.013	
10	-8,6	0.103	0.099	-0.004	10	0.034	0.044	0.010	
11	12	0.101	0.110	0.009	11	0.034	0.050	0.016	
12	14	0.105	0.106	0.001	14	0.040	0.051	0.011	
LSD ₀₅		0.0137			0.0147				

After adjustment of mineral NPK fertilisation rates according to the soil agrochemical properties, positive phosphorus balance in soil with higher amount of phosphorus was 5.3; and in soil with lower amount of this element even 20.6 kg ha⁻¹. In case when phosphorus fertilisation rates were calculated using the balance method – 1.8 and 18.8 kg ha⁻¹ respectively. In the variant where winter wheat straw was ploughed-in once per crop rotation cycle and where average NPK fertilisation was applied, phosphorus balance was positive in both testing experimental fields, 14.2 and 14.0 kg ha⁻¹ respectively.

After crop fertilisation with phosphorus rates adjusted according to the soil agrochemical properties, plant available phosphorus amount in soil with higher amount of this element was about the same or slightly tended to decrease, and in soil with lower amount of phosphorus it increased by 0.025 g kg⁻¹. After fertilisation with average phosphorus rates, plant available phosphorus amount in soils of plots not fertilised with manure increased both in soils with higher and lower amount of phosphorus – by 0.009 and 0.016 g kg⁻¹ respectively, and where manure was applied – 21 and 26 mg kg⁻¹ respectively. Besides that, in soils of manure-fertilised plots increase of plant available phosphorus amount by 0.014 and 0.007 g kg⁻¹ was recorded even in plots fertilised with reduced mineral fertilisation rates.

Changes of plant available phosphorus amount in soil during the crop rotation cycle can be calculated using the regression equations presented in figure 2.

Changes of this element amount in soil during the crop rotation cycle strongly depended on the balance of this element (R = 0.85 – in soil with higher amount of phosphorus and R = 0.86 – in soil with lower amount of this nutrient).

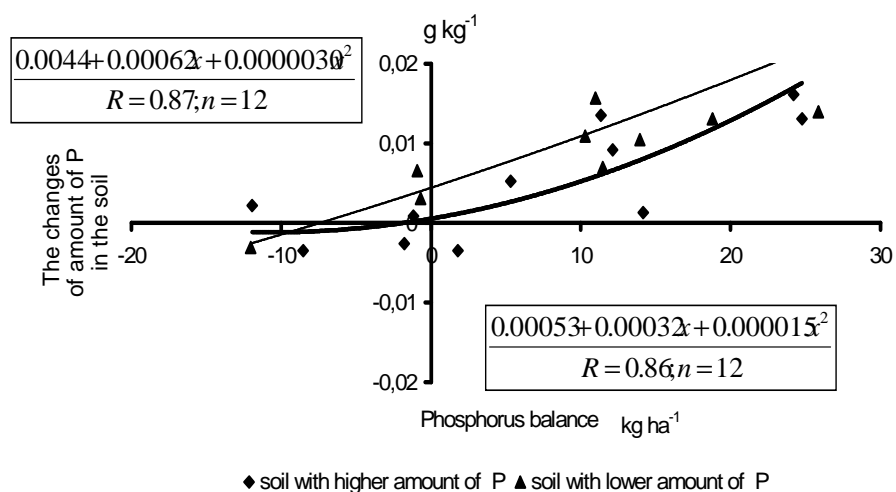


Figure 2. The effect of phosphorus balance on amount of mobile P in soil

In case of potassium balance the most appropriate crop fertilisation was achieved by application of mineral potassium fertilisation rates adjusted according to the soil agrochemical properties (Table 4).

After fertilisation of crops with potassium rates calculated using this method, the balance in soil with higher amount of potassium was close to 0, and in soil with lower amount of this nutrient – by 22.3 kg ha⁻¹ higher than the amount of potassium accumulated by crop yield. As a result of such fertilisation, plant available potassium amount in soil with higher amount of potassium almost did not change, in soil with lower amount of potassium it increased by 0.018 g kg⁻¹. When the average NPK rates were not adjusted according to the soil agrochemical properties, potassium supply was by 42.0 and 31.2 kg ha⁻¹ higher than the amount accumulated by yield, and the amount of plant available potassium in soil increased by 0.045 and 0.042 g kg⁻¹.

Table 4 The effect of different fertilization systems on amount of available potassium in the soil

Treat ment Nr.	Soil with higher amount of nutrients				Soil with lower amount of nutrients				
	Balance kg ha ⁻¹	the amount of K in the soil			Balance kg ha ⁻¹	the amount of K in the soil			
		2001	2005	±		2001	2005	±	
		g kg ⁻¹					g kg ⁻¹		
1	-76	0.093	0.089	-0.004	-65	0.090	0.076	-0.014	
2	38	0.130	0.168	0.038	34	0.078	0.119	0.041	
3	-24	0.112	0.100	-0.012	-17	0.085	0.080	-0.005	
4	60	0.132	0.184	0.052	42	0.089	0.125	0.036	
5	42	0.132	0.177	0.045	31	0.066	0.108	0.042	
6	8,1	0.105	0.123	0.018	9.2	0.075	0.083	0.008	
7	-26	0.103	0.110	0.007	-22	0.086	0.087	0.001	
8	1.4	0.132	0.136	0.004	22	0.081	0.099	0.018	
9	0,6	0.135	0.139	0.004	7.1	0.101	0.088	-0.013	
10	-46	0.120	0.125	0.005	-31	0.086	0.087	0.001	
11	-22	0.119	0.128	0.009	-26	0.072	0.087	0.015	
12	-6.2	0.120	0.113	-0.007	-13	0.080	0.085	0.005	
LSD ₀₅		0.0196				0.0169			

Potassium amount changes in soil can be expressed by regression equation (Figure 3). Correlation between the changes of plant available potassium amount in soils with higher amount of K and potassium balance – $R = 0.93$ in case of soil with lower amount of K – $R = 0.82$.

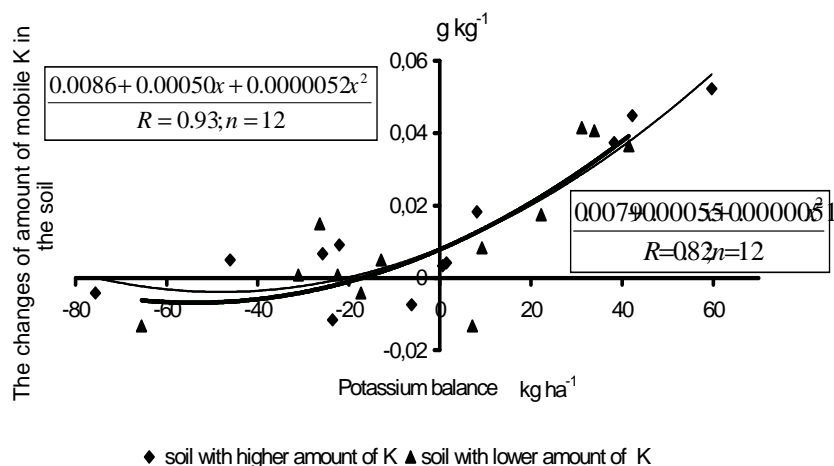


Figure 3. The effect of potassium balance on amount of mobile k in the soil

Organic fertilisers supplied the soil with large amounts of potassium. Application of average potassium fertilisation rates (without manure) (No.11), resulted in potassium supply deficiency: by 22.2 kg ha⁻¹ in soil with higher amount of potassium, and by 26.5 kg ha⁻¹ in soil with lower amount of this nutrient, when compared to the potassium amount accumulated by crop yield. Single application of 60 t ha⁻¹ of manure per crop rotation cycle changed the picture: in soil with higher and lower amount of potassium fertiliser-supplied potassium amount by 42.4 and 31.2 kg ha⁻¹ exceeded the potassium amount accumulated by crop yield (No.5). Ploughed-in straw also contains substantial amount of potassium, therefore a single ploughing-in of straw during the crop rotation cycle together with application of average potassium fertilisation rates make the good balance of potassium in soil (No.12).

Discussions

Developing countries – in order to supply more food to the people – are trying to improve the nutrients balance in soil and thus to slow down the decrease of soil fertility, while the developed countries are paying more attention to the protection of environment, especially to the increasing water pollution with phosphorus compounds and nitrates (Ishervood, 1998).

In our experiment the best nitrogen balance (close to 0) was achieved when nitrogen fertilisation rates were adjusted according to the mineral nitrogen amount in soil in spring. When 60 t ha⁻¹ of manure were applied once per crop rotation cycle, negative nitrogen balance was calculated only for the plots not fertilised with nitrogen fertilisers.

In order to increase the efficiency of nitrogen fertilisers and decrease environment pollution the amount of various nutrients supplied should meet the demand of crop. If phosphorus and potassium poor soils are fertilised only with nitrogen fertilisers, not only the crop yield is lower, but also the leaching of nitrogen compounds increases (Vaisvila, 1996; Goulding *et al.*, 2000). Because of this reason phosphorus and potassium balances are also important – there must be an optimal amount of these elements available in soil.

If soil is rich in nutrients, fertilisers' efficiency is low, and the surplus might be leached from the soil and become an environmental pollutant. According to the data obtained in our experiment, the best solution in such case is to apply average phosphorus and potassium fertilisation rates adjusted according to the soil agrochemical properties and calculated using the balance method. When crops were fertilised with the rates calculated using the aforementioned methods, amount of these nutrients in soils with higher amount of phosphorus and potassium

almost did not change or tended to decrease, while in phosphorus and potassium poor soils – increased. Application of 60 t ha⁻¹ of manure once per crop rotation cycle resulted in almost perfect phosphorus balance even in soils of plots not fertilised with potassium fertilisers; as for potassium – the balance was negative when the crop was not fertilised with potassium fertilisers.

After application of average NPK rates and ploughing-in of winter wheat straw phosphorus balance in soil was positive, as for nitrogen and potassium balances – the negativity was only partially compensated.

Conclusions

The best nitrogen balance (close to 0) was achieved when nitrogen fertilisation rates were adjusted according to the mineral nitrogen content in soil in spring.

When 60 t ha⁻¹ of manure were applied once per crop rotation cycle, negative nitrogen balance was calculated only for the plots not fertilised with nitrogen fertilisers.

Nitrogen balance was negative when crops were not fertilised with manure and received average mineral fertilisation rates or the rates calculated using balance method, also in the case where winter wheat straw was ploughed-in once per crop rotation cycle.

In spring mineral nitrogen content in soils of plots fertilised with different nitrogen fertilisation rates was quite similar. Mineral nitrogen content depended mainly on precipitation (0-40 and 0-60 cm – R = 0.66 and 0.71) and somewhat less on air temperature (R = 0.41- 0.45).

Fertilisation efficiency in soils rich in nutrients is low, and the excess of nutrients can be leached from soil into environment.

In order to decrease the risk of environment pollution, the best solution is application of average phosphorus and potassium fertilisation rates adjusted according to the soil agrochemical properties and calculated using the balance method. When crops were fertilised with the rates calculated using the aforementioned methods, content of these nutrients in soil with higher amount of phosphorus and potassium almost did not change or tended to decrease, while in soils with lower amount of phosphorus and potassium content of these elements increased.

References

1. Aolsteinsson S., Jensen P. (1990) Influence of temperature on root development and phosphate influx in winter wheat grown at different P levels, *Physiologia plantarum*, 80, 69–74.
2. Bartashevich V.I. (1987) Straw as fertiliser and crop productivity on reclaimed soils. Crop productivity improvement methods, 18. 90-95.
3. Becker F.A., Aufhammer W. (1982) Nitrogen fertilization and methods and predicting the N requirements of winter wheat in the Federal Republic of Germany. Symposium on fertilizers and intensive production in the EEC, London, 35–65.
4. Bogdevich I.M. (1981) Scientific basis for fertilisation in western region of USSR, Minsk, Belorussia, –200.
5. Goulding K.W.T., Poulton P.R., Webster C.P., Howe M.T. (2000) Nitrate leaching in the Broadbalk Wheat Experiment, Rothamsted, UK, as influenced by fertilizer and manure input and the weather. *Soil Use and Management*, 16. 244-250.
6. Greenwood D.J., T.V. Karpinets. (1997) Dynamic model for the effect of K-fertilizer on crop growth, K-uptake and soil – K in arable cropping. Field test of the model. *Soil Use and Management*, 13, 184–189.
7. Kulakovskaja T.N. (1974) Soil-agrochemical basis for achievement of high yields, Minsk, Belorussia, 393–397.
8. Lazauskas S., Vaisvila Z., Matusевич K., Pliupelyte E. (1996) Nitrogen fertilisers' efficiency for barley crop as affected by mineral nitrogen amount in soil. *Agriculture, Dotnuva-Akademija*, 50, 41–53.
9. Mattson L. (1990) Effect of the inorganic soil nitrogen level on fertilizer nitrogen requirements by spring barley grown on regularly manured soils. *Swedish J. Agric. Res.*, 141–145.
10. Mazvila J., Vaisvila Z., Masauskas V. (1996) Plant available phosphorus and potassium amount in Lithuanian soils and its impact on yield of agricultural crops. *Agricultural Science*, 2, 21–29.
11. Mengel K. (1984) Nutrient availability, fertilizer input and agricultural yields. Proc. 18th. Colloq. Intern. Potash Inst. Nutrient Balance and fertilizer needs in temperate agriculture, -Gardone-Riviera, Italy, 1984. 349–360.
12. Mezals G. (1997) Modelling of humus amount in the main types of Latvian soils. Scientific conference in commemoration of 40th anniversary of Lithuanian soil researchers society. Papers. Kaunas, 96–100.

13. Neeteson, J.J., Greenwood D.J., Draycott A. (1988) A dynamic model to predict yield and optimum nitrogen fertilizer application rate for potatoes. In Nitrogen Efficiency in Agricultural Soils, eds Jenkinson D.S. and Smith K.A., Barking, United Kingdom, Elsevier, 384–393.
14. Pliupelyte E., Lazauskas S., Vaisvila Z., Matusевичius K. (1995) Winter crop yield as affected by mineral nitrogen amount in soil and nitrogen fertilisation rates. Agriculture, 44, 143–153.
15. Shiel R.S., Mohamed S.B., Evens E.J. (1997) Planning phosphorus and potassium fertilization of field with varying nutrient amount and yield potential. Precision agriculture'97. Spatial Bios Scientific Publishers, 1, 171–178.
16. Svedas A., Tarakanovas P. (2000) Fertilisation planning. Computer version 'Fertilisation', Akadēmija. -34.
17. Tripolskaja L., Greimas G. (1998) Changes of plough horizon soil agrochemical properties caused by different fertilisation systems. Agriculture, Dotnuva-Akadēmija, 63, 55–69.
18. Vaisvila Z. (1996) Role of plant available nitrogen, phosphorus and potassium in agricultural crops nutrition. Habilitation work, Dotnuva-Akadēmija, 56-97.

DATU STATISTISKO APSTRĀDES METOŽU PIELIETOŠANAS IESPĒJAS NEZĀĻAINĪBAS IZPĒTĒ STATISTICAL METHODS FOR ANALYSING THE DATA OF WEED FLORA

Piliksere D.

State Priekuli Plant Breeding Institute, Zinatnes St. 1a, Priekuli, Cesis Distr., Latvia, LV-4126
phone: +371 64130162, fax: +371 4107217, e-mail: DacePil@e-no.lv

Abstract

The ecological approach to the agriculture supports a conservation of biodiversity in agro-ecosystems. The biodiversity is a part of a well-balanced organic system and thereby ensures more stable yields of the crop. The diversity of vegetation within and around agro-ecosystem is an important component of biodiversity. Natural plants provide many animal species with a habitat and food resources. Therefore it is important to investigate the diversity of weed and their impact on ecological processes in crop fields, as well as on amount and quality of the yield. It is possible to use the same statistical methods for analyzing vegetation diversity of weed flora as in phytosociology. The methods, mentioned in this paper, have been used in agriculture only for last two decades in Europe. There are no similar investigations in Latvia. TURBOVEG is a comprehensive database management system designed for the storage, selection, and export of vegetation data – among them also weeds. Indicator values of Ellenberg characterize the ecological optimum of plants concerning climatic and edaphic factors. Two-way indicator species analysis TWINSPLAN and software JUICE can be used for the classification of weed flora. Direct and indirect ordination – CCA and DCA – can be used to find the main ecological factors that determine the variation in the data set. SPSS is now widely used in nature sciences and includes many possibilities of data analysis. MS Excel is suitable for analyzing small amount of data. Different statistical methods are characterised for analyzing vegetation data to determine their advisability for investigations of the diversity of flora in agriculture. To compare the results, using these methods it is useful for research of weeds in the fields of both systems of agriculture – organic and conventional.

Key words

Weed flora, statistical methods, organic agriculture

Ievads

Ekoloģiskā pieeja lauksaimniecībā atbalsta bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu agroekosistēmās. Tā kā bioloģiskā daudzveidība ir daļa no labi līdzsvarotas organiskās sistēmas, kas, darbojoties saskaņā ar dabas procesiem, ir noturīgāka pret slimībām, tā nodrošina stabilāku laukaugu ražu. Veģetācijas daudzveidība ir nozīmīga agroekosistēmas un to ietverošās vides bioloģiskās daudzveidības komponente. Zviedrijā vairākas apdraudētas un retas sugas tika

reģistrētas tieši bioloģiskās lauksaimniecības laukos (Scialabba, Hattam, 2002). Savvaļas augiem tīrumā ir dzīvotnes un barības resursu nodrošināšanas loma daudzām dzīvnieku sugām. Tāpēc būtiski ir veikt nezāļu daudzveidības izpēti, to ietekmi uz ekoloģiskajiem procesiem tīrumos, arī faunas daudzveidību, kā arī ražas daudzumu un kvalitāti.

Līdz šim lauksaimniecībā izmantotās nezāļu uzskaites metodes nesniedz pietiekami daudzpusīgu informāciju par agroekoloģisko apstākļu un nezāļu floras mijiedarbību. Tāpēc ir lietderīgi lauksaimniecības zinātnē integrēt citas zinātņu jomas – piemēram, ģeobotāniku un fitosocioloģiju. Šajās zinātņu nozarēs pielietotās veģetācijas datu statistiskās apstrādes metodes var izmantot nezāļu floras daudzveidības izpētē, īpaši bioloģiskajā lauksaimniecībā, par ko liecina arī jaunākie pētījumi Eiropā (Lososová et al., 2004; 2006). Rakstā minētās metodes Eiropā tikai pēdējās divās desmitgadēs mēģināts izmantot pētījumos par tīrumu nezāļainību un nezāļu daudzveidību. Latvijā līdz šim nav līdzīga rakstura pētījumu.

Raksta mērķis ir analizēt dažas no Eiropā plaši lietotām veģetācijas datu statistiskās apstrādes metodēm, lai noteiktu to pielietošanas iespējas segetālās floras daudzveidības pētījumiem lauksaimniecībā.

Materiāls un metodes

Rakstā ietvertas un analizētas tās veģetācijas datu statistiskās apstrādes metodes, ko Latvijā tikai pēdējos gados sāk izmantot ģeobotānikas un fitosocioloģijas pētījumos, piemēram, par sausieņu egļu mežiem (Rūsiņa, Piliksere, 2005) vai mezofītajām un kserofītajām pļavām (Rūsiņa, 2005), bet Eiropā tās šobrīd jau izmanto pētījumiem lauksaimniecībā.

Veģetācijas dati lauksaimniecībā ietver fitosocioloģiskos aprakstus, kas pārstāv konkrētas agrofitocenozes. Atsevišķu metožu izmantošana prasa specifisku nezāļainības datu aprakstīšanas metodi. Apraksti veicami pēc Brauna-Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964; Pakalne, Znotiņa, 1992, Dierschke, 1994), kas ir visplašāk lietotā augāja pētījumu metode veģetācijas zinātnē Eiropā. Veģetācija tiek aprakstīta pa stāviem – pie ikgadējas regulāras augsnes apstrādes nezāļu florai atbilst lakstaugu stāvs, taču bioloģiskās daudzveidības izvērtēšanai būtiski noteikt arī sugas sūnu un ķērpju stāvā. Papildus datu bāzē tiek ievadīts katras sugas procentuālais segums – t.i., kādu augsnes virsmas laukumu tas nosedz. Veģetācijas datiem katram aprakstam iespējams pievienot visdažādākos raksturlielumus – piemēram, augsnes īpašības, vietas raksturlielumus, aprakstīšanas laiks, kultūraugs u.c. Fitosocioloģisko aprakstu daudzpusīga analīze dod iespēju iegūt plašu informāciju par augu sabiedrību izplatību, ekoloģiju, dinamiku, un to mijiedarbību ar vidi.

Rezultāti un diskusija

Nezāļu floras datu uzkrāšanai var izmantot fitosocioloģijā lietoto datu bāzi TURBOVEG (Hennekens, Schaminee, 2001), kas speciāli paredzēta veģetācijas datu uzglabāšanai un no kuras iespējama datu atlase un eksportēšana tālākai analīzei ar dažādām statistiskajām datu apstrādes metodēm, piemēram, TWINSPAN, DECORANA, MS Excel. Datu bāzē manuāli var ievadīt vai nu atsevišķus aprakstus, vai gatavas tabulas.

Nezāļu sugu ekoloģiskam raksturojumam, kā arī augu sabiedrību ekoloģijas un dinamikas pētījumos var pielietot Ellenberga indikatorvērtības, kas izsaka auga ekoloģisko optimumu attiecībā pret augtēnes klimatiskajiem (gaisma, temperatūra, kontinentalitāte) un edafiskajiem (mitrums, reakcija, aktīvais slāpeklis) apstākļiem. Ellenberga ekoloģiskās skalas (Ellenberg et al., 1992) sastāv no skaitliskām vērtībām, kas izsaka auga ekoloģisko optimumu attiecībā pret konkrētu faktoru. Faktora intensitāte un raksturs tiek norādīts ballēs sadalītā skalā, kur zema skalas vērtība norāda uz zemu sugas prasību pret attiecīgo faktoru, bet augsta skalas vērtība – augstu. Ellenberga skalas ir veidotas Viduseiropai un neskatoties uz to plašo pielietojumu un atzīstamajiem rezultātiem, nereti ir iebildes par šo skalu izmantošanu citos (ārpus Viduseiropas) reģionos. Latvijā veiktos mežu veģetācijas pētījumos (Laiviņš, Jermacāne, 2002) tiek uzsvērts, ka ciešākas sakarības starp Ellenberga skaitļiem un augsnes virskārtas ķīmisko analīžu datiem ir tieši dabiskās mežu sabiedrībās. Lai gan agrofitocenozes ir cilvēka veidotas un stipri ietekmētas, tomēr bioloģiskajā lauksaimniecībā būtiski ir tuvināties dabiskajiem apstākļiem. Ja tīrumos tiek veiktas augsnes ķīmiskās analīzes un ir vietējā meteostacija, tad iespējams kalibrēt Ellenberga ekoloģiskos rādītājus atbilstoši vietējiem apstākļiem.

Nezāļu floras daudzdimensiju klasifikācijai var izmantot divvirzienu indikatorsugu analīzi TWINSPAN (Hill, 1979). Šī analīze veido aprakstu vai sugu kopuma dihotomu daļījumu pa līmeņiem, kur katrs no klasteriem tiek nodalīts pēc to raksturojošās indikatorsugu kopas. Analīzes beigās tiek iegūta divvirzienu tabula, kur apraksti ir kārtoti kolonā un sugas – rindās. Tabulas galvenais bloks rāda sašķirotos datus. Gan apraksti, gan sugas tiek šķirotas tā, ka tās veido gan aprakstu, gan sugu grupas.

Kā labāka alternatīva TWINSPAN klasifikācijai pēdējos gados tiek atzīta COCKTAIL klasifikācija (Bruelheide, Chytrý, 2000), ko ietver JUICE programmatūra (Tichý, 2002). JUICE ir datorprogramma lielu fitosocioloģisko tabulu rediģēšanai, klasificēšanai un analizēšanai. Programma ir optimizēta lietošanai kopā ar TURBOVEG. Ar JUICE iespējama arī socioloģisko augu sugu grupu veidošana, izmantojot matemātisko algoritmu (Bruelheide 1995, 2000) – apvienojot sugas, kuras sastopamas kopā biežāk, nekā tas būtu teorētiski iespējams (ja sugu sadalījums datu masīvā atbilstu normālajam sadalījumam). Programma ietver arī dažādas cita analīzes funkcijas – uzticamības, indikatorvērtības un diagnostiskās sugas.

Tiešā un netiešā ordinācija – CCA un DCA – izmantojamas, lai atrastu galvenos ekoloģiskos faktoros, kas nosaka variāciju datu masīvā (Kent, Coker, 1994). Tiešajā ordinācijā veģetācijas aprakstus ordinē, izmantojot vides datus, lai izveidotu ordinācijas diagrammu (vides ordinācija). Veģetācijas un vides saistība tiek parādīta tieši. Netiešā ordinācijā veģetācijas dati tiek analizēti neatkarīgi no vides datiem, kas tiek ievadīti tikai pēc ordinācijas diagrammas izveidošanas (veģetācijas ordinācija) – tiek attēlotas augu sabiedrības variācijas iezīmes. Ordinācijas interpretācijai var izmantot Ellenberga ekoloģiskās skalas. Netiešo ordināciju var veikt izmantojot datorprogrammu DECORANA (Hill, Gausch, 1980) un PC-ORD (McCune, Mefford, 1999). Šo metodi var izmantot situācijās, kad pamatā esošie vides gradienti nav zināmi vai ir neskaidri, kaut gan tās ir vienlīdzīgi pielietojamas, kur vides gradienti ir zināmi. Ordināciju var sekmīgi izmantot, lai parādītu, kā ordinācijas telpā (ekoloģiskajos gradientos) grupējas ar klasifikācijas metodēm (piemēram, TWINSPAN) nodalītās aprakstu kopas, kā arī aprakstu kopas pēc socioloģisko grupu skaita aprakstā u.c. aprakstus raksturojošiem lielumiem. Metodes būtībā ir aprakstošas un ļauj pētniekiem formulēt idejas par augu sabiedrības struktūru, kā arī iespējām cēloniskām saistībām starp variāciju veģetācijā un tās vidi.

Tīrumu nezāļainības datu statistiskai analīzei var izmantot arī SPSS – sociālo zinātņu statistikas paketi, kas ietver ļoti plašas statistiskās datu apstrādes iespējas (sākot no vienkāršām aprakstošajām statistikām, līdz pat visnotaļ sarežģītākām regresijas analīzēm un analīžu grafikiem) un ko šobrīd plaši pielieto arī dabas zinātņu nozarēs. Programma ļauj analizēt un apstrādāt dažāda lieluma un daudzuma datus. Datu statistiskai apstrādei izmantojamas arī MS Excel pieejamās Tools/Data Analysis iespējas, taču šajā programmā var darboties tikai ar maza apjoma datiem.

Secinājumi

Apskatā ietverta tikai daļa no pasaulē lietoto veģetācijas datu statistiskās apstrādes metožu klāsta, ko izmanto arī segetālās floras analīzei. Raksturotās metodes katra ir ar savu specifiku un mērķi un to izmantošana paver ļoti plašas nezāļainības datu interpretācijas iespējas, mēģinot skaidrot sarežģītās mijattiecības starp dažādiem bioloģiskās daudzveidības līmeņiem. Dažas no metodēm (ordinācijas, SPSS, MS Excel) izmantojamas daudz plašākā mērogā, ne tikai floras analīzei. Salīdzinājumam metožu izmantojamību vēlams analizēt, gan bioloģiskās, gan konvencionālās lauksaimniecības tīrumu nezāļainības izpētē. Jautājums par konkrēto metožu izmantojamību lauksaimniecības pētījumiem Latvijā paliek atklāts. Izpēte labāko metožu identificēšanai tiks turpināta, tā kā bioloģiskās daudzveidības jautājumi lauksaimniecībā ir aktuāli.

Literatūra

1. Braun-Blanquet, J. (1964) *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien, New York. -865.
2. Bruelheide, H. (1995) Die Grünlandgesellschaften des Harzes und ihre Standortbedingungen. Mit einem Beitrag zum Gliederungsprinzip auf der Basis von statistisch ermittelten Artengruppen. *Dissertationes Botanicae*, 244, 1-338.

3. Bruelheide, H. (2000) A new measure of fidelity and its application to defining species groups. *Journal of Vegetation Science*, 11, 167-178.
4. Bruelheide, H., Chytrý, M. (2000) Towards unification of national vegetation classifications: A comparison of two methods for analysis of large data sets. *Journal of Vegetation Science*, 11, 295-306.
5. Dierschke, H. (1994) *Pflanzensoziologie*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. -683.
6. Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. (1992) *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen. -258.
7. Hennekens, S.M., Schaminee, J.H.J. (2001) TURBOWEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12, Opulus Press Uppsala, Sweden, 589-591.
8. Hill, M.O. (1979) TWINSPAN – a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics Cornell University Ithaca*, New York. -47.
9. Hill, M.O., Gauch, H.G. (1980) Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42, 47-58.
10. Kent, M., Coker, P. (1994) *Vegetation Description and Analysis – a Practical Approach*. Belhaven Press, London. -363.
11. Laiviņš, M., Jermacāne, S. (2002) Ellenberga ekoloģisko skalu izmantošana veģetācijas pētījumos Latvijā. *Latvijas Universitātes 60. zinātniskā konference. Ģeogrāfija, ģeoloģija, vides zinātne. Referātu tēzes*. Rīga, 83-85.
12. Lososová, Z., Chytrý, M., Cimalová, Š. Kropáč, Z., Otýpková, Z., Pyšek, P., Tichý, L. (2004) Weed vegetation of arable land in Central Europe: Gradients of diversity and species composition. *Journal of Vegetation Science*, 15, 415-422.
13. Lososová, Z., Chytrý, M., Cimalová, Š. Otýpková, Z., Pyšek, P., Tichý, L. (2006) Classification of weed vegetation of arable land in the Czech Republic and Slovakia. *Folia Geobotanica*, 41, 259-273.
14. McCune, B., Mefford, M.J. (1999) *PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 4*. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR, US. -237.
15. Pakalne, M., Znotiņa, V. (1992) *Veģetācijas klasifikācija: Brauna-Blankē metode*. LU, Rīga. -35.
16. Rūsiņa, S. 2005. Diagnostic species of mesophyllous and xerophyllous grassland plant communities in Latvia. *Acta Universitatis Latviensis. Earth and Environment Sciences* 685, 69-95.
17. Rūsiņa, S., Piliksere, D. (2005) Latvijas sausieņu egļu mežu augu sugu socioloģiskās grupas. *LLU Raksti*, 14 (309), 30-39.
18. Scialabba, N.E., Hattam, C. (eds.) (2002) *Organic agriculture, environment and food security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. -252.
19. Tichý, L. (2002) JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13, 451-453.

**COMPARISON OF DIFFERENT SOIL TILLAGE METHODS ON THE ECONOMICAL
PARAMETERS OF WINTER WHEAT PRODUCTION
DAŽĀDU AUGSNES APSTRĀDES METOŽU IETEKMES UZ ZIEMAS KVIEŠU
AUDZĒŠANAS EKONOMISKAJIEM RĀDĪTĀJIEM SALĪDZINĀJUMS**

Stašinskis Ē.

Latvia University of Agriculture, Institute of Soil and Plant Sciences, Liela iela 2, Jelgava, Latvia,
LV-3001, phone: +371 63005632, e-mail: eriks@dobeleagra.lv

Abstract

Reduced soil tillage in cereals has become more significant and popular in the last years in Latvia and EU. Many new minimum tillage and no-till machines are available for use for Latvian farmers. Real efficiency and economical aspects of those technologies against traditional ploughing are very important.

The research of soil tillage- sowing technologies on winter wheat was done on heavy clay soils in the Dobeles region of Latvia during the years 2000 - 2003. Field trials were established after two different previous crops – winter wheat and winter rape (factor A). Three different soil tillage-sowing technologies were compared. Traditional tillage soil ploughing and cultivating was compared against minimum soil surface tillage with using Simba Discs 34C 4.6 + Simba double press 4.6 and no-till sowing with direct drilling (factor B). The vaderstad Rapid 600P seed drill was

used for all experiments. The impact of the weed infestation was investigated comparing herbicide Secator 0.3 kg ha⁻¹ usage and a no herbicide treatment (factor C).

Meteorological conditions were different in all trial years with great differences in the long-term observations. That was a reason for the variation in the obtained results.

Traditional soil tillage has advantages in years with great amount of precipitation (growing season 2000 - 2001 and especially 2001 - 2002) but in dry conditions (autumn 2002) a significantly higher yield was produced by direct sowing.

Comparing additional expenses for soil tillage and additional obtained yield both treatments – minimal tillage and traditional tillage – gave additional profit on average in three years. The highest increase of winter wheat grain yield from additional investments was observed in treatment with minimal soil tillage growing winter wheat in recurrent sowing and using herbicides – 81.2 kg from 1 additionally expended LVL. A higher profit is realized from additionally expended resources in this treatment on average in three years.

Key words

Wheat, tillage, previous crop, economical evaluation.

Introduction

The tendency of using reduced soil tillage technologies is becoming more important and popular in Latvia and in EU countries (Romaneckas, 1999; Satkus, 2000; Simanskaite, 2000). It is mainly caused by a more economical use of production sources in agriculture. Many new agricultural machines for minimal soil tillage and no-till are now offered from producers of agricultural machinery. Many experiments about those methods were done in EU counties during the period of years 1970 – 1988 when many different soil cultivation and tillage methods on various crops were compared (Cannel, 1985; Finney and Knight, 1973; Ellis and Hause, 1980; Lutch and Vaidyanathan, 1983). On those results presently are done the main part of engineering of agricultural machinery and recommendations of use.

Research and experiments on different technological solutions for soil tillage systems and their impact on the productivity of different crops happens in many places in Latvia. Research in soil tillage systems in winter wheat production after different previous crops, together with the efficiency of herbicide use, were not done previously in Latvia. Also agricultural machinery used for those experiments Simba Discs 34C 4.6 + Simba double press 4.6 were not compared in Latvian conditions, especially on heavy clay soils.

The target of the scientific work is to clarify benefits or disadvantages of minimal soil tillage and no-till against traditional soil ploughing with stubble reversing. Also to find the differences in costs of those technologies and the economical profit or loss using them. The results will create the possibility to find optimal ways of using those technologies and work out recommendations on practical production.

Materials and Methods

The three years experiments (2001 – 2003) were carried out at the farm SIA Dobele Agra located in the Dobele region of Latvia. The soil there is heavy clay. Trials were established in two different crop rotations: 1. winter wheat sown after winter wheat, 2. winter wheat sown after winter rape (Factor A). Three different soil tillage and sowing methods were compared: 1. minimal conservation soil tillage 10 – 15 cm deep with mixing of soil, 2. direct sowing into stubble without any soil cultivation, 3. traditional soil tillage with ploughing on 25 cm with cultivation before sowing (Factor B). Additionally compared impact of those soil tillage methods on weed infestation in winter wheat: 1. with herbicide, 2. without herbicide treatment (Factor C). The field trials were designed with sizes 24 x 100 m.

The winter wheat variety 'Zentos' was sown on 25.09.2000., 29.09.2001. and 30.09.2002 at optimal soil conditions. Sowing was done with the pneumatical cultivator seed drill Vaderstad Rapid 600P which is equipped with 2 rows of cultivator tines (Agrilla system) and one row of levelling tines (crossboard system). Soil ploughing was done with the 6 furrow conventional plough Kverneland, soil cultivation prior to ploughing was done with the equipment Vaderstad Rexius which consist of levelling board (crossboard) and rollers (Cambridge type). Minimal soil

tillage were carried out with heavy disc harrows Simba Discs 34C 4.6 together with press Simba double press 4.6. The tractor Case 7250 Magnum Pro was used for pulling all the equipment. The spraying of the herbicide Secator 19 d.g. (NA-methyl-iodosulfuron 12.5 g kg⁻¹, amidosulfuron 50 g kg⁻¹) 0.3 kg ha⁻¹ was done with 18 m Hardy sprayer across trial blocks during the tillering stage of winter wheat.

The costs of the tillage work was calculated using financial data from the company SIA Dobeles Agra accounting system. Calculations include variable costs (fuel, the wear a spare parts) and fixed costs (labour, depreciation). Fuel consumption was determined by fuel consumption measurements which show the actual amount of fuel spent per one engine hour (l mh⁻²).

There were variable weather conditions with large differences among the averages during the experiments. Variable costs (fuel consumption and the wear of parts) were slightly different every year caused by different conditions. That causes large differences in the results between the three years because of the different impact of various factors.

Autumn 2000 was long and warm with a significant amount of precipitation. Those conditions effected the and development of winter wheat because of high weed competitiveness. In the spring, the weeds were already big and the effectiveness of herbicide was low. Also high amounts of precipitations during June and July of 2001 (115 un 118 mm, SIA Dobeles Agra weather station data) caused the additionally active growth of weeds and that factor effected the productivity of winter wheat yield results.

The investigation of the second year was established under high soil moisture, caused by a high amount of precipitations during the summer 2001 (309 mm, SIA Dobeles Agra weather station data). Those conditions were not favourable for quality soil tillage work, in comparison with the previous year. Winter wheat crop growth and development were different from the previous year. Summer 2002 was sunny and very dry (June 37 mm, July 30 mm, August 0 mm, SIA Dobeles Agra weather station data). In those conditions the efficiency of the herbicides was high in variations, where traditional soil cultivation with ploughing was used.

The third year experiments were established under very dry soil conditions, caused by the dry summer of 2002. There was a drought period of 60 days. Under such conditions there were difficulties to do qualitative direct sowing. The cold winter with large differences of temperatures negatively effected the winter hardiness of the winter wheat. Hot temperatures in July and heavy rainfalls in August effected harvesting results.

The wide variables in whether conditions gave the researchers wide experience in using of different soil tillage methods under different weather and soil conditions.

Analysis of correlation and regression were used for data analyse.

Results and Discussion

The trials results the investigation showed significant differences in the costs of cultivation and sowing methods (Table 1). Expenses were 36 % lower using minimal soil tillage methods but almost 5-fold lower using direct drilling compared to traditional tillage with soil reversing and cultivating afterwards. There were additional expenses in the amount of 23.59 LVL ha⁻¹ on traditional tillage and 13 LVL ha⁻¹ on minimal tillage compared to direct sowing. Differences in costs were caused by additional fuel, labour and the depreciation of machines.

Table 1 Expenses of soil tillage and sowing

Treatment	LVL ha ⁻¹				Compared to direct sowing	% from traditional tillage
	2001	2002	2003	Average		
Traditional tillage	30.84	26.16	31.51	29.50	+ 23.59	100
Minimal tillage	18.12	15.15	23.45	18.91	+ 13.00	64.08
Direct sowing	6.03	5.33	6.36	5.91	-	20.03

There were also significant differences in harvesting results received from particular soil cultivations and sowing methods. Grain yields were lower in treatments with reduced soil tillage. In treatments with minimal soil tillage the obtained yield was 95.3 % from that after traditional tillage but using direct drilling – 87.5 % (Fig. 1).

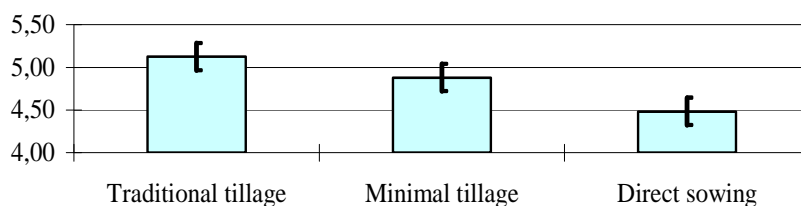


Figure 1. Winter wheat grain yield on average in three years, t ha⁻¹

We can calculate efficacy of different soil tillage methods taking into account that traditional and minimal tillage are more consuming of resources than direct sowing but higher yield are obtained in these treatments. Comparing additional expenses for soil tillage and additional obtained yields from both treatments – minimal tillage and traditional tillage – gave additional profit on average in three years (Table 2). The highest increase of winter wheat grain yield from additional expenses was observed in treatment with minimal soil tillage growing winter wheat in recurrent sowing and using herbicides – 81.2 kg from 1 additionally expended LVL.

Table 2 Yield increase from additionally invested 1 LVL for soil tillage compare to direct sowing on average in three years, kg

Treatment		Minimal tillage	Traditional tillage	Average	Average
After winter wheat	With herbicides	81.20	43.61	62.41	42.49
	Without herbicides	12.98	32.19	22.58	
After winter rape	With herbicides	39.90	25.04	32.47	33.02
	Without herbicides	36.96	30.16	33.56	
On average with herbicides		60.55	34.33		
On average without herbicides		24.97	31.17		x
Average		42.76	32.75		

The biggest obtained production by investing in soil tillage was in cases of 2nd wheat where a herbicide was used – 68.71 LVL in variants with minimal tillage and 66.75 LVL with traditional tillage (Table 3). The lowest obtained production was in case of minimal tillage in 2nd wheat without herbicides just 8.99 LVL. The average on all variants of previous crops and weed control was better in case of traditional tillage – 50.13 LVL. There were also differences from previous crops where 2nd wheat was benefited from herbicide use on winter wheat – 67.73 LVL compared with 29.67 LVL in case without herbicide. That shows significant impact from weed control. On the other hand, there were no significant differences in weed control in trials of 1st wheat. They were comparably low in both cases 33.89 LVL and 35.18 LVL. That made the average of 2nd wheat better than 1st wheat. This was caused by the significant influence of weeds and volunteers in trials of 1st wheat which did have an impact on yield reduction.

Table 3 Additionally obtained production by investing in soil tillage, LVL on average in three years

Treatment		Minimal tillage	Traditional tillage	Average	Average
After winter wheat	With herbicides	68.71	66.75	67.73	48.70
	Without herbicides	8.99	50.36	29.67	
After winter rape	With herbicides	28.86	38.92	33.89	34.54
	Without herbicides	25.86	44.51	35.18	
On average with herbicides		48.78	52.83		
On average without herbicides		17.42	47.43		x
Average		33.10	50.13		

In 58 % compared cases additionally obtained production covered the expenses of soil tillage if to the treatment with direct sowing. 2002 was characterized by a great amount of precipitations in all 8 cases additional production covered the expenses of additional soil tillage but in the very dry year 2003 that was largely not the case. Profit on investment in soil tillage was

obtained in 8 cases out of 12 growing winter wheat in recurrent sowing and in 50 % of cases growing wheat after winter rape. Both minimal and traditional tillage gave profits in 7 cases of 12. The use of herbicide created a profit in soil tillage in 75 % of cases but in treatments without herbicide there was a profit in only in 5 of 12 cases.

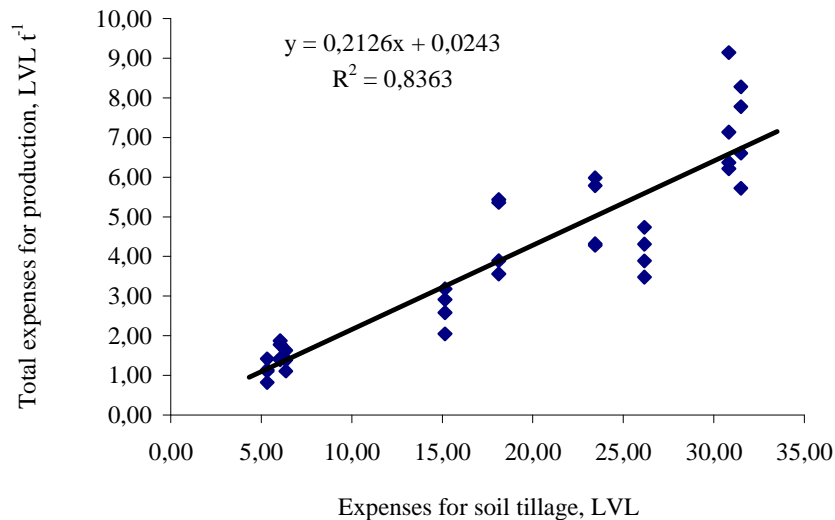


Figure 2. Expenses of winter wheat production depending on expenses of soil tillage

Data analysis shows a tight coherence between the expenses of soil tillage and the total expenses for the production of winter wheat (Fig. 2). That means that the expenses of soil tillage have a determinative impact on the actual cost of production which we all know is a cornerstone of successful farming.

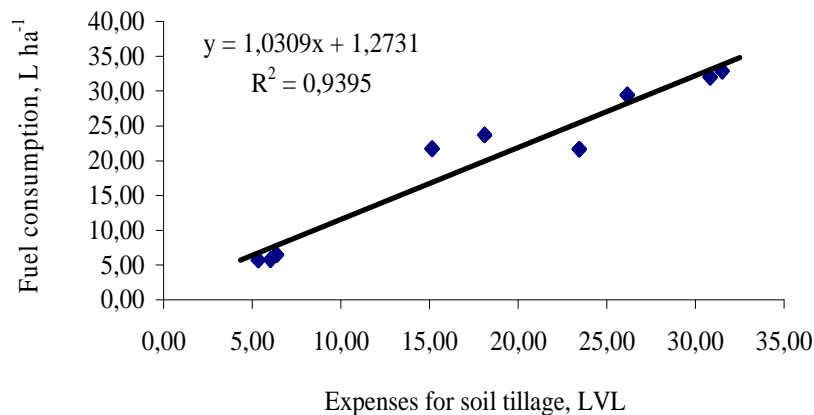


Figure 3. Expenses of soil tillage depending on fuel consumption

The highest impact to changes of expenses of soil tillage was fuel consumption. It can be described as very tight linear regression (Fig. 3) and equation - $y = 1.0309x + 1.2731$.

Conclusions

The expenses of soil tillage were 36 % lower using minimal soil tillage but almost 5-fold lower using direct drilling compared to traditional tillage with soil reversing and cultivating afterwards.

Winter wheat grain yields were significantly lower with the use of direct sowing compared to treatment with traditional and minimal soil tillage.

The highest increase of winter wheat grain yield from additional investments was observed in treatment with minimal soil tillage in recurrent sowing and using herbicides.

In years with a great amount of precipitation additional expenses for soil tillage created profit from additionally obtained production but in very dry years the advantage went to reduced soil tillage.

The highest factor on changes for expenses of soil tillage was fuel consumption.

References

1. Cannel R. (1985) Reduced tillage in north - west Europe - a review. *Soil Tillage Res.*, 129 – 177.
2. Finney J. R., Knight B. A. (1973) The effect of soil physical conditions produced by various cultivation systems on the root development of winter wheat. *J. agric.Sci. Comb.*, 435 – 442.
3. Ellis F., Hause K. (1980) Effects of cultivation on the distribution of nutrients in the soil and the uptake of nitrogen and phosphorus by spring barley and winter wheat on three soil types. *Soil Tillage Res.*, 115 – 130.
4. Lutch M., Vaidyanathan L. (1983) N – use by winter wheat established in cultivated and direct drilled soils. *J. agric.Sci. Comb.*, 461 – 471.
5. Romaneckas K. (1999) The influence of minimal presowing soil tillage methods on agrophysical soil properties, sugar beet seeds germination and mass of seedlings. In: *Agroecological optimisation technologies. Proceedings of international scientific conference, - Jelgava*, 150 – 154.
6. Satkus A. (2000) The effect of soil tillage on spring barley seedbed preparation on clay loam soil. Summary of doctoral thesis. Lithuanian Institute of Agriculture, 2000, 24 – 28.
7. Simanskaite D. (2000) Effectiveness of the use of chisel cultivator KČ – 5.1 in a crop rotation on light loamy soil. In: *The results of long term Field Experiments in Baltic States, Jelgava*, 147 – 153.

APPLICABILITY OF VARIOUS AMENDMENTS TO IMPROVE CLAYEY SOIL PROPERTIES UNDER REDUCED TILLAGE MANAGEMENT IN NORTHERN LITHUANIA

Velykis A., Satkus A.

Joniskelis Experimental Station of the Lithuanian Institute of Agriculture, Joniskelis, Pasvalys District, Lithuania, LT-39301, phone: +370 451 38280, e-mail: joniskelio_lzi@post.omnitel.net

Abstract

Experiments to improve the physical properties of clayey soil were carried out at the Joniskelis Experimental Station of the Lithuanian Institute of Agriculture over the period 1997-2003 on a glacial lacustrine clay loam on silty clay soil. Amendments for soil improvement: farmyard manure – 60 t ha⁻¹, green manure – 27 t ha⁻¹ and lime-mud – 10 t ha⁻¹ incorporated by a moldboard and segment plough at 0.25 and 0.40 m depths, respectively, also different primary soil tillage methods (moldboard ploughing at 0.25 m and ploughless loosening at 0.25 and 0.15 m depths) were investigated. The incorporation of amendments resulted in the decrease of soil bulk density, the improvement of soil aeration and water conductivity. With the incorporation of amendments by a segment plough at 0.40 m depth, subsoil physical properties improved. Lime-mud was more effective for subsoil improvement. However, segment ploughing resulted in a worsening of topsoil properties due to the mixing of the subsoil layer with topsoil. Reduced ploughless tillage increased the decrease of soil porosity, worsening the soil structure and seedbed quality. Incorporation of amendments, especially farmyard manure, helps to avoid or lessens the negative effect of reduced tillage on the clayey soil's physical condition and helps to control the decrease of spring crop yield.

Key words

Clay loam, amendments, reduced tillage, soil physical properties, crop yield.

Introduction

The application of new technological principles in soil tillage, the use of economically more efficient but heavier tractors and agricultural machinery raise higher requirements physical

properties of soil. In contemporary agriculture soil must be resistant to all degradation factors and soil properties must meet the requirements of sustainable and input-saving crop cultivation technologies.

Compaction as the main type of soil physical degradation is especially typical on clayey soils, because they do not resist soil compaction well. Great compaction of heavy soils results in a considerable worsening of their physical and technological properties. With increased soil cohesion, hardness, plasticity, and stickiness soil resistance to tillage as well as energy input increase. Therefore it is vital to improve the clayey soils physical properties by the incorporation of various amendments as ameliorants, apply the proper soil tillage methods, choose the best-suited alternative soil and crop management practices (Maiksteniene, 1997; Balesdent *et al.*, 2000; Horn *et al.*, 2000; Lapins *et al.*, 2001; Palojarvi and Nuutinen, 2002).

Great compaction of clayey soils increases its high comparative resistance to mechanical tillage and much energy input is required to overcome this problem. Energy input for soil tillage is markedly decreased by the replacement of conventional ploughing by ploughless tillage. Most authors maintain that tillage without inversion of the plough layer results in improved physical, chemical and biological properties of the upper topsoil layer, however the soil properties tend to deteriorate at the bottom of the topsoil (Rasmussen, 1999; Tebrugge and Daring, 1999; Feiza and Cesevicius, 2006). Therefore, the aim of this study is to evaluate the feasibility to improve the clayey soil's physical properties by the incorporation of amendments and to apply the sustainable tillage technologies for grown crops.

Materials and Methods

Site and soil description. The study was conducted at the Joniskelis Experimental Station of the Lithuanian Institute of Agriculture situated on the soils of the northern part of Central Lithuania's lowland (56°21' N, 24°10' E) during the period of 1997-2003. The experiments were carried out on drained, clay loam on silty clay with deeper lying sandy loam *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol*, whose parental rock is glacial lacustrine clay. Clay particles < 0.002 mm in Aa horizon (0-0.30 m) made up 27.0%, in B1 horizon (0.31-0.51 m) – 59.6%, in Bk horizon (0.52-0.76 m) – 51.6%, in C₁ horizon (0.77-1.05 m) – 10.7%.

Experimental design. The experiments were performed according to the scheme: Factor A. Amendments for soil improvement: 1. Without amendments; 2. Farmyard manure – 60 t ha⁻¹; 3. Green manure – 27 t ha⁻¹; 4. Lime mud – 10 t ha⁻¹. Factor B. Incorporation of the methods of amendments: 1. With a moldboard plough at 0.25 m depth; 2. With a segment plough at 0.40 m depth. Factor C. Primary soil tillage technologies after the incorporation of the amendments: 1. Moldboard ploughing at 0.25 m depth; 2-3. Reduced ploughless tillage at 0.25 and 0.15 m depths. The plots were 6 m wide and 20 m long. Replications 4.

Measurements and assessments. Every experimental year the following was estimated: a) soil agrophysical properties at the end of the growing season of crops: 1) soil bulk density and porosity (Kachinski method); 2) soil structure (Savinov method); 3) seedbed physical parameters (Kritz and Hakansson method); b) soil hydrophysical properties: 1) moisture content (weighing method); 2) water conductivity (Nesterov method); c) the yield of the primary production of all crops. The experimental data were processed by ANOVA and STATENG. Significant differences are presented at a 95% probability level.

Field operations, crops and environmental conditions. The incorporation of soil amendments was carried out twice (in 1997 and 2000) during the experimental period. Segment ploughing, while incorporating soil amendments, was performed with special accessories (a bended share of the moldboard type and a knife for cutting) attached to the moldboard plough. While performing the segment ploughing, the bended share cuts out the cracks (0.15 m deep and 0.08 m wide) in the subsoil. For the reduced ploughless tillage a combined stubble breaker was used. In the experiment we grew winter wheat (*Triticum aestivum* Host) (1998 and 2001), spring barley (*Hordeum vulgare* L.) (1999 and 2002), vetch (*Vicia sativa* L.) and oat (*Avena sativa* L.) mixture (2000) and peas (*Pisum sativum* L.) (2003). The growing seasons in 1998 and 2001 were characterized by moisture excess, in 2003 – by optimum moisture, whereas the years 1999, 2000 and 2002 were characterized by drought.

Results

In this paper we present the results of the second experimental period (2000-2003) when the complex of practices was investigated once more in the field.

Physical properties of soils. While applying segment ploughing at 0.40 m depth for the incorporation of amendments we observed the decrease of bulk density and the increase of the total porosity in the subsoil during the whole three-year period. However, in the first year after such tillage the soil structure (according to the structural coefficient) at the bottom (0.15-0.25 m) of the topsoil was 19.0% poorer, compared with conventional ploughing (the structural coefficient – 0.21). While incorporating farmyard manure, green manure and lime mud by the segment plough at 0.40 m depth the water conductivity in the subsoil in the first year of influence increased by 2.95, 3.17 and 3.65 times respectively, as compared to conventional ploughing without the incorporation of amendments (hydraulic conductivity – 1.93). Segment ploughing increased the water conductivity in subsoil by 3.26 times, however, the water conductivity in the topsoil was 44.8% poorer compared with conventional ploughing (data not shown).

Reduced ploughless soil tillage used after the incorporation of amendments determined the increase of soil bulk density and the decrease of total porosity only in the first year, however, the soil structure was poorer every year, compared with moldboard ploughing (Table 1).

Table 1. Effect of reduced primary tillage on soil physical properties

Tillage method	Layer, m	Total Porosity, %		Coefficient of structurality	
		2002	2003	2002	2003
Moldboard ploughing at 0.25 m depth	0-0.15	47.7	44.9	1.39	0.90
	0.15-0.25	43.7	41.5	0.39	0.48
Ploughless loosening at 0.25 m depth	0-0.15	46.6	44.1	0.74	0.74
	0.15-0.25	42.2	41.7	0.25	0.26
Ploughless loosening at 0.15 m depth	0-0.15	45.8	44.1	0.77	0.98
	0.15-0.25	42.8	42.2	0.28	0.37
LSD ₀₅	0-0.15	1.65	1.88	0.230	0.202
	0.15-0.25	1.38	1.61	0.053	0.098

The results of our investigations suggest that after reduced ploughless primary tillage, the soil in spring before sowing was tilled shallower, the roughness of the seedbed bottom was greater compared with moldboard ploughing. All the same the content of soil structural aggregates >5 mm increased and the content of valuable (2-5 mm) soil aggregates decreased in the seedbed. The structure of the seedbed (according to the coefficient of structurality) was worse because of ploughless tillage at 0.25 and 0.15 m depths for spring barley by 9.2% in both cases, for peas – by 24.0% and 16.0% respectively as compared to ploughing (data not shown).

Energy evaluation. Segment ploughing at 0.40 m depth was less efficient by 34.1%, diesel fuel costs for it were higher by 33.5%, ploughless soil tillage at 0.25 and 0.15 m depth was more efficient by 58.1% and 2.02 times, and fuel costs were lower by 23.4% and 38.7% respectively, than for conventional ploughing at 0.25 m depth (data not shown).

Crop yield. The application of soil amendments increased the winter wheat (2001), spring barley (2002) and peas (2003) grain yield: farmyard manure – by 9.2, 12.7 and 15.3%, green manure – by 6.1, 7.2 and 8.7%, lime mud – by 4.5, 8.0 and 9.3% respectively, as compared to the soil where the amendments were not applied. Segment ploughing at 0.40 m depth had a positive effect on the winter wheat yield, however negative – on the yield of peas. When growing cereals according to ploughless soil tillage technology at 0.25 and 0.15 m depths, the spring barley grain yield was lower by 13.5% and 15.6%; grain yield of peas – by 26.9% and 30.7% respectively, compared with moldboard ploughing (Table 2).

Table 2. Effect of soil amendments and primary tillage on the crop yield, Mg ha⁻¹

Treatment	Year		
	2001	2002	2003
	winter wheat	spring barley	peas
Amendments (Factor A)			
Without amendments	5.11	3.63	3.21
Farmyard manure	5.58	4.09	3.58
Green manure	5.42	3.89	3.49
Lime – mud	5.34	3.92	3.51
LSD ₀₅ A	0.063	0.082	0.132
Incorporation methods of amendments (Factor B)			
With a moldboard plough at 0.25 m depth	5.30	3.89	3.59
With a segment plough at 0.40 m depth	5.42	3.88	3.31
LSD ₀₅ B	0.036	0.047	0.076
Soil tillage after incorporation of amendments (Factor C)			
Ploughing at 0.25 m depth	5.42	4.30	4.27
Ploughless loosening at 0.25 m depth	5.36	3.72	3.12
Ploughless loosening at 0.15 m depth	5.32	3.63	2.96
LSD ₀₅ C	0.051	0.067	0.108

Discussions

Physical soil protection requires the avoidance of soil compaction. Therefore, clayey soils, noted for higher susceptibility to physical degradation, must be improved and the soil properties must meet the requirements of sustainable tillage technologies (Maiksteniene, 1997; Balesdent *et al.*, 2000; Palojarvi and Nuutinen, 2002). Our experiments showed that soil amendments of organic and inorganic origin had a greater effect on the improvement of the soil physical properties (bulk density, total and air-filled porosity, structure) in topsoil, than in subsoil. The positive effect of farmyard manure and lime mud lasted mostly three years and the effect of green manure one or two year after application. Only lime mud was effective for subsoil improvement.

The influence of the incorporation of amendments with a segment plough on the water conductivity in the subsoil increased even more in the third year of influence. The worsening of the soil structure and water conductivity in the topsoil after segment ploughing was determined by mixing poorer quality clayey subsoil with more structured and more water conductive topsoil. The findings of other authors result in similar conclusion (Hakansson and Petelkau, 1994).

In clayey soils it is very important to secure a good germination of spring crops, which conditions their further growth, because having dry conditions in the topsoil the available water content for plants is limited; close to the plant wilting moisture content. The transition from conventional to reduced tillage usually leads to the decrease in the yield of spring sown cereals. According to Finnish scientists, the main reason for this agronomic problem is coarse seedbeds, and therefore poorer germination of cereal seed, because of worse contact with the coarse soil aggregates and smaller reserves of the moisture in it (Pietola and Tanni, 2003). The application of reduced ploughless tillage to spring crops in our study resulted in the deterioration of seedbed quality, reduction of soil porosity and, revealed later, however, a more uniform drying of the topsoil before pre-sowing tillage in spring resulting from a better capillary regime compared with ploughing.

Our findings also show that spring sown cereals were susceptible to the reduction of primary clay loam soil tillage. Feiza and Cesevicius (2006) found, that reduced tillage can result in the reduction of cereal yield even on sandy loam soils under Lithuania's conditions. The incorporation of amendments in our experiment, especially farmyard manure in separate cases helped to avoid the crop yield reduction caused by the application of reduced soil tillage. Therefore, efforts focused in improving clayey soil properties are of great importance during the transition to reduced tillage.

Conclusions

The incorporation of amendments: farmyard and green manures, and lime mud determined the improvement of clay loam soil, laying on clayey subsoil physical properties (bulk density, porosity, water conductivity) and crop yield increase. The improvement influence lasted longer from farmyard manure and lime mud, shorter-from green manure.

Segment ploughing while loosening subsoil at 0.40 m depth, improved the physical properties of this layer, however, due to mixing poorer subsoil with topsoil, deterioration of the physical state of the upper soil layers took place, and determined the decrease yield of peas.

The application of reduced ploughless tillage resulted in the reduction of soil porosity, structure deterioration and seedbed quality, the topsoil dried later, however more evenly in spring and spring crop yield decreased. Ploughless tillage was more efficient and fuel costs for it were markedly lower, compared with moldboard ploughing.

References

1. Balesdent J., Chenu C., Balabane, M. (2000) Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil and Tillage Research*, 53, 215-230.
2. Feiza, V., Cesevicius, G. (2006) Soil physical properties: an approach to optimize tillage in crop production system in Lithuania. In: *Soil Management for Sustainability. Advances in GeoEcology 38*. Horn, R., Fleige, H., Peth, S., Peng, X. (eds.), Catena Verlag, Reiskirchen, Germany, 355-361.
3. Hakansson, I., Petelkau, H. (1994) Benefits of limited axle load. In: *Soil Compaction in Crop Production*. Soane, B.D., Van Ouwerkerk, C. (eds.), Amsterdam, the Netherlands, 449-479.
4. Horn, R., Van den Akker, J., Arvidsson, J. (eds.) (2000) *Subsoil Compaction. Advances in GeoEcology 32*, Catena Verlag, Reiskirchen, Germany, 462.
5. Lapins, D., Berzins, A., Gaile, Z., Korolova, J. (2001) Soil tillage and sowing technologies for spring barley and winter wheat. In: *Modern Ways of Soil Tillage and Assessment of Soil Compaction and Seedbed Quality. The 1st International Conference of BSB of ISTRO, Tartu, Estonia*, 150-160.
6. Maiksteniene, S. (1997) Investigation of Cultivation Practices on Heavy-textured Soils. *Joniskelis*, 180. (in Lithuanian)
7. Palojarvi, A., Nuutinen, V. (2002) The soil quality concept and its importance in the study of Finnish arable soils. *Agricultural and Food Science in Finland*, 11, 329-342.
8. Pietola L., Tanni R. (2003) Response of seedbed physical properties, soil N and cereal growth to peat application during transition to conservation tillage. *Soil and Tillage Research*, 74, 65-79.
9. Rasmussen, K. J. (1999) Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil and Tillage Research*, 53, 3-14.
10. Tebrugge, F., During, R.A. (1999) Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany. *Soil and Tillage Research*, 53, 15-28.

CROP PRODUCTION AND GRASSLAND MANAGEMENT

THE EFFECT OF CATCH CROP NITROGEN ON SOIL PROPERTIES AND SPRING BARLEY YIELD

Arlauskienė A., Maikštėnienė S.

Lithuanian Institute of Agriculture, Joniškėlis Experimental Station,
LT-39301 Joniškėlis, Pasvalys distr., E - mail: joniskelio_lzi@post.omnitel.net

Abstract

During the period 2001-2004 field experiments were carried out at the Lithuanian Institute of Agriculture's Joniškėlis Experimental Station on clay loam soil. The experiments were designed to elucidate the mobilization of soil nitrogen by the catch crops oil radish (*Raphanus sativus* L.), white mustard (*Sinapis alba* L.), red clover (*Trifolium pratense* L.), cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lamk.) and their subsequent effect on soil organic carbon and the spring barley grain yield. The ranking among the different catch crops according to nitrogen content in biomass was: red clover > white mustard > oil radish = cocksfoot > Italian ryegrass. The N₂ fixation rate of red clover was 128 kg ha⁻¹. The averaged data of the experiments indicate that with increasing root and overground plant mass the C to N ratio widened ($r=0.66$, $r=0.68$; $P\leq 0.05$ respectively) and the fibre content increased ($r=0.59$, $r=0.69$; $P\leq 0.05$). Experimental evidence suggests that having incorporated the biomass of various crops (with C:N ratio = 17.0-25.7) - oil radish, white mustard and red clover at flowering the stage and that of cocksfoot and Italian ryegrass at the heading stage, the content of soil organic carbon in the soil increased (4.0-5.6 %). The legume catch crops biomass ploughed in as green manure significantly increased the spring barley yield.

Key words

Catch crops, nitrogen, carbon, yield

Introduction

Numerous studies have been done and recommendations have been provided on the most suitable fertiliser forms and rates, application timing and methods. However, research on the effects of the technologies used on nutrients, especially nitrogen, immobilisation in the soil after the harvesting of main crops, when the soil during the post-harvest period stays without any plant cover for a long time, is rather scanty. It was found that intensive crop fertilisation results in increased N_{min} content in the autumn, since the content of nitrogen unutilised by crops amounts to 25 to 155 kg ha⁻¹, which poses a real threat of pollution to ground water (Macdonald *et al.*, 2005). Seeking to reduce environmental pollution, very important is an adequate selection of preventive measures when including the nutrients not utilised by plants into the biological turnover cycle (Stadler *et al.*, 2005; Tripolskaja, 2005). With this end in view, technologies with catch crops that accumulate and localize in the soil the nutrients left in the biomass at the end of summer –during the autumn (winter) period, and during the most intensive leaching complex and prevent the nutrients from being leached, are widely used in Western Europe (Farthofer *et al.*, 2004; Rinnofner *et al.*, 2005).

The objective of the present study was to ascertain the effects of the catch crop overground biomass as green manure on the fertility of soil and the spring barley yield.

Materials and Methods

Experiments were conducted at the Joniskelis Experimental Station of the Lithuanian Institute of Agriculture located in the northern part of Central Lithuania Lowland during the period 2001-2004. The soil of the experimental site is characterised as Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol (CMg-n-w-can), according to the texture – clay loam on silty clay, whose parental rock is lacustrine clay. The soil agrochemical properties in the 0–25 cm layer are presented in 1 table.

Experiments involved the following design: 1. Without catch crop; 2. Oil radish (*Raphanus sativus* L.); 3. White mustard (*Sinapis alba* L.); 4. Red clover (*Trifolium pratense* L.); 5. Cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.); 6. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lamk.). Two analogous experiments were set up in 2001 (Experiment 1) and 2003 (Experiment 2) and lasted for two years (2001-2002 and 2003-2004) each. Red clover, cocksfoot and Italian ryegrass were undersown in spring barley – shortly after sowing. Catch crops as post-crops: white mustard and oil radish was direct drilled by a stubble drill after cereal harvesting (on the same day). N₃₀ was applied after cereal harvesting for optimal growth and the development of oil radish, white mustard, cocksfoot and Italian ryegrass. The next year spring barley was grown after the incorporation of the catch crops biomass as green manure. Nitrogen, organic carbon and crude fibre in the green material of catch crops was determined by the following methods: by Kjeldahl and by the analyser „Heraeus“ respectively. The total soil nitrogen was determined by the Kjeldahl method, organic carbon content- after picking out visible rootlets from the soil samples - by the Tyurin method. The experimental data was processed by methods of dispersion and correlation analysis, applying the programmes ANOVA and STATENG for statistical data treatment (Tarakanovas and Raudonius, 2003).

Results and Discussion

The highest overground biomass was produced by the undersown crops – red clover, cocksfoot and by postcrops –white mustard. Of all catch crops red clover was noted for the highest total dry matter content, which was 1.6 -2.4 times higher compared with the other catch crops.

Table 1. Soil chemical characteristics of the experiments (Joniškėlis, 2001, 2003)

Experiments	pH _{KCl}	Total Nitrogen, g kg ⁻¹	Organic carbon, g kg ⁻¹	Mobile, mg kg ⁻¹	
				P	K
Experiment 1	6.0	1.50	12.8	63.8	211.7
Experiment 2	6.4	1.69	14.2	60.3	195.8

The nitrogen content in the biomass has a decisive effect on the mineralization of biomass incorporated into the soil (Velička *et al.*, 2006). Higher nitrogen concentrations and greater variations were identified in the overground plant mass compared to the underground plant mass (Table 2).

Table 2. Nitrogen content in the biomass of catch crops, kg ha⁻¹ (Joniškėlis, 2001, 2003)

Catch crop	Underground mass			Overground mass		
	experiment					
	I, 2001	II, 2003	average	I, 2001	II, 2003	average
Oil radish	14.9	15.8	15.4	59.0	64.2	61.6
White mustard	6.6	9.6	8.1	78.5	82.9	80.7
Red clover	61.7	42.0	51.9	161.0	119.1	140.1
Cocksfoot	22.1	21.2	21.7	65.2	65.1	65.2
Italian ryegrass	17.2	14.7	16.0	44.2	60.3	52.3
Average	24.5	20.7	22.6	81.6	78.3	78.0
LSD ₀₅	6.64	3.53	5.98	21.63	18.72	17.48

The measurements of the nitrogen contents accumulated in the biomass of individual crops suggest that in 2001 the highest nitrogen content was in the red clover underground and overground biomass, which was 4.1 and 2.7 time higher compared with oil radish. The N₂ fixation rate of red clover was 128 kg ha⁻¹. Of the non-legume crops, the highest nitrogen content was found in cocksfoot roots and residues. The highest nitrogen content in the overground mass were found in the non-legume crop white mustard, 33.1 % higher compared with oil radish. The ability of catch crops to absorb nitrogen from the soil profile is affected by the rate and depth of the colonization of the soil by roots (Kavdir and Smucker, 2005).

The data from the second experiment (2003) indicates that the nitrogen content in plant underground mass was 28.9 % higher compared with those of the first experiment. However, the content of the nitrogen in the catch crops overground mass was 36.4 % higher (compared with that of the first experiment) and the higher contents of nitrogen were accumulated by red clover. The lowest nitrogen content in the plant overground mass was identified in the overground mass of Italian ryegrasses. According to the averaged data, the ranking among the different catch crops according to nitrogen content in the biomass was: red clover > white mustard > oil radish = cocksfoot > Italian ryegrass.

The processes of soil-incorporated organic matter transformation are determined by the carbon to nitrogen ratio, which is narrower in the plant overground mass compared with the underground mass (Maiksteniene and Arlauskiene, 2004). In the first experiment (2001) having incorporated the plant biomass at a more advanced growth stage: of oil radish, white mustard and red clover at the flowering stage, of cocksfoot and Italian ryegrass at the heading stage, the carbon to nitrogen ratio in their biomass was close to the formation of soil humic compounds (Table 3).

Table 3. Characteristics of the overground biomass of catch crops (Joniškēlis, 2001, 2003)

Catch crop	C:N			Crude fibre, g kg ⁻¹		
	Experiment					
	I, 2001	II, 2003	average	I, 2001	II, 2003	average
Oil radish	18.2	7.9	13.1	215	225	220
White mustard	21.6	8.5	15.1	354	203	279
Red clover	17.0	11.8	14.4	236	222	229
Cocksfoot	24.8	17.7	21.3	306	233	270
Italian ryegrass	25.7	19.3	22.5	323	265	294
Average	21.5	13.0	17.3	287	229	258
<i>LSD</i> ₀₅			3.04			50.5

High nitrogen concentration determined that this ratio was the narrowest for oil radish and red clover, whereas in the second experiment (2003) the high concentration of nitrogen in the young biomass of *Brassicaceae* and *Leguminosae* caused a narrow C to N ratio, in to soil-incorporated organic matter mineralization. Averaged data suggest that a significantly higher carbon to nitrogen ratio was in the overground mass of undersown grasses compared with that of a postcrop of oil radish.

The degree and intensity of soil-incorporated organic matter decomposition is related to its chemical composition: the content of readily decomposable components and lignin in the biomass (Magid *et al.*, 2004). When the biomass of more mature plants was incorporated into the soil, (2001), the content of fibre in it was 25.3 % higher compared with younger plants (2003). Significantly more fibre was accumulated by undersown grasses in the overground part. The averaged data of the experiments indicate that with increasing root and overground plant mass the C to N ratio widened ($r=0.66$, $r=0.68$; $P\leq 0.05$, respectively) and the fibre content increased ($r=0.59$, $r=0.69$; $P\leq 0.05$).

When barley was grown under the effect of catch crops and their biomass incorporation, the soil nitrogen status varied insignificantly. In the first experiment having incorporated the biomass of catch crops, the soil total nitrogen did not increase, whereas in the soil with a higher

total nitrogen status (the second experiment) having incorporated plant biomass with a narrow C:N, an inappreciable nitrogen reduction trend was determined (Table 4).

Table 4. The effect of catch crops on the contents of total nitrogen and organic carbon and their ratio in the soil (Joniškēlis, 2002, 2004)

Catch crop	Total N, g kg ⁻¹			Organic C, g kg ⁻¹			C:N		
	Experiment								
	I, 2002	II, 2004	average	I, 2002	II, 2004	average	I, 2002	II, 2004	average
Without catch crop	1.49	1.64	1.56	12.6	14.3	13.4	8.5	8.7	8.6
Oil radish	1.49	1.61	1.55	13.2	14.4	13.8	8.9	8.9	9.0
White mustard	1.50	1.61	1.55	13.3	14.3	13.8	8.9	8.9	8.9
Red clover	1.50	1.62	1.56	13.1	14.5	13.8	8.7	9.0	8.9
Cocksfoot	1.48	1.62	1.55	13.1	14.5	13.7	8.9	9.0	8.9
Italian ryegrass	1.53	1.61	1.57	1.33	1.43	1.38	8.7	8.9	8.8
Average	1.50	1.62	1.56	1.31	1.44	1.37	8.7	8.9	8.8
<i>LSD</i> ₀₅			0.84	0.69	0.54	0.27			0.36

This is also corroborated by the statistical analysis of this experiment, which suggests that with increasing nitrogen status in the incorporated plant biomass, the total soil nitrogen tended to decline ($r = -0.826$; $P \leq 0.01$). Organic carbon content has a marked effect on heavy textured soil physical properties, especially its structure and water stability. A more pronounced positive effect of catch crops on the variation of organic C was identified in the first experiment, where a plant biomass with a more favourable C: N ratio was incorporated. The amount of organic C in the soil increased after all catch crops, and after white mustard and Italian ryegrass the increase in C content in the soil was significant (5.6 %), compared with the soil without catch crops. The data from the second experiment suggest that soil organic carbon varied inappreciably. Averaged data over the two experiments indicate that catch crops significantly increased soil organic carbon content (2.2-3.0%), however, the ratio of C to N increased only minutely.

Spring barley grain yield depended on the amount of nutrients applied with catch crop residues and organic manure in the soil (Fig. 1).

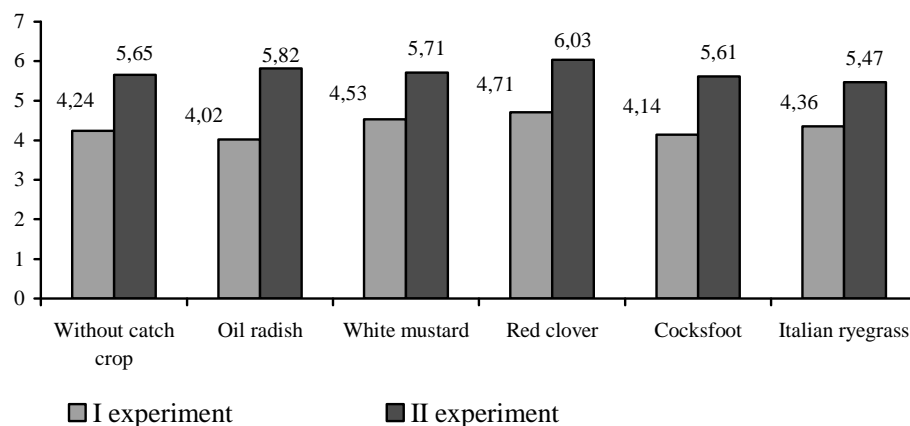


Figure 1. Effect of catch crop biomass as green manure on spring barley grain yield (Joniškēlis, 2002, 2004, t ha⁻¹)

Cereals produced the highest grain yield (5.37 t ha⁻¹) in all experiment after red clover; a significant grain yield increase made up 0.42 t ha⁻¹, or 8.5 % more than after treatment without catch crop. Overground mass of oil radish and white mustard ploughed in as green manure tended to increase the spring barley yield 1.6 % and 3.4 % respectively.

Conclusions

The ranking among the different catch crops according to the nitrogen content in the biomass was: red clover > white mustard > oil radish = cocksfoot > Italian ryegrass. The N₂ fixation rate of red clover was 128 kg ha⁻¹. The biomass of catch crops (C:N ratio = 17.0-25.7) - oil radish, white mustard and red clover incorporated into the soil at the flowering stage and that of cocksfoot and Italian ryegrass incorporated at the heading stage increased the organic carbon content (4.0 – 5.6 %). Legume catch crops biomass ploughed in as green manure significantly increased the spring barley yield.

References

1. Farthofer R., Friedel J.K., Pietsch G., Rinnofner, T., W. Loiskandl, Freyer B. (2004) Plant biomass nitrogen and effects on the risk of nitrate leaching of intercrops under organic farming in Eastern Austria. In: Prüß, A. (eds.) Eurosoil. Conference Proceedings, Freiburg, Germany; 58-63.
2. Kavdir Y., Smucker A.J.M. (2005) Soil aggregate sequestration of cover crop root and shoot-derived nitrogen. *Plant and Soil*, 272, 263-276.
3. Macdonald A.J., Poulton P.R., Howe M.T., Goulding K.W.T., Powlson D.S. (2005) The use cover crops in cereal-based cropping systems to control nitrate leaching in SE England. *Plant and Soil*, 273, 355-373.
4. Magid J., Luxhoi J. and Lyshede O.B. (2004) Decomposition of plant residues at low temperatures separates turnover of nitrogen and energy rich tissue components in time. *Plant and Soil*, 258, 2, 351-365.
5. Maiksteniene S., Arlauskienė A. (2004) Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil. *Agronomy Research*, 2, 1, 87-97.
6. Rinnofner T., Farthofer R., Friedel J.K., Pietsch G., Loiskandi W., Freyer B. (2005) Nitrogen uptake and yield of catch crops and their impact on nitrate content in soil under the conditions of organic farming in the panonic climate region. In: Heß J., Rahmann G. (eds.) Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau Kassel, Germany, 249-252.
7. Stadler C., Heuwinkel H., von Tucher S., Gutser R., Scheu-Hekgert M. (2005) Beeinflusst der Boden die N-Freisetzung aus pflanzlichen Dünger? In: Heß J., Rahmann G. (eds.) Ende der Nische. Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau Kassel, Germany, 217-219.
8. Tarakanovas P., Raudonius S. (2003) Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT, Akademija, Lietuva, -57.
9. Tripolskaja L. (2005) Organinės trąšos ir jų poveikis aplinkai. Akademija, Lietuva, 146-153.
10. Velička R., Rimkevičienė M., Marcinkevičienė A., Kriaučiūnienė Z. (2006) Sausųjų medžiagų, organinės anglies ir azoto pokyčiai augalų liekanose pirmaisiais jų skaidymosi metais. *Žemės ūkio mokslai*, 1, 14-21.

BIO-MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF NEW CULTIVARS OF FODDER GALEGA (*GALEGA ORIENTALIS* LAM.)

Baležtienė L.

Lithuanian University of Agriculture, Studentų 11, Akademija, Kaunas distr. Lithuania, LT-53361
phone: +3708 37 752202, e-mail: ligita.balezientiene@lzuu.lt

Abstract

The first Lithuanian fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) high-yielding cultivars: 'Vidmantai', 'Laukiai' and 'Melsviai' were bred in 1986-2000 at the Research Station of the Lithuanian University of Agriculture by applying group and individual selection of progeny from the wild populations. A good adaptability to Lithuanian agro-climatic conditions were established for the new fodder galega cultivar 'Vidmantai', 'Laukiai' and 'Melsviai'. 'Vidmantai', 'Laukiai' and 'Melsviai' creating early, heavy, protein-rich yields and high resistance to phytopathogens and pests. The cultivars 'Vidmantai', 'Laukiai' and 'Melsviai' were tested in competitive variety trials during the period of 1996-2001. The aim of this research was to investigate and compare the characteristics of new bred Lithuanian cultivars with improved, economically-valuable cultivar characteristics.

The average DM yield data after 3 years of cultivar competitive experiments varied from 12.1 up to 13.9 t ha⁻¹ in depending on the cultivar and climatic conditions. A stable yield of seeds (0.58-0.61 t ha⁻¹) was established. The protein content on average consisted of 219.0 g kg⁻¹.

Fluorescence can be used to estimate the intensity of photosynthesis and is related to biosynthetic activity and biomass yield. The maximum level of fluorescence was that of the 2nd and the 3rd leaf ranks. The indices of fluorescence (Ft in steady-state light and maximal Fm fluorescence, quantum yield of electron transport Y and electron transport rate ETR) values significantly increased with increasing leaf age up to 3rd leaf rank and decreased from the 4th leaf rank in all the examined varieties. Measurements of photosynthetic efficiency for genotype comparison should be performed on the 3rd leaf rank. The greatest influence of leaf rank on Ft, Fm, Y and ETR was observed for 'Melsviai'. 'Laukiai' produced the biggest seed yield and had the highest Y (0.290) and ETR (104.9) value.

The cultivars 'Vidmantai', 'Laukiai' and 'Melsviai' were registered in Lithuania in 2001. The breeders of 'Vidmantai', 'Laukiai' and 'Melsviai' are L. Baležentienė, V. Spruogis, O. Kažemėkas and J. Levinskas. These cultivars have been sent for DUS testing in 2006.

Key words

Fodder galega, morphology, cultivars, fluorescence

Introduction

Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) belongs to the family of leguminous (*Fabaceae* Lindl., ISO 5526-1986), genus of galega (*Galega* L.). Fodder galega is an especially valuable perennial and productive crop with a unique chemical composition. That is why galega is a very promising crop in Lithuania and in other countries with similar geo-climatic conditions (Raig, 1982; Adamovics, 2000). Fodder galega is characterizing by good adaptability to growing conditions (Baležentienė *et al.*, 1998; Lunan, 1998; Nadiožkin *et al.*, 1999; Prokofieva *et al.*, 1999; Radenovič, 1996). It can grow in all types of soil except waterlogged ones (Šlepetys, 2003). Galega is more resistant to high water-levels than lucerne. Galega can be used for ecological proposes: to improve soil fertility by accumulating nitrogen, enriching with organic matter and increasing the amount of humus, to decrease soil permeability, erosion and for soil preservation (Raig, 1982; Adamovics, 2000; Šlepetys, 2003).

Galega is excellent quality forage for all kinds of livestock and poultry (Radenovič, 1996; Baležentienė, *et al.*, 2003). It is mainly used as one of the fast and the last component of green fodder conveyor. Galega is valuable for making silage, haylage, and hay, leaf protein concentrate and grass meal.

The period of the ripening of the galega seed lasts only 102-112 days in case of accumulated temperatures of 1800⁰ C (41.9 MJ m⁻²) (Baležentienė *et al.*, 1998). By yield this crop successfully surpasses traditional leguminous fodder crops.

Kinetics parameters of chlorophyll fluorescence induction can find application in plant breeding as a way to assess varieties photosynthetic activity and production potential (S. Khanizadeh, J.R. DeEll, D. Rekika, 2004).

The main task of this research was to investigate and compare characteristics of new bred Lithuanian cultivars with improved, economically– valuable cultivar characteristics and to determine the differences in fluorescence parameters among galega (*Galega orientalis* L.) varieties at different leaf age. As one of the physiologic advantages between cultivars, the fluorometry for a new crop galega and its new cultivars had not been investigated before.

Materials and Methods

Fodder galega breeding was carried out in the Research Station of the Lithuanian University of Agriculture. The collection accessions and breeding nurseries were studied in 1986-1995, competitive trials of tested cultivars were carried out in 1996-2001 on sandy moraine loam humic horizon of *Calcari-Epihypogleyic Luvisol*, LVg-p-w-cc (Buivydaite *et al.*, 2001). 'Laukiai' and 'Melsviai' were compared to the 'Vidmantai'.

The new cultivars ‘Vidmantai’, ‘Laukiai’ and ‘Melsviai’ belong to *Galega orientalis* Lam., whose specific English name is fodder galega (reg. No 70972, ID 495682-1). *Galega orientalis* is included in the ‘ISTA List of Stabilized Plant Names’ (1988). The cultivars of fodder galega ‘Vidmantai’, ‘Laukiai’ and ‘Melsviai’ were bred by applying group and individual selection of progeny from the populations of wild ecotypes collected in different natural habitats (Baležentienė *et al.*, 1999; Collen *et al.*, 1999). The initial material was obtained from the Estonian Research Institute of Agriculture. In order to study and select valuable genotypes from the collection and nurseries the accessions were planted by seedlings (20 x 30 cm) in 2 replications. Seeds of the selected plants the following year were tested in F₁, later- in F₂, F₃ and F₄ of the selection population’s nurseries, control nurseries and in replicated yield trials. Before sowing the seeds were inoculated with *Rhizobium galegae*, containing the active strain 740 R (Lapinskas, 1998).

Chlorophyll a fluorescence was measured *in situ* at the flowering stage in 4 replications for every leaf rank. The steady-state fluorescence yield (Ft) in the light and maximum fluorescence yield (Fm) during the light flash were recorded by chlorophyll a fluorometer diving-PAM-200 and used to determine the quantum yield of electron transport (Y) (Schreiber, 1997).

Plants in the nurseries of selection populations were observed for development stages and biometrical data. The chemical composition of the cultivar’s dry matter (DM) was analysed at the Agrochemical laboratory by near infra-red rays (NIR) computer analyzer (PSCO/ISI IBM-PC 4250). The level statistical confidence, interactions between the initial Ft, Fm and estimated Y and ETR data were calculated by the methods of variance and regression analysis using the statistical package STATISTICA of StatSoft for Windows standards.

Results and Discussion

The stem height of cultivars was different and ranged between 118-130 cm (Table 1). The leafy stems grow upright, have 8-17 nodes with compound odd-pinnate leaves, made of 4-6 pairs of egg-shaped leaflets. 68-82 distinct lilac flowers are clustered into raceme. Full flowering starts in the second year of growth. Hanging pods are indehiscent, stride, a little crooked, sharp ended, yellowy brown with a green shade, 4.0 x 0.3 cm size. There are 4-5, 5 and 7-8 seeds in a pod of ‘Vidmantai’, ‘Melsviai’ and ‘Laukiai’ respectively.

Table 1. Morphological characteristics of the cultivars ‘Vidmantai’, ‘Laukiai’ and ‘Melsviai’

Indices	‘Vidmantai’	‘Laukiai’	‘Melsviai’
Leaflets	Egg-shaped, inferior side with short lie tomentum	Wide, egg-shaped, inferior side with short lie tomentum	Narrow, egg-shaped, with short lie tomentum only on veins
Leaves	Odd-pinnate with 5 - 6 leaflet pairs and two stipule, petiole with short lie tomentum	Odd-pinnate with 4-5 leaflet pairs and two stipule, petiole with short lie tomentum	Odd-pinnate with 5 - 6 leaflet pairs and two stipule, slightly glossy lower side
Stem	124 cm, upright, with short lie tomentum, with 8 nodes	118 cm, upright, without tomentum, with 10 nodes	130 cm, upright, without tomentum, with 17 nodes
Flores	68-70 bluish violet flores clustered into cluster	77-80 bluish violet flores clustered into cluster	78 – 82 distinct violet flores clustered into cluster
Pod	Average 15 pods per plant with 4-5 seed	Average 36 pods per plant with 7-8 seed	Average 46 pods per plant with 5 seed
Seeds	3.5 – 4.0 mm, oblong greenish brown	3.6 – 4.1 mm, oblong greenish brown	3.6- 4.1 mm, oblong greenish brown

The highest average weight 8.13 g of 1000 seeds was determined of ‘Melsviai’ (Table 2). Cultivars fodder galega as distinct from lucerne had a significant quality to crop stable seed yield in the agro-climatic environment of Lithuania. The shortest duration of seed yield ripening lasted for ‘Vidmantai’ on average 110 days, but the vegetative growth season is long (April-October).

Fodder galega is distinguished by rich leafy: ‘Vidmantai’ – 47, ‘Melsviai’ – 51 and ‘Laukiai’ – 57 % that guarantee a stable and heavy DM and GM yield. The highest content of DM -12.66 t ha⁻¹ was determined in the ‘Melsviai’, the least –12.10 t ha⁻¹ of ‘Laukiai’.

The new forage cultivar 'Vidmantai' with medium stem high (127.3) in comparison with 'Laukiai' and 'Melsviai' produce of the least yield of green material (51.6 t ha⁻¹). 'Melsviai' grow the tallest stems therefore had the largest number of nodules as well as leaves and the highest yield of GM (60.4 t ha⁻¹) and DM (139.9 t ha⁻¹).

The average plant height - 127.3 cm, high resistance to plant lodging (4.1 point) and seed scattering (9.0 point) as well as winterhardness (8.8 point) of 'Vidmantai' have been established.

Table 2. Agrobiological features of fodder galega cultivars

Parameter	Cultivars	1998	1999	2000	Average	LSD ₀₅
GM yield, t ha ⁻¹	'Vidmantai '	51.7	56.9	54.6	51.6	5.91
	'Laukiai'	56.4	60.2	58.1	58.2	6.84
	'Melsviai'	58.6	62.6	60.3	60.4	5.12
DM yield, t ha ⁻¹	'Vidmantai '	12.1	12.0	12.2	12.1	1.01
	'Laukiai'	13.1	13.3	13.2	13.2	0.94
	'Melsviai'	13.5	14.3	13.8	13.9	0.98
Seed yield, t ha ⁻¹	'Vidmantai '	0.59	0.61	0.60	0.60	0.023
	'Laukiai'	0.61	0.62	0.62	0.61	0.019
	'Melsviai'	0.59	0.58	0.57	0.58	0.021
Weight of 1000 seeds, g	'Vidmantai '	7.98	8.11	8.10	8.06	0.687
	'Laukiai'	6.83	6.61	7.14	6.86	0.641
	'Melsviai'	8.29	7.97	8.14	8.13	0.635
Crude protein, g kg ⁻¹	'Vidmantai '	215.8	221.3	216.0	218.3	20.08
	'Laukiai'	211.7	220.4	216.1	220.1	19.69
	'Melsviai'	249.6	223.6	257.3	243.5	20.10
Maturity, day	'Vidmantai '	112	110	109	110	6.32
	'Laukiai'	114	112	110	112	5.94
	'Melsviai'	115	113	112	113	6.03
Plant height, cm	'Vidmantai '	126	129	128	127	9.03
	'Laukiai'	118	117	120	119	8.76
	'Melsviai'	137	138	136	137	8.68
Lodging resistance (1-5 score)	'Vidmantai '	4.6	3.8	4.0	4.1	0.85
	'Laukiai'	4.7	4.5	4.3	4.5	0.79
	'Melsviai'	4.3	4.0	4.2	4.2	0.91
Scattering resistance (1-9 score)	'Vidmantai '	9.0	8.9	9.0	9.0	0.84
	'Laukiai'	8.7	9.1	8.9	8.9	0.79
	'Melsviai'	8.9	9.0	8.9	8.9	0.86
Winterhardness (1-9 score)	'Vidmantai '	8.1	9.5	8.7	8.8	0.74
	'Laukiai'	8.0	9.4	8.8	8.5	0.68
	'Melsviai'	8.0	9.4	8.9	8.8	0.81

The dry matter of fodder galega 'Vidmantai' is distinguished by high protein content. Crude protein content averages 219.0 g kg⁻¹. The content of other important chemical substances, feed units (average 0.85 un. kg⁻¹) and digestible protein (average 174.8 g kg⁻¹) established high rates also. The chemical composition of others cultivars is similar.

The newly created cultivars of fodder galega are a universal type of cultivar. They can be grown for all kinds of forage, green manure used for the preservation and improvement of soils. 'Vidmantai', 'Melsviai' and 'Laukiai' are tap-rooted herbs which spread and propagate in a vegetative way as well as by seeds. The cultivars are highly resistant to diseases and pests.

According to the Tukey HSD test statistically significant differences between the Y and ETR were in 'Laukiai' and 'Melsviai' (p=0.01011), but after the Fisher LSD test statistically significant differences were determined among Melsviai and other cultivars: 'Vidmantai' (p=0.04364) and 'Laukiai' (p=0.00189). The average mean of Ft (0.421) and Fm (0.613) were determined for the cultivar Vidmantai, Y (0.290) and ETR (104.9) – of Laukiai. Statistically significant influence of leaf ranks on Ft and Fm mean values confirm both applied tests. Ft, Fm, Y and ETR increased with leaf rank up to the 3rd. The older leaves (the 4th – 6th rank) begun to wither, necrotic lesions

emerged, and this can be explained by reduced metabolic activity and PAM fluorescence. The greatest influence of leaf rank on Ft, Fm, Y and ETR was observed for 'Melsviai'.

Applied regression analysis of fluorescence parameters revealed a strong and statistically significant parabolic relationship ($0.78145 \leq \eta \leq 0.97385$) with leaf rank. The second degree parabola regression model was chosen to describe the estimated function between leaf rank and Ft, Fm, Y and ETR (Fig. 1). Leaf rank explained variations of Ft by 60.3-86.0 %, Fm by 67.2-84.9 % and Y and ETR by 62.5-94.8 %.

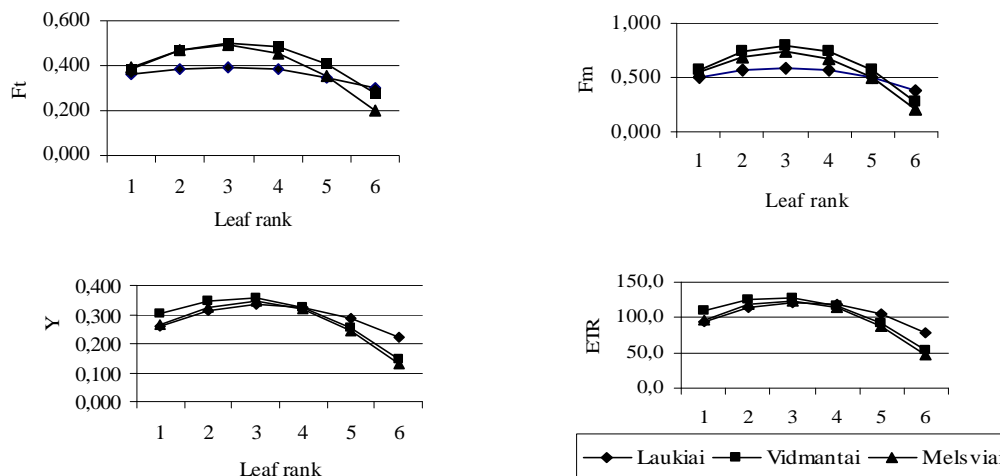


Figure 1. Fluorescence parameters of galega' cultivars

Since 2000 'Vidmantai', 2001 'Melsviai' and 'Laukiai' have been included in the National Variety List (2001; 2002) and have been sent for DUS testing in 2006.

Conclusions

During period 1986-2000 the new cultivars 'Vidmantai', 'Melsviai' and 'Laukiai' of fodder galega with valuable agrobiological peculiarities were bred in Lithuania and included in the National List from 2000 and 2001. The cultivar 'Melsviai' due to the tallest stems (137 cm) has the highest yield of GM (60.4 t ha^{-1}) and DM (13.9 t ha^{-1}). The least productive of medium height cultivars was 'Vidmantai'. The smallest cultivar 'Laukiai' produced the highest number of seed per pod and seed yield (0.61 t ha^{-1}). Winterhardness for the best is 'Laukiai'. 'Vidmantai' is the earliest ripening cultivar compared with 'Laukiai', and 'Melsviai'. Its maturity average lasts 110 days. The content of crude protein of 'Vidmantai' is 2.2 g kg^{-1} higher than 'Laukiai', but 0.9 g kg^{-1} less than 'Melsviai'.

It was established that a strong and statistically significant parabolic curve of different leaf ranks depends on fluorescence indices. Their mean values significantly increased with increasing leaf age up to the 3rd leaf rank and decreased from the 4th leaf rank of all the examined varieties. Measurements of photosynthetic efficiency for genotype comparison should be performed on the 3rd leaf rank. The greatest influence of leaf rank on Ft, Fm, Y and ETR between cultivars was observed for 'Melsviai'.

References

- Adamovics, A. (2000) Research on Productive Longevity and Photosynthesis Activity in Fodder Galega-grass Mixture. In The Results of Long-term field Experiments in Baltic States, Jelgava, 11-18.
- Baležentienė, L., Spruogis, V., Bėčius, V. (1998) Fodder galega- new valuable crop in Lithuania. *Biologija*, 1, 11-12.
- Baležentienė, L., Spruogis, V. (1999) Bio-morphological evaluation of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) F₄ selection populations// *Biologija*, 3, 17-19.
- Baležentienė, L., Spruogis, V., Juknevičius, S. (2003) Rytinių ožiarūčių (*Galega orientalis* Lam.) pašarinės vertės tyrimas, *Vagos*, 59 (12), 23-29.

5. Buivydatė, V.V., Vaičys, M. (2001) Naujoji Lietuvos dirvožemių klasifikacija: Monografija. -V.: Lietuvos mokslas, 32, 281-331, 1075-1085.
6. Collen, A. M., Jarl, C. I. (1999) Comparison of different methods for plant regeneration and transformation of the legume *Galega orientalis* Lam. (goat's rue), Plant cell rep.-Berlin, 19 (1), 13-19.
7. Khanizadeh, S., DeEll, J.R., Rekika, D. (2004) Potential use of chlorophyll fluorescence in fruit breeding. ISHS Acta Horticulturae 663: XI Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics, Angers, France.
8. Lapinskas, E. (1998) Biologinio azoto fiksavimas ir nitraginas, Vilnius, 218.
9. Lhunan, T. (1998), The value of clover and other forage legumes in Norway, Planterforsk, 1/98, 13-17.
10. Nadiožkin, S.M., Kšnikatnika, A.N., Galiullin, A.A. (1999), Dynamics of organic compound and biological activity of galega, Agroch., 2, 26-30 (in Russian)
11. Prokofieva, I., Zaitseva, T. (1999) Galega variety Antei, Buletin informative, Republic Moldova, 6, 1-4.
12. Radenovič, B. (1996) Galega orientalis Lam. variety Gale new legume protein and perennial fodder crop in FR Yugoslavia, 16th General Meeting of the European Grassland Federation, Grado, 2-5.
13. Raig H. (1982) Experience with a newly introduced fodder plant - *Galega orientalis* Lam. - in the Estonia SSR, Tallinn, 15.
14. Schreiber, U. (1997) Chlorophyll fluorescence and photosynthetic energy conversion, Walz, 73.
15. Šlepetyš, J. (2003) Rytinių ožiarūčių ilgaamžiškumas auginant juos pašarui ir sėklai nukastose žemapelkėje, Žemdirbystė, 4, 84.

MELNO GRAUDU (IER. *CLAVICEPS PURPUREA*) EPIDEMIOLOGIJA EPIDEMIOLOGY OF ERGOT (CAUSED BY *CLAVICEPS PURPUREA*)

¹Bankina B., ²Priekule I., ³Kokare A., ³Kronberga A., ¹Lapiņš D.

¹Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Augsnes un augu zinātņu institūts, Lielā -2, Jelgava.

Tel: +371 3021985 e-pasts: Biruta.Bankina@llu.lv

²Latvijas augu aizsardzības pētniecības centrs, ³Valsts Priekulu laukaugu selekcijas institūts

Abstract

Ergot of triticale and rye is caused by *Claviceps purpurea* (Fries: Fries) Tulasne; anamorph *Sphacelia segetum*.

Voluminous observations were done in commercial fields of rye in Latvia (2005 – 2006). Agroecological factors – vegetation in surrounding areas, crop rotation, sowing density and others factors were described. Peculiarities of *C. purpurea* development were clarified in semi-field trials.

Statistically significant infection levels were observed in various field location. More sclerotia were found near a field margin (> 1 m) in comparison with zones more deep in the field (at least 30 m from field margin). The density of pollens, the accumulation of natural sources of infection determine “side effects”. Separate harvesting of field borders (3-4 m zone) could significantly decrease ergot admixture in the yield. Delayed development of side tillers is a very significant factor increasing the incidence of sclerotia. Optimal crop management is important to avoid ergot occurrence in rye and triticale. Density of sowings affects disease development. Rye pre-crops affected the ergot infection level.

Significant differences between cultivars (testing in natural and artificial infection conditions) were not established. Higher ergot incidence was observed in hybrid and tetraploid cultivars; this is due to the different morphology of pollens and the peculiarities of their development.

Sclerotia germination was noted in the beginning of May, but perithecia with asco spores developed considerably later. The release of the first mature asco spores was observed only in the middle of June (2006) therefore the infection period is a long one - from the end of May till the end of June.

Key words

Rye, triticale, ergot, incidence

Ievads

Melnie graudi galvenokārt izplatīti mērenā klimata zonā, t.sk. visās Baltijas valstīs, Krievijā, Ziemeļeiropā, Amerikas ziemeļdaļā. Melnie graudi sastopami uz vairāk kā 200 saimniekaugiem, dažādām graudzālēm. (Pažoutova *et al.*, 2002, Dabkevičius, 1995). Melnos graudus ierosina asku sēne (*Ascomycota* nodalījums, *Pyrenomyces* rinda) *Claviceps purpurea* (Fries : Fries) Tulasne; anamorfa (konidiālā stadijā) *Sphacelia segetum*. Literatūrā ir sastopami sinonīmi: *Cordyceps purpurea*, *Sclerotium clavus*, *Sphaeria purpurea*. Infekcijas avots ir sklerociji, kas saglabājas kopā ar sēklām, augsnē un savvaļas graudzālēs. Inficēšanās notiek ar asku sporām ziedēšanas laikā, apputeksnēti ziedi vairs nav ieņēmīgi pret *Claviceps purpurea*.

Melno graudu problēma lielāka ir hibrīdo un tetraploīdo rudzu sējumos, jo tiem ģenētiski putekšņi veidojas mazāk (Mielke, Betz, 1995). Tetraploīdajiem rudziem, salīdzinot ar diploīdajiem, putekšņi ir lielāki, smagāki, tos sliktāk pārnēsā vējš un arī putekšņu dīgšana ir zemāka. Tāpēc ziedēšanas periods tetraploīdajiem rudziem ir garāks, un līdz ar to lielākas inficēšanās iespējas ar melnajiem graudiem. (Кобылянский и.др, 1989)

Jau kopš 18.gs. ir veikti pētījumi, lai noskaidrotu, kādi faktori ietekmē melno graudu veidošanos, tomēr iegūtie dati ir pretrunīgi. Pētījuma mērķis ir skaidrot rudzu melno graudu epidemioloģiju Latvijas apstākļos. Darba uzdevumi: pētīt agroekoloģisko faktoru ietekmi uz slimības attīstību; salīdzināt melno graudu izplatību atkarībā no šķirnes; aprakstīt slimības attīstības ciklu Latvijas apstākļos.

Materiāli un metodes

Lai noskaidrotu dažādus melno graudu epidemioloģijas aspektus un ierobežošanas iespējas, veikti novērojumi ražošanas un izmēģinājumu laukos, kā arī iekārtoti vairāki izmēģinājumi:

1. Melno graudu izplatība ražošanas sējumos 2005. gadā novērtēta 47 vietās, bet 2006. gadā – 72 vietās. Ražošanas lauki tika apsekoti visos Latvijas reģionos, ģeogrāfiskie un agrotehniskie apstākļi bija dažādi. Par vienu vietu tiek pieņemts atsevišķs lauks vai arī lauka daļa, (ja ražošanas lauka atsevišķas daļas bija redzami atšķirīgas). Sklerociji tika uzskaitīti trijos līmeņos (dziļumos) – lauka malā (tieši pie lauka malas), 3 m attālumā no lauka malas un lauka vidū (dziļāk kā 30 m no lauka malas). Lai iegūtu statistiski ticamus datus, vienā novērtējuma vietā katrā līmenī ir veiktas 60-80 uzskaites (izmantojot rāmīti) un iegūtie rezultāti (t.i. melno graudu skaits) pārrēķināti uz 1m². Katrā pētījuma vietā tika aprakstīti dažādi faktori, kas saistīti ar lauka izvietojumu un agrotehniku. Nezāļainības un atzalu līmenis tika novērtēts pēc 3 ballu skalas (1 maz nezāļu/atzalu; 2 – vidējs nezāļu/atzalu līmenis; 3 – daudz nezāļu/atzalu).

2. 2005. un 2006.gadā Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā tika izvērtēta dažādu rudzu un tritikāles šķirņu un līniju inficēšanās ar melnajiem graudiem dabīgajā infekcijas fonā. Novērtētas 11 rudzu šķirnes ('Hacada', 'Nikita', 'Kaupo', 'Matador', 'Amilo', 'Recrut', 'Picasso F1', 'Walet', 'Duoniai', 'Voshod 1', 'Valdai') un 14 tritikāles šķirnes un līnijas ('SW Ulrika', 'Falmoro', 'Vimoko' (Zviedrija), 'Lamberto', 'Tewo', 'Disco', 'Dinaro' 'Woltario' (Polija), 'Michas' (Baltkrievija), 'Triticon', 'Vitalis' (Vācija), 9403-97, 9403-142, 9405-23 (Latvija).

Šķirnes izsētas selekcijas augsekas 2. laukā, 4 atkārtojumos, 12.3 m² lielos lauciņos, izsējas norma – 400 dīgstoši graudi uz m². Priekšsargs – baltais āboliņš sēklai. Rudzu šķirnēm melno graudu uzskaitē tika veikta visā lauciņa un pēc tam aprēķināts melno graudu skaits uz 1m².

Tā kā tritikālei vizuāli laukā melnie graudi nav pamanāmi, jo pārsvarā tie ir nelieli un noslēpti starp ziedu plēksnēm, melno graudu uzskaitē tika veikta pēc ražas novākšanas. No trim atkārtojumiem ņemts 1 kg vidējais paraugs, kurā uzskaitīti melnie graudi un pēc tam pārrēķināts melno graudu skaits uz 1m².

3. 2006.gadā Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā tika izvērtēta dažādu rudzu un tritikāles šķirņu inficēšanās ar melnajiem graudiem mākslīgajā infekcijas fonā Mākslīgās infekcijas fonā tika izsētas rudzu šķirnes 'Nikita', 'Kaupo', 'Matador', 'Amilo', 'Walet', 'Duoniai', 'Valdai' un tritikāles šķirnes 'SW Ulrika', 'Falmoro', 'Lamberto', 'Dinaro' 'Woltario', 'Triticon', 'Vitalis'.

Visām šķirnēm izsējas norma bija 400 dīgstoši graudi uz m², lauciņa lielums 2 m², atkārtojumu skaits - trīs. Pirms sējas sagatavotajiem sēklu paraugiem tika piejaukti melnie graudi 10 % no kopējās graudu masas, kas bija paredzēta izsēt konkrētajai šķirnei lauciņā.

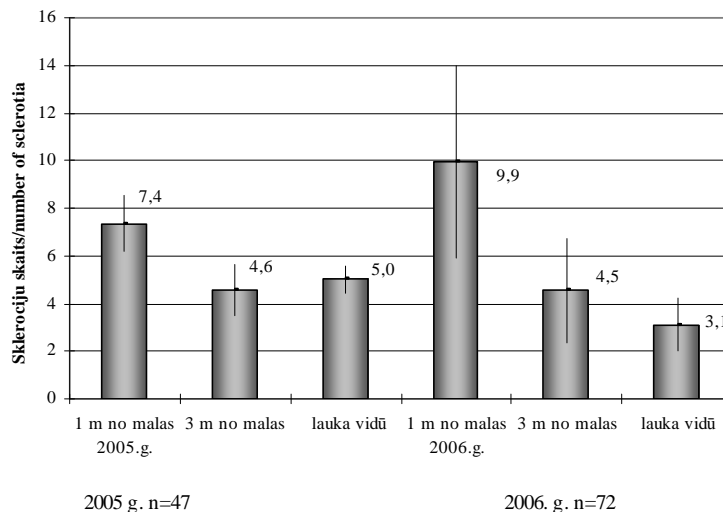
4. 2006.gadā Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā iekārtots izmēģinājums, lai skaidrotu dažādu sējas termiņu ietekme uz rudzu un tritikāles inficēšanos ar melnajiem graudiem, kas iesēti trīs dažādos laikos. Izmantotas rudzu 'Kaupo' un tritikāles 'Disco' šķirnes, kurām iepriekšējos gados novērota liela melno graudu izplatība. Izmantoti trīs sējas termiņi - 6. septembris, 16. septembris un 26. septembris. Izmēģinājumi iekārtoti mākslīgās infekcijas fonā, kā aprakstīts iepriekš.

5. 2006. gada pavasarī LLU LF Augsnes un Augu zinātņu institūta izmēģinājumos pētīta *Claviceps purpurea* attīstības bioloģija. 10 vietās augsnes virskārtā tika ievietoti sklerociji (katrā vietā pa 10). Tūlīt pēc sniega nokušanas tika uzsākti novērojumi. Katru nedēļu tika savākti 10 sklerociji un aprakstīta to attīstība. Stromu veidošanās novērtēta vizuāli un asku sporu veidošanās pētīta mikroskopā.

Lai novērtētu dažādu faktoru ietekmi uz melno graudu izplatību ražošanas sējumos, tika izmantotas matemātiskās metodes: datu grupēšana pēc parametriskajām un neparametriskajām faktoriālajām pazīmēm. Parametriskās pazīmes izmēģinājumos bija: sklerociju skaits un melno graudu izplatība (gab. m⁻²); attālums no lauka malas (m), bet neparametriskās pazīmes: sējumu biežības un atzalu līmenis. Starpību būtiskums starp heterogēno gradāciju klašu vidējiem noteikts izmantojot vidējo aritmētisko standartklūdu. Lai noteiktu neparametrisko kvalitatīvo pazīmju ietekmi, izmantots relatīvā biežuma aprēķins, lietojot Z. Gošas ieteikto relatīvā biežuma vai sastopamības aprēķinu metodi (Goša, 2003). Datu matemātiskajā apstrādē lietoti Stjudenta un Fišera kritēriji (Arhipova *et. al.* 2003).

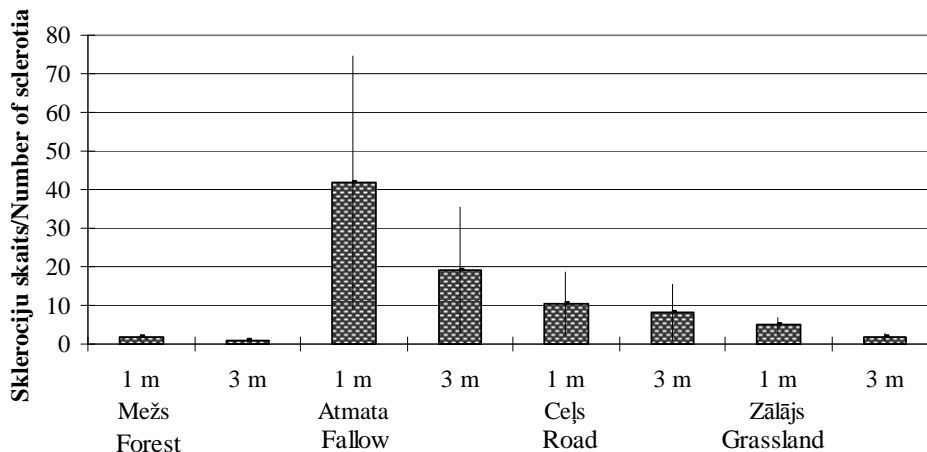
Rezultāti

Melno graudu skaits abos pētījumu gados būtiski atšķiras pie pašas lauka malas un dziļāk laukā (1.att.), jo visos gadījumos korelācijas koeficientu vērtības būtiskas $P < 0.05$. Sklerociju daudzuma atšķirība 3 m no lauka malas un dziļāk laukā nav būtiska.



1. att. Sklerociju skaits atkarībā no attāluma līdz lauka malai, gab. m⁻²
 Figure 1. Number of sclerotia depending on distance from field margins, pieces per m⁻²

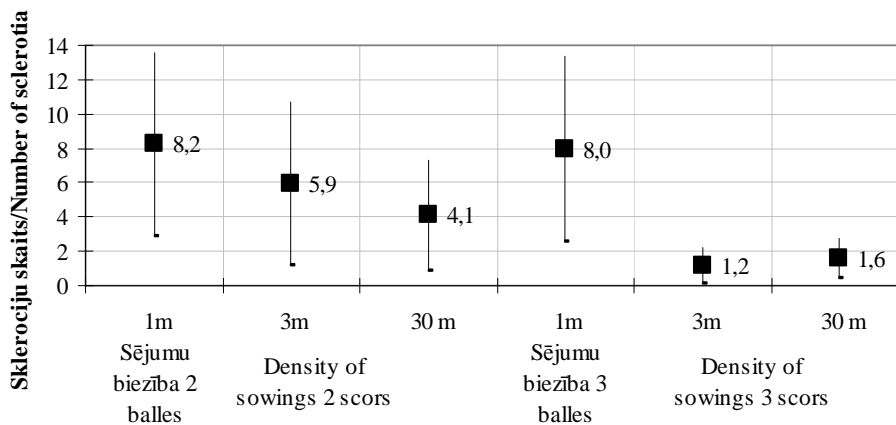
Zālāja, atmatas vai nepļautas ceļmalas atrašanās rudzu lauka tiešā tuvumā sekmē melno graudu izplatību, it īpaši melno graudu izplatību tieši lauka malā (2. att.).



2. att. Melno graudu izplatība atkarībā no apstākļiem tiešā lauka tuvumā 2006. gadā, gab. m⁻²
 Figure 2. Incidence of ergot depending on vegetation in surrounding areas in 2006, pieces per m⁻²

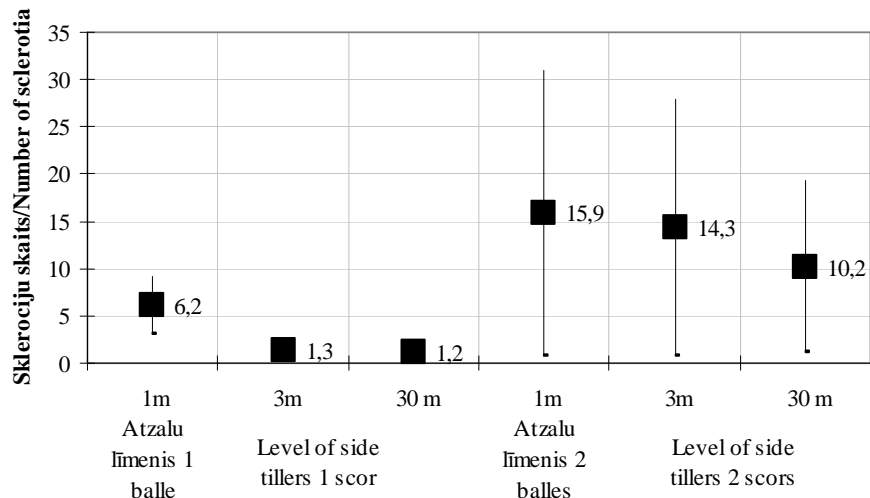
Melno graudu izplatību sējumā ietekmē augu maiņa. Visvairāk melnie graudi novēroti atkārtotā rudzu sējumā un pēc vasarāju labībām, raksturīgi, ka šī tendence it īpaši redzama lauka malās. Iespējams, tas ir saistīts ar infekcijas materiāla uzkrāšanos (nenoplauti augi, izbīruši graudi, sliktāka augsnes apstrāde). Pēc divdīgļlapjiem un atmata melno graudu ir būtiski mazāk, praktiski neatšķiras sklerociju daudzums lauka vidū un malās.

Melno graudu izplatību ietekmē sējumu biežība (3. att.). Biezākos sējumos melno graudu skaits ir būtiski zemāks, taču lauka malā šī tendence neparādās. Retākos sējumos sklerociju skaits samazinās lauka vidū, taču tā ir tikai tendence. Datu izkliede ir liela un statistiski nevar pierādīt, ka sklerociju skaits ir atkarīgs no attāluma līdz lauka malām. Turpretim biezākos sējumos atšķirība starp slimības izplatību lauka malā un vidū ir būtiska.



3. att. Melno graudu skaits atkarībā no sējumu biežības 2006. gadā, gab. m⁻²
 Figure 3. Number of ergot depending on density of sowing in 2006, pieces per m⁻²

Jau 2005. gada novērojumos konstatēts, ka visvairāk sklerociju ir atzālās. Tādēļ 2006. gadā šim jautājumam tika pievērsta īpaša uzmanība (4. att.). Laukos, kur atzalu ir vairāk, arī slimības izplatība ir būtiski augstāka. Turklāt laukos, kur atzalu ir daudz, lauka vidū ir tikpat daudz sklerociju kā lauka malās.



4. att. Melno graudu daudzums atkarībā no atzalu līmeņa 2006. gadā, gab. m⁻²
 Figure 4. Number of ergot depending on level of side tillers in 2006, pieces per m⁻²

Melno graudu izplatība Valsts Priekuļu Laukaugu selekcijas institūta rudzu šķirņu salīdzināšanas sējumos bija līdzīga gan 2005., gan 2006. gados. Abos gados visvairāk sklerociji ir atrasti šķirnes ‘Kaupo’ sējumos, tomēr datu izkliede ir pārāk liela un statistiskā apstrāde liecina, ka starp šķirnēm nav būtisku atšķirību.

Melno graudu izplatība dažādu tritikāles šķirņu sējumos būtiski neatšķiras. Sklerociju skaits bija atkarīgs no šķirnes ziemcietības un produktīvo stiebru skaita uz lauciņa. Laba ziemcietība un normāls produktīvo stiebru skaits ir svarīgs faktors, lai samazinātu inficēšanos ar melnajiem graudiem rudziem un tritikālei, tomēr ir nepieciešami tālāki pētījumi.

Vaska gatavības fāzē bija novērojamas būtiskas atšķirības starp melno graudu skaitu atkarībā no sējas laika. Rudenī agrākajā termiņā, 6. septembrī, sētie rudzi pārziemoja tikai 70 % apmērā. 16. un 26. septembrī sētajos laucīņos pārziemoja attiecīgi 85 un 93 % augu. Veicot uzskaiti 6. septembrī sētajos laucīņos, melno graudu skaits bija salīdzinoši augstāks – 59 melnie graudi uz m², bet abos vēlākajos termiņos sētajos attiecīgi 23 un 13 melnie graudi uz m², kas statistiski nav būtiski atšķirīgi.

Jebkuras slimības, tai skaitā arī melno graudu, attīstību nosaka tā ierosinātāja bioloģiskās īpatnības un ekoloģiskās prasības. *C. purpurea* attīstības cikls ir izpētīts, taču svarīgi noskaidrot tā īpatnības tieši Latvijas apstākļos. 2006. gadā pirmie dīgstošie sklerociji novēroti maija pirmajā nedēļā, dīgšana turpinājās līdz jūnijam. Stromu veidošanās notika nevienmērīgi, pat blakus izvietotie sklerociji attīstījās atšķirīgi. Maijā stromās sāka veidoties peritēciji, kuros attīstījās asku sporas. Tomēr pirmās nobriedušās asku sporas novērotas tikai 13. jūnijā. Atsevišķas stromas parādījās tikai jūnijā, raksturīgi, ka tās bija ar garākām kājiņām, acīmredzot pēdējie dīgst sklerociji, kas ir bijuši dziļāk augsnē.

Diskusija

Izvērtējot dažādus faktoros, kas ietekmē melno graudu izplatību, apstiprinājās literatūras dati, ka galvenā sklerociju masa (līdz pat 95 %) veidojas lauka malā, ne dziļāk kā vienu metru sējumā. Ticamākā hipotēze, kas izskaidro šīs atšķirības, ir rudzu ziedputekšņu blīvums dažādās lauka vietās. Literatūrā minētie labvēlīgie apstākļi kukaiņu darbībai nav ticami Latvijas apstākļos, jo tad būtu jābūt lielākai starpībai starp 3 m zonu no lauka malas un lauka vidu. Iespējams, tas pats attiecas arī uz mikroklimata atšķirībām. Taču ziedputekšņu noteikti ir mazāk tieši pie lauka malas. Mūsu pētījumos apstiprinājās, ka apstākļi, kādos atrodas konkrētais rudzu tīrums, ietekmē slimības attīstību. Šo atšķirību iemesls ir *C. purpurea* infekcijas materiāla uzkrāšanās savvaļas augos.

Divu gadu novērojumi liecina, ka atzalu daudzums rudzu sējumos ir viens no būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē *C. purpurea* izplatību. Atzalas pagarina rudzu ziedēšanas

laiku, līdz ar to pagarinās arī iespējamais inficēšanās laiks. Turklāt atzalu ziedēšanas laikā putekšņu blīvums ir ievērojami zemāks. Nevienmērīga augu attīstība sējumā ir viens no galvenajiem priekšnoteikumiem melno graudu izplatībai sējumos. Tādēļ agrotehniskie pasākumi, kas ietekmē augu attīstību (piemēram, nekvalitatīva augsnes apstrāde, nevienmērīga minerālmēslu izklāde, nevienmērīga, laikā izstiepta sadīgšana) veicina inficēšanos ar melnajiem graudiem. Šķirnes, kas spēcīgi cero un nevienmērīgi nogatavojas, veicina melno graudu izplatīšanos. Sējumi, kas ir slikti pārziemojuši, izretoti, līdz ar to augi pastiprināti veido atzalas, arī spēcīgāk inficējas (Engelke, 2001).

Veicot melno graudu izplatības novērtēšanu ražošanas laukos un šķirņu salīdzināšanas sējumos (gan dabiskā, gan mākslīgā fonā), netika konstatētas būtiskas atšķirības starp šķirnēm. Tomēr ir novērota tendence, ka hibrīdās un tetraploīdās šķirnes inficējas vairāk, tas ir saistīts ar ziedputekšņu morfoloģiju un veidošanās īpatnībām (Mielke, Betz, 1995).

Pētījumu rezultāti pierāda, ka sējas laiks būtiski ietekmē melno graudu izplatību. Agrāk sētie rudzi saceroja spēcīgāk, tādējādi radot zelmenī labvēlīgus apstākļus slimību ierosinātājiem, kā rezultātā pavasarī šie sējumi vairāk cieta no sniega pelējuma un izretojās. Tāpat galvenais faktors, kas noteica atšķirīgos rezultātus 2006. gadā, ir ievērojami sliktāka pārziemošana agri sētajiem rudziem.

Sklerociju attīstība ir atkarīga no augsnes temperatūras un mitruma, tādēļ iegūtos rezultātus nevar attiecināt uz visu valsti. Tomēr var apgalvot, ka 2006. gada pavasarī inficēšanās varēja sākties tikai pēc 10. jūnija, bet masveidā noritēja jūnija otrajā pusē. Stromu veidošanās (rādītājs, kas parasti tiek uzskaitīts) vēl nenozīmē, ka ir sākusies inficēšanās. Pēc pirmo stromu izveidošanās ir vajadzīgs apmēram viens mēnesis, lai sāktos sporu izlidošana. Literatūrā ir minēts, ka sklerociji sāk dīgt maija beigās un dīgšana turpinās jūnijā (Dabkevičius, Mikaliūnaite, 2005). Taču mūsu pētījumi pierāda, ka dīgstošo stromu uzskaitē nav pietiekama, lai spriestu par inficēšanās laiku. Inficēšanās sākas vēlāk un turpinās ievērojami ilgāk, jo asku sporas diferencējas un nobriest aptuveni mēneša laikā. Tas nozīmē, ka lielāka uzmanība ir jāpievērš tieši asku sporu veidošanās procesam.

Secinājumi

Rezultāti, kas tika iegūti, analizējot melno graudu izplatību rudzu ražošanas sējumos ir pretrunīgi. Tomēr ir novērotas dažas tendences: tīrumos, kur atzalu līmenis bija augstāks, novērots būtiski vairāk sklerociju; lauku malās (tieši pie malas) ir vairāk sklerociju, nekā lauka vidū, it īpaši, ja rudzu lauka malā ir neplautas ceļmalas vai citi apstākļi, kas veicina infekcijas materiāla uzkrāšanos. Šis „malas efekts” izteikts atkārtotos rudzu sējumos vai pēc *Claviceps purpurea* saimniekaugiem.

Melno graudu izplatību ietekmē rudzu un tritikāles sējumu biežība. Retākos sējumos melno graudu skaits lauka malās būtiski neatšķiras, bet lauka vidū izretotos sējumos melno graudu izplatība ir lielāka.

Veicot melno graudu izplatības novērtēšanu ražošanas laukos un šķirņu salīdzināšanas rudzu un tritikāles sējumos (gan dabiskās, gan mākslīgās infekcijas fonā), netika konstatētas būtiskas atšķirības starp šķirnēm. Tomēr ir novērota tendence, ka hibrīdās un tetraploīdās šķirnes inficējas vairāk, tas ir saistīts ar ziedputekšņu morfoloģiju un veidošanās īpatnībām.

Jāturpina pētījumi par melno graudu attīstības cikla īpatnībām Latvijas apstākļos.

Pateicība

Pētījums veikts par LR Zemkopības ministrijas subsīdiju līdzekļiem.

Literatūra

1. Arhipova I., Bāliņa S. (2003) Statistika ekonomikā / Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel. Rīga, Datorzinību centrs, 349.
2. Dabkevičius, Z. (1995) The main fungous diseases of *Poaceae* family plants, their development and control. The work of Dr Hab, Dotnuva-Akadēmija.
3. Dabkevičius Z., Semaskiene R. (2001) The occurrence and harmfulness of ergot (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) in cereal crops in Lithuania. Biologija 3, 8-10.

4. Dabkevičius, Z., Mikaliūnaite R. (2005) The occurrence of ergot (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) in various varieties of winter rye in Lithuania. Journal of Plant Research 45, 2, 73-82.
5. Dabkevičius, Z., Mikaliūnaite R. (2005) Effect of fungicidal seed treaters on germination of rye ergot (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) sclerotia and on ascocarp formation. Crop Protection, 25, 7, 677-683.
6. Engelke T., Mielke H, Hoppe H.H. (2001) Influences of cultural control methods on the occurrence of ergot (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul) in rye. In: Programme and Abstracts of 1st Baltic Conference on Rye- in the EU-Context. Kaunas, Lithuania, September 2-5, 27-28.
7. Goša Z. (2003) Statistika. – Rīga, LU, 334.
8. Mielke H.; Betz H.-G. (1995) Bedeutung des Mutterkorns und pflanzenbauliche Moeglichkeiten zur Bekämpfung bei Roggen. Getreide Mehl und Brot, 49, 6, 338-341.
9. Pažoutova S., Cagaš B., Kolinska R., Honzatkova A. (2002) Host specialization of different population of ergot fungi (*Claviceps purpurea*). Chech. J. Genet. Plant Breed., 30, 2, 75-81.
10. Кобылянский В. Д., Корзун А. Е., Катерова А. Г., и др.(1989) Культурная флора СССР: т. 2, ч. 1. Рожь. – Л.: Агропромиздат, 307 – 309.

RAPŠA STUBLĀJU PUVE (FOMOZE) LATVIJĀ PHOMA BLACKLEG (STEM CANKER) OF OILSEED RAPE IN LATVIA

¹Bankina B., ²Gaile Z., ¹Balodis O., ²Vītola R.

¹Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Augsnes un augu zinātņu institūts, Lielā -2, Jelgava/ Latvia
University of Agriculture, Institute of Soil and Plant Sciences, tel: +371 63021985,
e-pasts: Buruta.Bankina@llu.lv, ²Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Agrobiotehnoloģijas institūts/
Latvia University of Agriculture, Institute of Agrobiotechnology

Abstract

The development of diseases becomes one of the most important risk factors for oilseed rape cultivation under conditions of intensive management.

The assessments and first investigations of rape diseases were started during autumn 2005, and continued in a wider and more thorough scope in summer 2006.

Assessments of diseases were carried out in production fields as well as in field trials in the research and study farm “Vecauce” of LLU. Identification of causal agents of disease and the study their life cycle was done in the laboratories and semi-field trials in the Department of Plant Protection of the Institute of Soil and Plant Sciences, LUA.

Symptoms of disease on the rape stems were described in 2006. Pale grey blotch were detected on the lower parts of stems, the heart of stem also was grey. Black pycnidia with large amounts of single-cell, roundish conidia were developed on the lesions. Visible symptoms and, in particular, the shape and size of conidia answered the description of the causal agent of oilseed rape blackleg (stem canker) *Phoma lingam*.

Investigations were continued and the teleomorph of causal agents of blackleg were observed and described in late October 2006. Pseudotechia of *Leptosphaeria* genus were found on the remaining stems of rape. Pseudotechia were developed coterminous with pycnidia. The generative stage of the causal agent of blackleg (pseudotechia with asci and asco spores) was detected for the first time in Latvia.

Infection with *Leptosphaeria* spp. was observed during autumn 2006, the incidence of disease was 1-61 %, but severity only 0.01 – 1.23 %.

Research is continuing to clarify the importance and biological role of the different development stages of *Leptosphaeria* spp.

Key words

Oilseed rape, diseases, *Leptosphaeria*, *Phoma lingam*, life cycle

Ievads

Latvijā pēdējos gados strauji pieaug rapša sējplatības, un tiek prognozēta to tālākā palielināšanās. Šādos apstākļos notiek strauja rapša slimību savairošanās, jo uzkrājas infekcijas materiāls.

Rietumeiropā par nozīmīgāko rapša slimību uzskata rapša stublāju puvi, šim nosaukumam ir daudzi sinonīmi - stublāja vēzis, lapu joslainā plankumainība, fomoze u.c. (West *et al.*, 2001). Lietuvā stublāju puvi uzskata par vienu no nozīmīgākajām rapša slimībām (Brazauskienė, Petraitiene, 2004). Latvijā līdz šim konstatēta tikai šīs slimības konidiālā stadija (*Phoma lingam* (Tode ex Schw.) Desm.) uz lapām, dīgstiem un stublājiem (Treikale., 2003). Rapša stublāju puves attīstības cikla posmi un īpatnības Latvijas apstākļos nebija zināmi.

Ārzejņu literatūrā ir aprakstīta rapša stublāju puves ierosinātāja teleomorfa *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Ces. et de Not. x Colza. Sākotnēji runāja par *Leptosphaeria maculans* A un B tipu, taču tagad uzskata, ka ir divas sugas, kas atšķiras pēc dažām bioloģiskām īpatnībām un postīguma – *L. maculans* un *L. biglobosa* (Toscano-Underwood *et al.*, 2003). Pašlaik ne Latvijā, ne vispār Baltijas valstīs šādi dati nav publicēti.

Slimību diagnostikai un to ierosinātāju precīzai identifikācijai ir būtiska teorētiska un praktiska nozīme. Ir svarīgi saprast, kā notiek slimības attīstība, kādas ir ierosinātāja bioloģiskās īpatnības, lai varētu izstrādāt bioloģiski un ekonomiski pamatotus ierobežošanas pasākumus.

Tiek uzskatīts, ka ziemas rapsis inficējas rudenī ar asku sporām un jau rudenī notiek patogēna augšana virzienā uz stublāju. Tomēr šis process galvenokārt ir pētīts Rietumeiropā, kur klimats ir siltāks. Pētījums veikts plašāka pētniecības projekta „Ziemas rapša (*Brassica napus* spp. *oleifera*) audzēšanas paņēmieni pilnveide un to agroekonomiskais pamatojums” (LLU- Nr. 06.38-xp45) ietvaros, kur viens no uzdevumiem ir izplatītāko un postīgāko rapša slimību pētniecība.

Šajā rakstā aprakstītās pētījuma daļas mērķis ir diagnosticēt rapša stublāju puves ierosinātāju un pētīt tā attīstības cikla īpatnības Latvijas apstākļos.

Materiāli un metodes

Projekts dažādus ziemas rapša audzēšanas aspektu skaidrošanai Latvijas apstākļos uzsāks 2005. gada rudenī. Šī projekta ietvaros 2005. gada rudenī un it īpaši 2006. gada vasarā uzsākti novērojumi un izmēģinājumi, lai pētītu rapša slimību attīstību un postīgumu Latvijā.

Rapša slimību uzskaiti veica ražošanas laukos un LLU MPS „Vecauce” lauka izmēģinājumos. Patogēnu identifikācija un slimību attīstības cikla (simptomu attīstība, dzimum un bezdzimumvairošanās orgānu veidošanās un sporu nobriešana) pētījumi veikti LLU Augšnes un augu zinātņu institūta Augu aizsardzības nodaļas laboratorijā un veģetācijas izmēģinājumos.

2005./2006.gada sezonā tika apsektas deviņas Zemgales rapša audzētāju saimniecības (pa trim saimniecībām Dobeles, Jelgavas un Bauskas rajonos).

Rudenī, oktobra sākumā (05.10.05.-12.10.05.) apsektajos laukos vērtēja rapša slimību izplatību un infekcijas pakāpi (intensitāti). Slimības vērtēja rapša rozetes veidošanās fāzē, ejot laukam pa diagonāli un vērtējot pēc nejaušības principa izvēlētos 100 augus (10 vietās pa 10 augiem).

2006. gada veģetācijas periodā rapša sējumus varēja vērtēt astoņās saimniecībās, jo vienā no saimniecībām rapsis nepārziemoja.

Tulīt pēc ražas novākšanas laukus apsekoja, lai reģistrētu sakņu kakla un stublāja puves un izplatību. Šķērsojot lauku pa diagonāli, veica inficēto augu uzskaiti uz vienu metru 10 vietās laukā, slimības izplatību izsakot procentos.

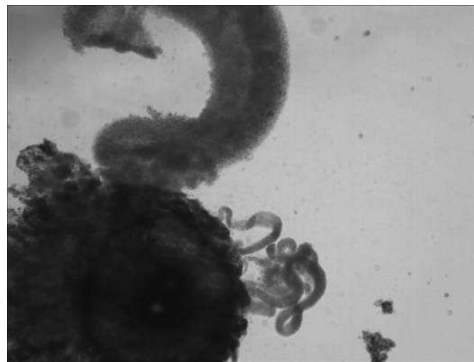
2006.gada rudenī (17.10.07. – 23.10.07.) vērtēja slimību izplatību un infekcijas pakāpi jau 15 Zemgales saimniecībās (pa piecām saimniecībām Dobeles, Jelgavas un Bauskas rajonos).

Slimības diagnosticētas pēc vizuālajiem simptomiem uz lauka un ierosinātāji identificēti pēc mikroskopiskajām pazīmēm laboratorijā. Sēņu slimību ierosinātāji tiek identificēti pēc auglķermeņu īpatnībām un izmēriem, kā arī asku sporu un konīdiju uzbūves un izmēriem, izmantojot noteicējus.

Rezultāti

Stublāju puve jeb joslainā lapu plankumainība bojā lapas, stublāju apakšējo daļu un atsevišķos gadījumos arī sēklas. Izsējot inficētas sēklas, ir iespējama dīgstu puve. Rudenī sējumos novēroti plankumi uz lapām. Uz lapām veidojas pelēki plankumi ar tumšāku apmali un gaišāku vidu. Sākotnēji plankumi ir grūti atšķirami no citām slimībām, taču vēlāk plankumu centrā novērojami melni punktiņi – piknīdas. Piknīdas ir melnas, nedaudz virs substrāta, apaļas un tajās

attīstās liels daudzums sīku, vienšūnas konīdiju. Konīdijas iznāk virspusē kopā ar gļotainu šķidrumu, kas veicina to izplatīšanos (1. att.).



1. att. Pīknīda ar konīdijām, kas izplūst kopā ar lipīgu šķidrumu (40 x)
Figure 1. Pycnidia together with conidia in glutinous liquid (40 x)

Rudens periodā (pēc sējas) sakņu kakla un stublāja puve tika reģistrēta tikai trīs saimniecībās no deviņām apsekotajām. Šīs slimības izplatība 2005.gada rudenī bija nenozīmīga (tikai 2-5%) un attīstības pakāpe 0.03-0.13%. 2006.gada rudenī ražošanas laukos (vērtētas 15 saimniecības) novērota rapša lapu inficēšanās ar *Leptosphaeria* spp.; slimības izplatība bija 1-61%, bet attīstības pakāpe – tikai 0.01 līdz 1.23%.

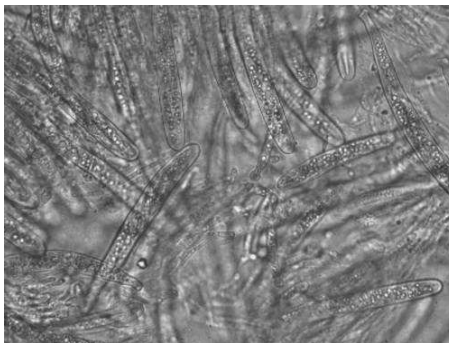
2006. gada augustā ražas vākšanas laikā uz rapša stublāja tika novēroti pelēki plankumi, uz kuriem bija labi saskatāmas melnas pīknīdas (2. att.). Pārgriežot stublāju, tā serde bija pelēka. Pīknīdas un konīdijas pēc uzbūves un lieluma neatšķiras no tām, kas novērotas uz lapām un atbilst literatūrā aprakstītajām (Barnet, Hunter, 1998). Saskaņā ar literatūras datiem, stipras infekcijas gadījumā stublāji lūst, tomēr 2006. gada rudenī mūsu pētījumā stublāju lūšana netika novērota. Šīs slimības izplatība vērtēto saimniecību firmos sasniedza no 21 līdz 88%, bet lauka izmēģinājumā 12 – 74% atkarībā no šķirnes.



2. att. Pīknīdas rudenī uz inficētiem rapša stublājiem (10 x)
Figure 2. Pycnidia on the remained stems of rape in autumn (10 x)

Stublāju atliekas ir galvenais stublāju puves infekcijas avots. Tādēļ ir svarīgi pētīt patogēna attīstību uz stublājiem, jo pašlaik nav zināms, kādi faktori nosaka inficēšanos Latvijas apstākļos.

Nobriedušas pīknīdas ar pilnībā diferencētām konīdijām uz stublājiem tika novērotas jau ražas vākšanas laikā. Konīdiju izplatība turpinās visu rudenī. Oktobrī uz stublājiem pīknīdas vēl aizvien ir skaidri redzamas, taču konīdiju tur vairs nav. Septembra beigās uz stublājiem, kas palikuši uz lauka, sāk veidoties pseidotēciji. Šajā laikā pseidotēcijos vēl asku sporas nav izveidojušās. Aski ar asku sporām sāk veidoties tikai oktobrī. Pseidotēciji daļēji izvīzīti no substrāta, aski vālesveida līdz cilindriski. Katrā askā ir astoņas sporas, tās ir iegarenas, viegli liektas ar 3-5 šķērssienām (3. att.).



3. att. *Leptosphaeria* spp. aski un asku sporas (100 x)
 Figure 3. Asci and asco spores of *Leptosphaeria* spp (100 x)

Mikroskopiskās pazīmes atbilst literatūrā aprakstītajām (Shoemaker, Brun, 2001). Taču ir nepieciešami tālāki pētījumi, lai precizētu ierosinātāju, t.i. konstatētu *L.biglobosa* vai *L.maculans*. Patogēna dzimumstadija, kas pieder *Leptosphaeria* ģintij, Latvijā konstatēta un aprakstīta pirmo reizi.

Diskusija

Sporu (konīdiju un vēlāk asku sporu) veidošanās laiks ir ļoti būtisks, jo tas ļauj saprast, vai un kad rudenī ir jāveic slimību ierobežošana. Rapša slimības galvenokārt ir pētītas Rietumeiropā, kur ir atšķirīgi klimatiskie apstākļi. Siltos rudenos ir piemēroti apstākļi, lai veidotos asku sporas un sekotu lapu inficēšanās. Tādēļ tiek uzsvērtā nepieciešamība stublāju puvi ierobežot rudenī pirms stublāju inficēšanās.

Pseudotēciju veidošanos nosaka temperatūra un mitrums, Austrālijā ir novērots, ka nepieciešamas 45 dienas, kad ir labvēlīgi laika apstākļi, lai notiktu asku sporu izlidošana (Salam *et al.*, 2003). Visātrāk asku sporu nobriešana notiek, ja stublāji ir mitri un dienas vidējā temperatūra ir aptuveni 14 °C. Asku sporu veidošanās ir iespējama plašās temperatūras robežās - 5-20 °C (Toscano-Underwood *et al.*, 2001). Tomēr ir svarīga temperatūras un mitruma attiecības, tādēļ pētījumi ir nepieciešami tieši Latvijas apstākļos.

Rietumeiropā ir novērota asku sporu izlidošana sākot jau no septembra un turpinās visu ziemu. Tomēr Austrumeiropā, kur klimats ir kontinentālāks, ir iespējama asku sporu izlidošana rudenī, taču tā turpinās arī pavasarī pēc aukstās ziemas (Huang *et al.*, 2005). Ja turpmākos pētījumos šī hipotēze apstiprināsies, tas nozīmē, ka ierobežošanas stratēģijai ir jābūt atšķirīgai nekā Rietumeiropā.

Šī pētījuma ietvaros Latvijā pirmo reizi ir konstatēts *Leptosphaeria* spp., taču nepieciešami sīkāki sēnes morfoloģijas pētījumi, lai noskaidrotu sugu.

2006. gada rudenī novērota lapu inficēšanās oktobrī, taču jāņem vērā, ka rudens bija neparasti garš un silts, tādēļ iegūtos datus nedrīkst vispārināt. Lapu inficēšanās un simptomu attīstība ir atkarīga ne vien no meteoroloģiskajiem apstākļiem, bet arī no ierosinātāja sugas, t.i., *L. biglobosa* vai *L. maculans*. Līdzšinējie novērojumi ražošanas laukos pierāda, ka inficēšanās pakāpe rudenī ir neliela, nesasniedz pat 5%. Nepieciešami tālāki pētījumi, lai noskaidrotu konīdiju un asku sporu nozīmi rapša stublāju puves attīstības ciklā.

Secinājumi

Latvijā ir konstatēta un laboratorijā diagnosticēta rapša stublāju puves ierosinātāja teleomorfa *Leptosphaeria* spp.

Nepieciešami tālāki pētījumi rapša stublāju puves attīstības cikla skaidrošanai Latvijas apstākļos, lai izstrādātu bioloģiski pamatotu šīs slimības ierobežošanas sistēmu.

Pateicība

Pētījums veikts pateicoties LLU projekta Nr. 06.38-xp45 finansējumam.

Izmantotā literatūra

1. Barnett H.L., Hunter B.B. (1998) Illustrated Genera of Imperfect Fungi 4 th. edition APS Press, 162.
2. Brazauskiene I., Petraitiene E. (2004) Disease incidence and severity of phoma stem canker (*Phoma lingam* on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Lithuania as affected by different prochloraz and tebuconazole application time Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 111 (5), 439-450.
3. Huang, Y.J., Fitt, B.D.L., Jedrycka, M., Dakowska, S., West, J.S., Gladders, P., Steed, J.M., Li, Z.Q. (2005) Patterns of ascospore release in relation to Phoma stem canker epidemiology in England (*Leptosphaeria maculans*) and Poland (*L. biglobosa*) *European Journal of Plant Pathology*, 111, 263-277.
4. Salam, M. U., Khangura, R. K., Diggle, A. J., Barbetti, M. J. (2003) Blackleg sproacle: A Model for Predicting onset of pseudotechia maturity and seasonal ascospores shower in relation to blackleg of canola *Phytopathology*, 93, 9, 1073-1081.
5. Shoemaker, R.A., Brun, H. (2001) The teleomorph of the weakly aggressive segregate of *Leptosphaeria maculans* *Canadian Journal of Botany* 79, 412-419.
6. Toscano-Underwood, C., Huang, Y.J., Fitt, B.D.L., Hall, A.M. (2003) Effects of temperature on maturation of pseudotechia of *Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa* on oilseed rape stem debris. *Plant Pathology*, 52, 726-736.
7. Toscano-Underwood, C., West, J.S., Fitt, B.D.L., Todd, A.D., Jedrycka, M. (2001) Development of phoma lesions on oilseed rape leaves inoculated with ascospores of A-group and B- group *Leptosphaeria maculans* (stem canker) at different temperatures and wetness durations. *Plant Pathology*, 50, 28-41.
8. Treikale O. Vasaras rapša slimības un to ierobežošana// Lauka izmēģinājumi un demonstrējumi 2002.-Ozolnieki, 2003., 57-58.
9. West, J.S., Kharbanda P., Barbetti, M.J., Fitt, B.D.L. (2001). Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (Phoma stem canker) in Australia, Canada and Europe. *Plant Pathology*, 50, 10-27

COMPARATIVE EVALUATION OF CHEMICAL COMPOSITION OF HULLED AND HULLESS CEREALS PLĒKŠNAINO UN KAILO LABĪBU GRAUDU ĶĪMISKĀ SASTĀVA SALĪDZINĀJUMS

Belicka I., Majecka S., Bleidere M.

Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts, p.n. Dižstende, Talsu raj., Latvija, LV-3258
Tālr. +371 63291288, e-pasts: stende.selekcija@apollo.lv

Abstract

The aim of experiment was to evaluate and compare grain chemical composition (crude protein, starch, crude fat, crude fibre, crude ash and phosphorus) of hulled and hulless cereals. The four hulless barley varieties and lines – ‘Gainer’ (Canada), ‘KM-2084’, (the Czech Republic), ‘L-302’ (Latvia), ‘SW-1291’ (Sweden), one hulled barley variety – ‘Linga’ (Latvia), hulless oat line ‘L-28156’ (Latvia), hulled variety ‘Laima’ (Latvia) and spring wheat variety ‘Vinjett’ (Sweden) were included in this study. Field experiments were carried out at the State Stende Cereal Breeding Institute in 2004–2006. All plots received 60 kg ha⁻¹ nitrogen (N). On the average for all hulless varieties, the content of crude protein ranged from 129.7–171.0 g kg⁻¹. The hulled variety ‘Linga’ contained 140.7 g kg⁻¹ crude protein. The content of crude protein for hulless oat line was 170.9 g kg⁻¹ and it was significantly higher than for covered oat variety (120.9 g kg⁻¹), but spring wheat ‘Vinjett’ (133.3 g kg⁻¹) took place between hulled barley and hulled oat. In 2006, hot summer temperatures increased the crude protein content in all cereal varieties. There were differences in starch content among cereals. Regarding to starch content the species were ranged in following order: wheat> hulless barley> hulled barley> hulless oat> hulled oat (668, 623–686, 598, 589, 454 g kg⁻¹, respectively). The hulless line L-28156 showed the highest fat content – 91.7 g kg⁻¹. This value exceeded 1.5 to 3.8 fold the content of fat found in hulled oat, hulled and hulless barley and spring wheat. The hulless barley, hulless oat and spring wheat had the lowest crude fibre content 18.3–24.3 g kg⁻¹, 20.3 g kg⁻¹ and 28.5 g kg⁻¹, respectively. The hulled barley and oat contained from 2 to 5 fold more crude fibre than hulless types. Hulled varieties of barley and oat had higher crude ash content (23.0–25.2 g kg⁻¹) than hulless type (17.6–22.2 g kg⁻¹). The results of

grain chemical composition suggest that the hullless varieties of barley and oats might awake interest for food and feed producers.

Key words

Chemical composition, hulled and hullless barley and oat, wheat

Ievads

Graudaugu ķīmiskais sastāvs ir ļoti svarīgs rādītājs to izmantošanai gan pārtikā, gan lopbarībā, gan kā izejviela rūpniecībā. Noteicoša nozīme ir proteīna, cietes, kokšķiedras, tauku un pelnu saturam. Pēdējos gados graudaugu sugas tiek izvērtētas, lai ražotu jaunus, funkcionālus produktus, tiek meklētas to alternatīvas izmantošanas iespējas arī enerģētikas rūpniecībā. Zinātnes sasniegumi selekcijā ir vērsti uz to, lai radītu jaunas graudaugu šķirnes noteiktam izmantošanas virzienam (Shewry and Morell, 2001). Graudu audzētājiem tiek piedāvāti arī netradicionāli jauni graudaugi – kailgraudu mieži un kailgraudu auzas, arī Latvijā.

Kailgraudu miežiem un auzām, salīdzinot ar plēkšņainajiem, ir priekšrocības, jo tiem nav nepieciešama plēksnes mehāniska atdalīšana. Kailgraudainības gēns miežiem un auzām būtiski ietekmē graudu ķīmisko sastāvu. Plašu kailgraudu miežu un auzu šķirņu selekcijas darbu veic Kanādā, ASV, Polijā, Čehijā un Zviedrijā. Pagaidām Latvijā nav lielas pieredzes kailgraudu miežu un auzu audzēšanā, bet par to domā selekcionāri, attīstot šo selekcijas virzienu un pārbaudot perspektīvākās jaunās līnijas. Pārbaudēs vērtētas miežu un auzu kailgraudu formu saimnieciski-bioloģiskās īpašības, salīdzinājumā ar plēkšņainām formām, to pozitīvās un negatīvās iezīmes, liela vērtība pievērsta graudu kvalitātes izpētei, jo no tās lielā mērā atkarīga graudu izmantošanas lietderība (Belicka, 1996, 1999, 1999a, 2000; Belicka and Legzdina, 2000, 2001; Legzdina, 2003; Zute, 2002; Belicka and Bleidere, 2005). Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts ir jau nodevis valsts šķirņu pārbaudei jaunu kailgraudu auzu līniju L-28156. Pētījuma mērķis – salīdzināt plēkšņaino graudaugu (mieži, auzas) ķīmisko sastāvu ar kailgraudu (mieži, auzas) formām un vasaras kviešiem, audzējot tos vienādos apstākļos.

Materiāli un metodes

Pētījums par plēkšņaino (mieži, auzas) un kailo graudaugu (vasaras kvieši, mieži, auzas) ķīmisko sastāvu veikts Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā laikā no 2004. līdz 2006.gadam. Pētījumā iekļauto šķirņu un līniju raksturojums un to izcelsme ir parādīta 1. tabulā.

1.tabula. Pētījumā iekļautās graudaugu šķirnes un līnijas/ Table 1. Cereal varieties and lines included in the study

Šķirnes/Varieties	Raksturojums/Characteristic	Izcelsme/Origin
Linga	plēkšņainie mieži / hulled barley	Latvija / Latvia
L-302	kailgraudu mieži / hullless barley	Latvija / Latvia
Gainer	kailgraudu mieži / hullless barley	Kanāda / Canada
SW 1291	kailgraudu mieži / hullless barley	Zviedrija / Sweden
KM 2084	kailgraudu mieži / hullless barley	Čehija / Czech Republic
Laima	plēkšņainās auzas / hulled oat	Latvija / Latvia
L-28156	kailgraudu auzas / naked oat	Latvija / Latvia
Vinjett	vasaras kvieši / spring wheat	Zviedrija / Sweden

Izmēģinājumi lauka augsnes raksturojums:

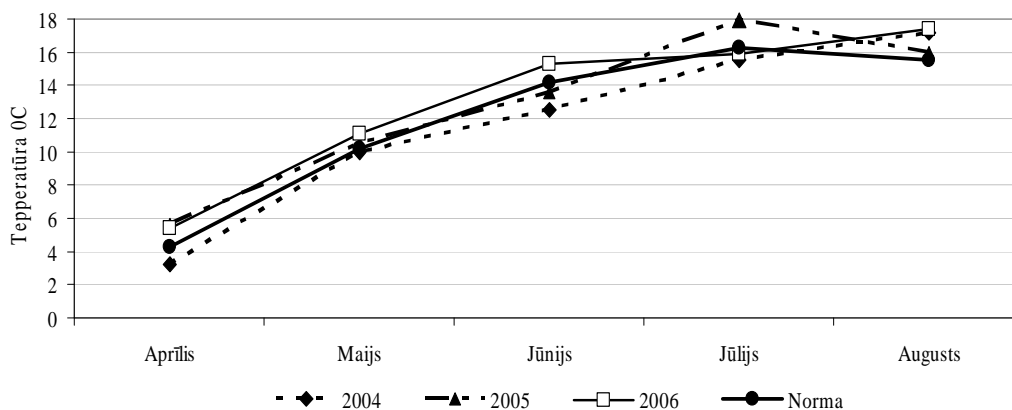
2004. gadā – velēnu podzolēta mālsmits, trūdvielas 16 g kg⁻¹, pH_{KCl} – 5.5, P₂O₅–212 mg kg⁻¹, K₂O–209 mg kg⁻¹;

2005. gadā – velēnu podzolēta smilšmāla augsne, trūdvielas 17–18 g kg⁻¹, pH_{KCl} – 5.5–5.9, P₂O₅ – 245–259 mg kg⁻¹, K₂O – 203–221 mg kg⁻¹;

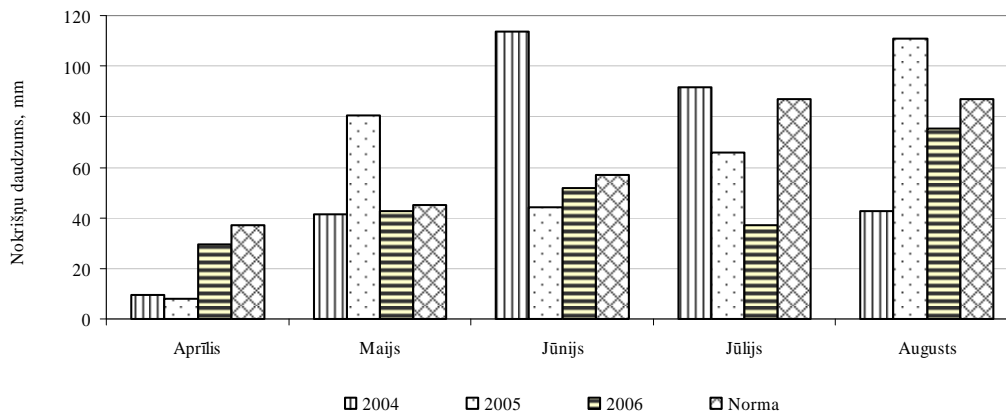
2006. gadā – velēnu glejota smilšmāla augsne, trūdvielas 17–18 g kg⁻¹, pH_{KCl} – 6.0, P₂O₅ – 128 mg kg⁻¹, K₂O – 98 mg kg⁻¹.

Graudaugi audzēti uz mēslojuma fona : N 60 P 90, K 90. Meteoroloģisko apstākļu raksturošanai izmantoti Stendes HMS dati (1. un 2. att.).

2004. gada veģetācijas periods bija vēss un nokrišņiem bagāts, it sevišķi jūnija II un III un jūlija I un II dekādēs, kad notiek graudu veidošanās. Tas pagarināja graudaugu nogatavošanos un novākšanas periodu. Graudaugu novākšanas laiks bija no 30. augusta līdz 2. septembrim.



1. att. Gaisa temperatūra 2004.–2006.g. veģetācijas periodā.
Figure 1. The air temperature in vegetation period 2004–2006.



2. att. Nokrišņu summa pa mēnešiem 2004.–2006. g. veģetācijas periodā.
Figure 2. The sum of precipitation in vegetation period 2004–2006.

2005. gadā aprīlī un maijā gaisa temperatūra un nokrišņi bija labvēlīgi vasarāju augšanai un attīstībai. Jūnija II un III dekāde raksturojas ar bagātīgiem nokrišņiem (attiecīgi 173.7 un 131.5%) un atbilstoši normai temperatūru. Jūlija pirmā un otrā dekādē karsts un sauss laiks, nokrišņu ļoti maz (29.6% pret normu). Jūlija trešā dekāde un augusta pirmā dekāde lietaina, nokrišņi attiecīgi 163.0 un 239.7% no normas. Ilgstošas lietavas veicināja graudu sadīgšanu vārpās. Graudaugus novāca augusta otrās dekādes beigās.

2006. gada veģetācijas periods raksturojas ar augstāku par normu gaisa temperatūru un zemāku par normu nokrišņu daudzumu. Ar lielu karstumu un sausumu (nokrišņi 5,1 mm) atzīmējama jūlija I un II dekāde. Jūlija trešās dekādē temperatūra pazeminājās – vidējā gaisa temperatūra kopumā bija +9.9 grādi. Augusta pirmā dekāde bija silta. Dekādes vidējā gaisa temperatūra bija +18.2 grādi. Dienās maksimālā gaisa temperatūra bija no +18 līdz +23 grādiem. Labība strauji nogatavojās un ražu novāca augusta pirmajā dekādē.

Visas ķīmiskās analīzes ir izteiktas sausnā. Sausnas saturs samalti graudiem noteikts žāvējot 2 stundas 130°C (LVS ISO 712–2003). Paraugiem noteikts kopproteīna saturs (N x 6.25) ar Kjeldāla metodi (LVS 277), cietes (ISO 10520), kopējā kokšķiedras (ISO 5498), koptauki (ISO

6492), koppelni (LVS 276:2000) un fosfora (ISO 6492) saturs(g kg⁻¹). Datu novērtēšanā pielietota dispersijas analīze un variācijas koeficients.

Rezultāti

Kopproteīna saturs. Izmēģinājuma gados ar būtiski augstāku kopproteīna saturu nekā citiem pārbaudē iekļautiem graudaugiem, raksturojas kailgraudu miežu līnija L-302 (vidēji 171.0 g kg⁻¹) un kailgraudu auzu līnija L-28156 (vidēji 170.9 g kg⁻¹) (p<0.05, 2. tabula). Pārējiem kailgraudu miežu genotipiem vidējais kopproteīna saturs ir robežās no 129.7–152.8 g kg⁻¹, tie ir līdzvērtīgi vai pārspēj vasaras kviešus, plēkšņainos miežus un plēkšņainās auzas.

Meteoroloģisko apstākļu ietekmē vairāk izmainījies kopproteīna saturs plēkšņainām un kailgraudu auzām, kā arī kailgraudu miežu līnijai KM 2084, variācijas koeficienti attiecīgi 17.2, 15.8 un 14.8% (2. tabula).

Cietes saturs. Starp vasaras kviešiem un kailgraudu miežiem nav konstatētas atšķirības cietes saturā (3. tabula). Kailgraudu miežu šķirnei 'Gainer' cietes saturs ir būtiski augstāks nekā pārējiem kailgraudu miežu genotipiem (p<0.05). Plēkšņainiem miežiem tas ir zemāks nekā kviešiem (p<0.05), līdzvērtīgs kailajām auzām, bet augstāks nekā plēkšņainām auzām (p<0.05).

2. tabula. Kopproteīna saturs plēkšņainos un kailos labību graudos, g kg⁻¹/ Table 2. Content of crude protein in hulled and hullless cereal grains, g kg⁻¹

Šķirnes / Varieties	Kopproteīns / Crude protein, g kg ⁻¹			Vidēji/ mean	V%
	2004	2005	2006		
Mieži / barley					
Linga – plēkšņainie / hulled	134.0	132.4	155.7	140.7	9.2
L-302 – kaili / hullless	153.2	170.8	189.0	171.0	10.4
Gainer – kaili / hullless	125.9	118.5	144.6	129.7	10.3
SW 1291 – kaili / hullless	130.1	149.7	166.4	148.7	10.4
KM 2084 – kaili / hullless	137.1	142.5	178.8	152.8	14.8
Auzas / oat					
Laima – plēkšņainās / hulled	101.3	118.6	142.8	120.9	17.2
L-28156 – kailās / naked	148.2	163.7	200.9	170.9	15.8
Vasaras kvieši / spring wheat					
Vinjett	132.8	120.2	147.0	133.3	10.0
LSD _{0.05}	-	-	-	32.7	-

Plēkšņainām auzām cietes saturs ir 454 g kg⁻¹. Tas ir par 23–34% zemāks, salīdzinot ar citiem graudaugiem. Cietes saturs pa gadiem ir mainījies maz, variācijas koeficients ir 0.5–5.4%. Lielāka gadu ietekme atzīmēta uz plēkšņainās auzu šķirnes 'Laima' un kailgraudu miežu šķirnes 'Gainer' cietes saturu (3. tabula). Pēc cietes satura graudaugi sarindojas sekojošā secībā: vasaras kvieši > kailgraudu mieži > plēkšņainie mieži > kailgraudu auzas > plēkšņainās auzas.

3. tabula. Cietes saturs plēkšņainos un kailos labību graudos, g kg⁻¹/ Table 3. Content of starch in hulled and hulless cereal grains, g kg⁻¹

Šķirnes / Varieties	2004	2005	2006	Vidēji/ mean	V%
Mieži / barley					
Linga – plēkšņainie / hulled	592	607	595	598	1.4
L-302 – kaili / hulless	637	622	611	623	2.0
Gainer – kaili / hulless	656	698	705	686	3.8
SW 1291 – kaili / hulless	647	653	653	651	0.5
KM 2084 – kaili / hulless	640	666	630	645	2.9
Auzas / oat					
Laima – plēkšņainās / hulled	480	454	430	454	5.4
L-28156 – kailās / naked	606	587	574	589	2.7
Vasaras kvieši / spring wheat					
Vinjett	651	677	677	668	2.3
LSD _{0.05}	-	-	-	29.9	-

Tauku saturs. No pētījumā iekļautajiem graudaugiem visaugstākais tauku saturs ir kailgraudu auzu līnijai L-28156 (4. tabula). Šis rādītājs 1.5–3.8 reizes pārsniedz tauku saturu plēkšņainajās auzās, kailgraudu un plēkšņainajos miežos un vasaras kviešos ($p < 0.05$). Meteoroloģisko apstākļu ietekme uz tauku saturu graudos ir maza plēkšņainiem miežiem ($V = 4.1\%$), kailgraudu auzām ($V = 4.7\%$) un plēkšņainām auzām ($V = 5.4\%$). Lielāka mainība tauku saturam pa gadiem atzīmēta kailgraudu miežiem ($V = 9.7\text{--}14.5\%$) un kviešiem ($V = 11.5\%$) (4. tabula).

4. tabula. Tauku saturs plēkšņainos un kailos labību graudos, g kg⁻¹/ Table 4. Content of fat in hulled and hulless cereal grains, g kg⁻¹

Šķirnes / Varieties	2004	2005	2006	Vidēji/ mean	V,%
Mieži / barley					
Linga – plēkšņainie / hulled	24.4	26.3	24.7	25.1	4.1
L-302 – kaili / hulless	21.2	26.0	24.3	23.8	10.2
Gainer – kaili / hulless	22.4	29.9	25.5	25.9	14.5
SW 1291 – kaili / hulless	28.6	31.4	25.4	28.5	10.5
KM 2084 – kaili / hulless	25.5	30.9	27.6	28.0	9.7
Auzas / oat					
Laima – plēkšņainās / hulled	58.3	63.6	57.6	59.8	5.4
L-28156 – kailās / naked	91.5	96.2	87.5	91.7	4.7
Vasaras kvieši / spring wheat					
Vinjett	27.4	25.9	21.8	25.0	11.5
LSD _{0.05}	-	-	-	5.3	-

Kokšķiedras saturs. Plēkšņainās auzas raksturojas ar visaugstāko kokšķiedras saturu – 105.9 g kg⁻¹ (5. tabula). Tām seko plēkšņainie mieži, kuriem plēkšņu saturs 2.1 reizes mazāks, bet kailos graudaugos tas ir vēl mazāks: kviešos – 3.7 reizes, bet kailgraudu miežos un auzās pat 4.4–5.8 reizes nekā plēkšņainajās auzās ($p < 0.05$). Mazāka meteoroloģisko faktoru ietekme uz šo rādītāju ir plēkšņainajiem miežiem ($V = 6.8\%$), vidēja – kviešiem un auzām ($V = 10.0\text{--}13.0\%$), bet lielāka – kailgraudu miežiem ($V = 19.7\text{--}33.7\%$) (5. tabula).

5. tabula. Kokšķiedras saturs plēkšņainos un kailos labību graudos, g kg⁻¹/ Table 5. Content of fibre in hulled and hullless cereal grains, g kg⁻¹

Šķirnes / Varieties	2004	2005	2006	Vidēji/ mean	V, %
Mieži – barley					
Linga–plēkšņainie / hulled	54.3	47.5	50.2	50.6	6.8
L–302 – kaili / hullless	23.2	17.0	14.8	18.3	23.7
Gainer – kaili / hullless	27.1	19.9	13.5	20.2	33.7
SW 1291 – kaili / hullless	29.7	20.5	22.7	24.3	19.7
KM 2084 – kaili / hullless	27.7	18.1	15.6	20.5	31.2
Auzas – oat					
Laima – plēkšņainās / hulled	98.4	97.4	121.9	105.9	13.0
L–28156 – kailās / naked	22.8	19.2	18.9	20.3	10.6
Vasaras kvieši / spring wheat					
Vinjett	31.8	26.6	27.1	28.5	10.0
LSD _{0.05}	-	-	-	11.4	-

Pelnu saturs. Plēkšņainos miežos un auzās vidēji ir par 3.0–7.7 % augstāks koppelnu saturs nekā kailos graudaugos (6. tabula). Zema variabilitāte atzīmēta kailgraudu auzām (V = 3.1%) un kailgraudu miežu līnijai L – 302 (V = 8.6%), bet vidēja pārējām šķirnēm un līnijām (V = 10.5–17.2%).

6. tabula. Pelnu saturs plēkšņainos un kailos labību graudos, g kg⁻¹/ Table 6. Crude ash content in hulled and hullless cereal grains, g kg⁻¹

Šķirnes / Varieties	2004	2005	2006	Vidēji/ mean	V, %
Mieži / barley					
Linga – plēkšņainie / hulled	27.6	21.4	20.1	23.0	17.4
L–302 – kaili / hullless	22.5	20.2	19.0	20.6	8.6
Gainer – kaili / hullless	22.3	17.5	16.2	18.7	17.2
SW 1291 – kaili / hullless	20.8	17.1	15.0	17.6	16.6
KM 2084 – kaili / hullless	22.1	19.6	16.4	19.4	14.7
Auzas / oat					
Laima – plēkšņainās / hulled	28.3	23.4	24.0	25.2	10.5
L–28156 – kailās / naked	22.6	22.6	21.4	22.2	3.1
Vasaras kvieši / spring wheat					
Vinjett	19.3	18.0	15.1	17.5	12.3
LSD 0.05	-	-	-	4.7	-

Diskusija

Latvijas apstākļos pētījumā iegūtie rezultāti sakrīt ar citu autoru atzinumiem, ka kailgraudu miežiem, salīdzinot ar plēkšņainajiem, ogļhidrātu, proteīna, tauku saturs un enerģētiskā vērtība ir augstāki, bet pelnu un kokšķiedras saturs – zemāks (Bell et al., 1983; Bhatti, 1999). Tomēr jāņem vērā katra genotipa īpatnības. Mūsu dati parāda, ka starp kailgraudu miežu genotipiem ir būtiskas atšķirības gan pēc kopproteīna, gan cietes satura (p<0.05, 2. un 3. tabula). Kvieši pārspēj pārējos graudaugus kopproteīna satura ziņā, bet mūsu izmēģinājumā iekļautā miežu šķirne ‘Linga’, kura jau ģenētiski raksturojas ar augstāku kopproteīna saturu, būtiski neatšķiras no vasaras kviešu šķirnes ‘Vinjett’ (2. tabula).

Arī meteoroloģiskie apstākļi veģetācijas periodā var ietekmēt barības vielu saturu visu labību graudos: visaugstākais kopproteīna saturs un zemākie kokšķiedras un pelnu satura rādītāji ir bijuši 2006. gadā, kad graudu veidošanas laikā jūlijā I un II dekādē bija karsts un sauss laiks (2., 5. un 6. tabula, 1. un 2. att.). Turpretī augstākais tauku saturs graudos konstatēts 2005. gadā, kad veģetācijas periods raksturojās ar bagātīgiem nokrišņiem (4. tabula).

Kailgraudu miežus augstas barības vērtības dēļ iesaka iekļaut mājdzīvnieku barības devās, daļēji aizstājot plēkšņainos miežus un pat kviešus (Classen *et al.*, 1988). Lai arī kviešu graudiem ir augsta enerģētiskā vērtība, tomēr tos neiesaka barības maisījumā paredzēt vairāk par 40 – 65%, jo kviešu olbaltumvielas gliadīns un glutelīns ir tās, kas smalki samaltu kviešu izēdināšanu dzīvniekiem padara problemātisku (Osītis, 1998). Pārtikā kailgraudu miežus vairāk lieto Koreja, Ķīna, Indija, Taivāna un Japāna, bet maz Eiropā un Ziemeļamerikā (Bhatty, 1992). Lai ražotu augstas šķiedrvielas satura maizi, var aizstāt kviešu miltus ar kailgraudu miežu miltiem, palielinot to īpatsvaru līdz 20–30% (Geiger and Ink, 1996, Rakčejeva, 2006).

Arī auzu barības vērtību nosaka plēkšņu un kodola daļas attiecība ražā. Kodola un plēkšņu attiecība ir atkarīga gan no šķirnes, gan augšanas apstākļiem un variē no 20 līdz 37% (Evers *et al.*, 1999). Tāpēc kailgraudu jeb bezplēkšņu auzu graudi ir ar zemu kokšķiedras saturu un ļoti augstu enerģētisko vērtību (Campbell, 1996). Auzu graudu barības vērtību palielina augstais tauku saturs (5–7%) (Evers *et al.*, 1999). Mūsu pētījumā arī Latvijā izveidotā plēkšņainā auzu šķirne 'Laima' un jaunā kailgraudu līnija L–28156 izceļas ar īpaši augstu tauku saturu (4. tabula). Auzas vienmēr bijušas populāras zirgu ēdināšanā, bet mazāk lietotas putniem un cūkām. To saista ar auzu salīdzinoši lielo kokšķiedras saturu un zemāku enerģētisko vērtību, salīdzinot ar kviešiem un miežiem (Svihus and Gullord, 2002). Par to liecina arī mūsu iegūtie dati (5. tabula). Auzu graudu ķīmiskais sastāvs ir ideāli piemērots dažādu diētisku produktu ražošanai (Geiger and Ink, 1996), vērtīga izejviela maizes cepšanai vai citu produktu gatavošanai (Barr *et al.*, 1996). Kailgraudu miežus un kailgraudu auzas var uzskatīt par piemērotām izejvielām lopbarības un pārtikas ražošanā.

Secinājumi

Ar augstāko kopproteīna saturu izmēģinājuma gados raksturojas kailgraudu miežu līnija L–302 (vidēji 171.0 g kg⁻¹) un kailgraudu auzu līnija L–28156 (vidēji 170.9 g kg⁻¹). Tām seko pārējās kailgraudu miežu līnijas, plēkšņainie mieži, vasaras kvieši un plēkšņainās auzas.

Starp vasaras kviešiem un kailgraudu miežiem nav konstatētas būtiskas atšķirības pēc cietes satura. Plēkšņainām auzām ir vizuālākais cietes saturs un sastāda 66–77 %, salīdzinot ar citiem graudaugiem.

Visaugstākais tauku saturs ir kailgraudu auzām (vidēji 91.7 g kg⁻¹), būtiski pārsniedz (1.5–3.8 reizes) tauku saturu plēkšņainajās auzās, kailgraudu un plēkšņainajos miežos un vasaras kviešos.

Intensīvāka tauku uzkrāšanās graudos atzīmēta 2005. gadā, kad veģetācijas periods raksturojās ar bagātīgiem nokrišņiem.

Plēkšņainie mieži un auzas satur 2.1–5.8 reizes vairāk kokšķiedras salīdzinot ar kailgraudu genotipi.

Plēkšņainos miežos un auzās vidēji ir par 3.0–7.7 % augstāks koppelnu saturs nekā kailos graudaugos.

Plēkšņaino un kailo miežu un auzu, kā arī vasaras kviešu graudu ķīmiskā sastāva mainību ietekmē meteoroloģiskie apstākļi veģetācijas periodā.

Pateicība

Izsakām pateicību LLKC par lauka izmēģinājumu un Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtam par ķīmisko analīžu finansēšanu.

Literatūra

1. Barr, A.R., Pelham, S.D., Zwer, P.K., (1996) Hulless oat – building a commercial future, Proceedings of V International oat conference and VII International barley genetic symposium, July 29 to August 6, Saskatoon, Canada, 97–105.
2. Belicka, I., (1996) Selection and properties of high protein barley lines, 5th International Oat Conference & 7th International barley genetics symposium, Proceedings Poster Session, vol. 2, Poster Nr. 219. Saskatoon, 458–460.
3. Belicka, I., (1999) Miežu kailgraudu un plēkšņaino līniju salīdzinājums, Agronomijas Vēstis, Jelgava, 1999, Nr. 1, 116.–121.

4. Belicka, I., (1999) The investigation of barley breeding lines with increased protein content, Agroecological optimization of husbandry technologies, Scientific Conference of Baltic States Agricultural Universities 8–10 July 1999a in Jelgava, 197–206.
5. Belicka, I., Legzdina, L., (2000) Testing and breeding hulless barley in Latvia, Plant breeding and seed production, VIII Collaboration on plant breeding in the Baltic Sea region, Jogeva, 2000, 106–113.
6. Belicka, I., (2000) Studies on the agronomic traits and feed value of hulled and hull-less barley lines, Barley Genetics VIII, Proceedings of the 8th International Barley Genetics Symposium, Volume II – Contributed Papers 22 – 27.10.2000, Adelaide Convention Centre, Adelaide, South Australia, 279–281.
7. Belicka, I., Legzdina, L., (2001) Agronomics traits and quality of the hulless barley, Conference on Sustainable Agriculture in Baltic States, Proceedings of the International Conference, Tartu, Estonia, June 28–30, 18–23.
8. Belicka, I., Bleidere, M., (2005) Comparative evaluation of the yield and qualitative traits of hulless and hulled barley, Agronomijas Vēstis, Nr. 8, Jelgava, 90–93.
9. Bell, J.M., Shires, A. Keith, M.O., (1983) Effect of hull and protein content of barley on protein and energy digestibility and feeding value of pigs, Canadian Journal of Animal Science, Vol. 63, 201–205.
10. Bhatti, R.S., 1992, Dietary and nutritional aspects of barley in human foods, Vol. II, Barley genetics VI, 913–919.
11. Bhatti, R.S., (1999) The potential of hull-less barley, Cereal Chemistry, Vol. 76, 589–599.
12. Campbell, G.L., (1996) Oat and barley as livestock feed – the future, Proceedings of V International Oat Conference and VII International Barley Genetic Symposium, July 29 to August 6, Saskatoon, Canada, 77–81.
13. Classen, H.L., Campbell, G.L., Rossnagel, B.G., Bhatti, R.S. (1988) Evaluation of hulless barley as replacement for wheat or conventional barley in layin hen diets, Canadian Journal of Animal Science, Vol. 68, 1261–1266.
14. Evers, A.D., Blakeney, A.B., Brien, L.O., (1999) Cereal structure and composition, Australian Journal of Agricultural Research, Vol. 50, 629–650.
15. Geiger, C.I., Ink, S.L., (1996) The future of oat and barley as functional foods, Proceedings of V International Oat Conference and VII International Barley Genetic Symposium, July 29 to August 6, Saskatoon, Canada, 45–49.
16. Legzdiņa, L., (2003) Kailgraudu miežu agrobioloģiskais vērtējums un selekcijas perspektīvas, Promocijas darba kopsavilkums, Jelgava, 49.
17. Osītis, U., (1998) Barības līdzekļu novērtēšana atgremotāju ēdināšanā, Jelgava, Metodiskais materiāls, LLU, 4, 48.
18. Rakčejeva, T., (2006) Bioloģiski aktivēti graudi kviešu maizes cepšanā, Promocijas darba kopsavilkums inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda ieguvei pārtikas zinātnes nozarē, Jelgava, LLU, 48.
19. Shewry, P.R., Morell, M., (2001) Manipulating cereal endosperm structure, development and composition to improve end-use properties, Advances in Botanical Research, Vol. 34, 166–236.
20. Svihus, B., Gullord, M., (2002) Effect of chemical content and physical characteristics on nutritional value of wheat, barley and oats for poultry, Animal Feed Science and Technology, Vol. 102, 71–92.
21. Zute, S., (2002) Kailgraudu auzu izlases kritērijiem atbilstošu perspektīvo līniju raksturojums, Agronomijas Vēstis, Nr. 2, Jelgava, 102.–106.

**HARVEST TIME EFFECT ON YIELD AND QUALITY OF MAIZE (*ZEA MAYS* L.)
GROWN FOR SILAGE
NOVĀKŠANAS LAIKA IETEKME UZ KUKURŪZAS (*ZEA MAYS* L.) RAŽU UN TĀS
KVALITĀTI**

Gaile Z.

Research and Study farm “Vecauce” of Latvia University of Agriculture
Akademijas street 11.a, Auce, LV-3708, phone: +371 29135525, e-mail zinta@apollo.lv

Kopsavilkums

2005. un 2006. gados LLU MPS „Vecauce” iekārtoja 3-faktoru izmēģinājumu ar mērķi novērtēt kukurūzas novākšanas laika ietekmi uz iegūstamās ražas apjomu un kvalitāti. Izmēģinājumā izmantoja četrus dažāda agrinuma hibrīdus: divus agrīnus - Earlystar (Francija, FAO skaitlis 160) un RM-20 (FrancijaFAO skaitlis 180), vienu vidēji agrīnu Tango (Vācija, FAO skaitlis 210) un speciāli izmēģinājumam izvēlētu ļoti vēlīnu hibrīdu Cefran (Čehija, FAO skaitlis

340). Kukurūzu sēja četros dažādos termiņos (25. aprīlis, 5.maijs, 15. maijs, 25.maijs), bet sējas laika ietekme uz rezultātu šajā rakstā nav analizēta. Ražu novāca septembrī četros termiņos ar 10 dienu intervālu starp tiem, lai varētu konstatēt, kad kukurūza sasniedz vēlamo novākšanas gatavību: 1.septembrī, 10.septembrī, 20.septembrī, 30.septembrī. Iepriekšējos gados veiktie izmēģinājumi liecināja, ka vairumā sezonu tieši laiks ap 20.septembri (3.termiņš) varētu izrādīties optimālais kukurūzas novākšanai. Izmēģinājuma gados agrometeoroloģiskie apstākļi bija atšķirīgi; 2006.gadu raksturoja ekstremāls sausums, kas iespaidoja rezultātu (1.tabula).

Izmēģinājuma rezultāti nepārprotami pierādīja, ka pēc 1.septembra sausnas raža turpina pieaugt ($p < 0.05$). Ražas pieaugums (vidēji par 3.38 t ha^{-1} 2005.g., 3.40 t ha^{-1} 2006.g.) abos izmēģinājuma gados konstatēts līdz 20.septembrim (2.tabula). Ražas pieaugums no 20. līdz 30.septembrim atzīmēts 2006.gadā (vidēji par 1.47 t ha^{-1}), bet nav novērots 2005.gadā, jo kukurūza nosala 17., 18.septembra salnās. Ražas pieaugums septembrī atzīmēts neatkarīgi no sējas laika (1.attēls)

Pats pirmais kukurūzas kvalitātes rādītājs Latvijā ir sausnas saturs zaļmasā. 2005.gadā vidēji izmēģinājumā sausnas saturs 250 g kg^{-1} atzīmēts tikai ap 20.septembri, bet 2006.gadā – jau ap 10.septembri. Novākšanas laiks ietekmēja sausnas saturu zaļmasā par 47% ($p < 0.05$). Vidējie divu gadu rezultāti liecina, ka novākšanai atbilstošu sausnas saturu ($\geq 250 \text{ g kg}^{-1}$) kukurūza sasniedz ap 20. septembri (3.tabula). Jāņem vērā, ka 250 g kg^{-1} ir minimālā sausnas satura robeža, lai skābbarības gatavošanas laikā izvairītos no lieliem barības vielu zudumiem sulas aiztecēšanas rezultātā; labāk, ja sausnas saturs kukurūzas zaļmasā ir 280 g kg^{-1} .

Otrs pirmējo kvalitāti raksturojošais rādītājs, kas ietekmē enerģētisko vērtību, – vāļišu īpatsvars kopējā sausnas ražā, liecina par to, ka abos izmēģinājuma gados kukurūzas novākšanu vajadzēja novilcināt līdz septembra trešajai dekādei vai salnām – 2005.gadā 20. septembrī šis rādītājs vidēji izmēģinājumā atzīmēts 446 g kg^{-1} , bet 2006.gadā 20.septembrī tas bija 547 g kg^{-1} , kas ir tuvu vēlāmā intervāla augšējai robežai. Vāļišu īpatsvaru kopējā sausnas ražā novākšanas termiņš ietekmēja par 45% ($p < 0.05$; 3.tabula)

Kopproteīna samazināšanās abos gados novērota līdz pat septembra beigām; tas ir neizbēgami, ja vēlamies novākt lielāku masu, kurai citi kvalitatīvie rādītāji septembra laikā uzlabojas (2.attēls, pa labi). NDF (neitrāli skalotā kokšķiedra) un ADF (skābi skalotā kokšķiedra) saturs abos izmēģinājuma gados samazinājās līdz 20.septembrim; 2005.gadā pēc 20.septembra tas atkal pieauga, bet 2006.gadā turpināja samazināties (4.tabula un 2.attēls, pa kreisi). Vislielākā ietekme uz NDF un ADF saturu bija izmēģinājuma gada apstākļiem (53% un 73% atbilstoši, $p < 0.05$), taču konstatēta arī būtiska ($p < 0.05$) novākšanas laika ietekme. Ja rudens salnās kukurūza nosalst, kā notika 2005.gadā, un pēc tam ilgāku laiku netiek novākta (kā to prasīja 4 termiņu novākšanas metodika), tad gan rasas, gan lietus ietekmē vērtīgās barības vielas viegli izskalojas un kukurūzas lapas sāk atgādināt nevērtīgas papīra lapas. Arvien vēl pieaugošais gatavo graudu frakcijas iznākums šādos apstākļos vairs nespēj izlīdzināt košķiedras līmeni visā masā, tāpēc NDF un ADF saturs atkal pieaug. Jāatceras arī mikotoksīni, kurus izdala mikroskopiskās sēnes, kas attīstās uz nosalušajām kukurūzas lapām. Kukurūzas kvalitātes izmaiņas pēc salnām būtu jāpēta turpmāk.

Pētījuma rezultāti liecina, ka kukurūzas sausnas raža pieaug līdz septembra beigām, ja vien nenovēro nāvējošas salnas. Ražas vākšanas novilcināšana septembrī galvenokārt nodrošina arī kvalitātes uzlabošanu: sausnas saturs zaļmasā un vāļišu sausnas ražas īpatsvars kopējā sausnas ražā pieaug, bet NDF un ADF saturs – samazinās. Nāvējošas rudens salnas var pārtraukt kukurūzas ražas un kvalitātes pieaugumu; ja kukurūzas novākšanu pēc salnām ilgi novilcina, kvalitāte pat ievērojami samazinās. Kukurūzas kvalitātes izmaiņas pēc salnām, īpaši iespējamais piesārņojums ar mikotoksīniem, būtu jāpēta turpmāk.

Abstract

Growing manner of maize (*Zea mays* L.) for silage production is widely investigated in the USA and more Southern countries of Europe. Due to changes in attitude toward this crop over the last 10 to 15 years, Latvia lacks expertise in this field. The aim of our research arranged in the Research and Study farm "Vecauce" of Latvia University of Agriculture (2005 to 2006), was to define more accurately the harvest time of maize grown for silage production. Four maize hybrids with different maturity rating defined by FAO number (Earlstar (FAO 160), RM-20 (FAO 180),

Tango (standard, FAO 210), Cefran (FAO 340)) were harvested at four different times beginning on 1 September at ten day intervals. Strong harvest time effect on maize yield was observed ($p < 0.05$); harvest time affected obtained maize yield by 32 to 48% depending on year. Our results have shown yield increase until the end of September. However, in some years (2005) maize yield increase could be stopped by fall frosts. Quality of maize yield, measured by dry matter content, corn-cob yield percentage within the total dry matter yield and net energy in lactation, increased in the similar manner. Such parameters as neutral detergent fiber, acid detergent fiber and crude protein content decreased with the maturity of maize during September. Harvest of maize late after the fall frosts deteriorated quality. The main criterion for selection of proper maize harvest time should be dry matter content of maize (min 25%, optimum 28-30%). We concluded that in central and western part of Latvia harvest of maize for silage mainly should be delayed up to the third ten-day period of September thus improving both, yield and its quality.

Key words

Maize, hybrid, harvest time, yield, quality

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is moving further into the Northern latitudes due to improvements in plant breeding and in agronomic practices (Gaile, 2004, Keady, 2005). Latvia is located between the Northern latitudes 55° and 58° that means – out of traditional corn growing areas, but during last years sown area with maize for silage is again increasing. As maize, in addition, nowadays is one of the common substrates for biogas production it is almost certain that sown area will increase also further. Accurate selection of hybrid, as well as precise consideration of every step in growing practice is the key for harvesting high dry matter (DM) yield with good quality. Optimum harvest date for silage is crucial for exploiting the yield and forage quality potential of the crop, and for minimizing losses during silage storing and feed-out phases. Growing manner of maize for silage production is widely investigated in the USA and more Southern countries of Europe. Previous studies have indicated that maximum DM yield occurred at 300 – 350 g kg⁻¹ average DM content (Darby and Lauer, 2002, Lauer, 2003). Previous studies in Latvia indicated that it is not possible to obtain maize yield with DM content above 250 g kg⁻¹ every year as well as that during September DM content, proportion of corn-cobs in the whole DM yield and net energy for lactation are increasing, but content of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and crude protein (CP) is decreasing (Gaile, 2004). A change of DM yield during September is not documented in Latvia using modern hybrids before. Researchers as well as producers in Latvia have changed attitude toward this crop over the last 10 to 15 years, but we still lack expertise in several substantial points connected with growing manner of maize, including optimum harvest date.

The aim of our research was to define more accurately the harvest time of maize grown for silage production. The hypothesis was presumed that harvesting maize later in September (approximately around 20 September or even later) higher yield with better quality will be obtained.

Materials and Methods

Three factor field trials were carried out during 2005-2006 in Research and Study farm “Vecauce” (latitude: N 56° 28', longitude: E 22° 53') of LLU. Trials were arranged in four replication randomised blocks with plot size 16.8 m². Row width was 0.7 m. Planted population density was 82000 plants per ha. Original seed of four maize hybrids (Factor A) with different maturity rating defined by FAO number (Earlstar (FAO 160), RM-20 (FAO 180), Tango (standard, FAO 210), Cefran (FAO 340)) was used. Soil at the site was sod podzolic sand loam with pH_{KCl} - 7.0-7.1, available for plants content of P – 198-263 mg kg⁻¹; K – 191-196 mg kg⁻¹, humus content – 21-25 g kg⁻¹. Maize was sown at four different sowing times (factor B; results of sowing time effect is not analysed in current paper) starting with April 25 at ten day intervals till May 25 in both years. Traditional soil tillage was used: mould-board ploughing in previous fall,

cultivation and rototilling before sowing in spring. Given fertilisers: 34 kg ha⁻¹ P, 75 kg ha⁻¹ K and 148 kg ha⁻¹ N (18+70+60). Planting was carried out with by hand handled planter at 3 – 4 cm depth. Weeds were controlled spraying herbicides (nicosulfuron 1.0 L ha⁻¹ + dicamba 0.3 L ha⁻¹) and mechanically. Harvesting was done at four different times (factor C) beginning with 1 September at ten day intervals. Yield was accounted from 0.7 m² on 1, 10 and 30 September and from 8.4 m² during the main harvest time on 20 September. Following observations were carried out: field germination, flowering (tasseling and silking), plant density before harvest, plants per ha, plant height before harvesting, m, (data are not presented), green and dry matter (DM) yield, t ha⁻¹, DM yield of corn-cobs, t ha⁻¹, and proportion of corn-cob DM yield in the whole plant DM yield, g kg⁻¹. For detecting the corn-cob yield, covering leaves of corn-cobs were peeled. Following quality analyses for every hybrid and in every harvest time were carried out using standard methods: content of DM of whole plant and corn-cobs, g kg⁻¹ (Forage analyses met 2.2.1.1.); crude protein (CP), g kg⁻¹ of DM (ISO 5983); neutral detergent fibre (NDF), g kg⁻¹ of DM (Forage analyses met 2.2.1.1.) and acid detergent fibre (ADF), g kg⁻¹ of DM, (Forage analyses met 4.1.); ash (ISO 5984), Ca (ISO 5490/2) and P (ISO 6491), in g kg⁻¹ of DM (data are not presented). Some parameters were calculated in addition: digestible dry matter DDM g kg⁻¹ = 889 – (0.779 x ADF); net energy for lactation NEL MJ kg⁻¹ of DM = (0.00245 x DDM - 0.12) x 4.184; dry matter intake DMI g kg⁻¹ of cow body weight = 12000/NDF. As they are derived from NDF and ADF data are not presented. Meteorological conditions were variable in the research years, and the main indices, average daily temperature and precipitation, are characterized in Table 1.

Table 1. Temperature and precipitation compared with meteorological norm during 2002-2004

Month	Average daily air temperature, °C			Precipitation, mm		
	2005	2006	Norm	2005	2006	Norm
April	6.0	5.8	4.9	17.2	20.4	42
May	11.2	11.6	11.2	43.0	27.6	43
June	14.3	16.2	15.1	48.6	24.2	51
July	18.3	20.1	16.6	65.0	13.0	75
August	16.1	17.5	16.0	106.4	150.0	75
September	13.3	13.9	11.5	35.6	46.0	59

Spring frost after maize emergence in research field was observed in 1 June 2006; plants were stressed and due to this herbicide spray was delayed; mechanical weed control was used in addition thus favouring moisture losses from soil and drought stress for plants. Strong fall frosts during September were observed on 17, 18 September 2005 – maize was frost-bitten. Summarising meteorological description, one could say that better suitable for maize growing and more typical for Latvia was year 2005; 2006 was atypical due to critically dry conditions; in July 2006 yield was really endangered.

Results were statistically analysed using analysis of variance.

Results

On average per trial maize DM yield was 2.06 t ha⁻¹ higher in 2005 (14.17 t ha⁻¹) if compared with yield in 2006 (12.11 t ha⁻¹). Our results showed strong harvest time effect on obtained maize yield (p<0.05; Table 2).

Table 2. Maize DM yield of four hybrids harvested in four different dates in 2005-2006, t ha⁻¹

Harvest dates	Earlstar FAO-160	RM-20 FAO-180	Hybrid Tango FAO-210	Cefran FAO-340	On average for harvest dates, LSD _{0.05} = 0.50
2005 (LSD _{hybrid x harvest date} = 1.00)					LSD _{0.05} = 0.50
September 1	12.02	12.09	12.18	11.76	12.01
September 10	14.45	14.81	14.37	12.96	14.15
September 20	15.75	15.91	15.35	14.54	15.39
September 30	14.26	16.37	15.82	14.04	15.12
On average for hybrid, LSD _{0.05} = 0.50	14.12	14.79	14.43	13.33	X
2006 (LSD _{hybrid x harvest date} = 1.15)					LSD _{0.05} = 0.58
September 1	10.00	9.99	9.53	9.14	9.66
September 10	11.29	11.29	11.19	10.98	11.19
September 20	13.02	13.55	12.93	12.74	13.06
September 30	15.00	14.25	14.70	14.17	14.53
On average for hybrid, LSD _{0.05} = 0.58	12.33	12.27	12.09	11.76	X

From September 1 to September 20 yield increased by 3.38 t ha⁻¹ in 2005 and by 3.40 t ha⁻¹ in 2006. Further yield increase till the end of September was not observed in 2005, but in 2006 yield increase continued and on average it was by 1.47 t ha⁻¹ during last decade (Table 2). Harvest time affected maize DM yield by 32% in 2005 and even by 48% in 2006. Despite differences in maturity rating of selected hybrids, substantial hybrid effect (p<0.05) on DM yield was noticed only in 2005 (Table 2). Small hybrid x harvest time interaction effect (by 3%, p<0.05) on DM yield was also noticed only in 2005.

DM yield increased similarly with harvest time delay in September regardless of sowing time of maize, i.e. yield increase with later harvest was observed for maize sown in May 25 as well as for that sown in April 25 or in other date (Fig. 1).

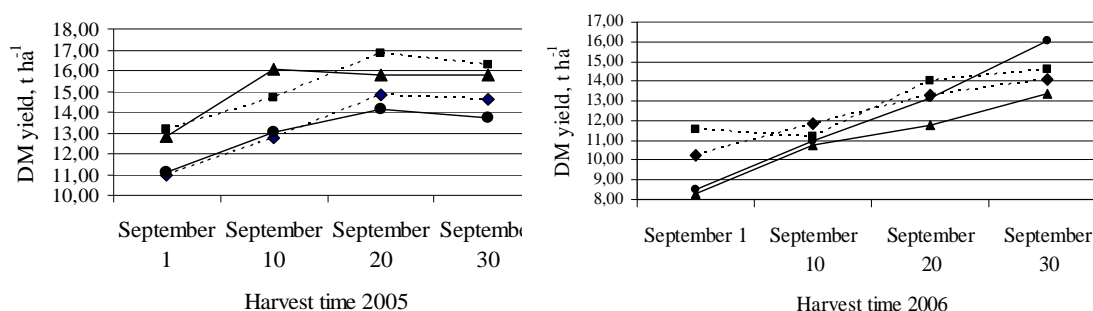


Figure 1. Maize yield increase depending on harvest time if sown in different sowing times (◆- April 25; ■ - May 5; ▲ - May 15; ● - May 25)

Quality of maize measured by DM content higher was in 2006, conditions of harvest year affected it by 20% (p<0.05). If average two year DM content is evaluated, again strong harvest time effect was noticed (by 47%, p<0.05). Two year average data shows that from September 1 till September 30 average DM content in the whole plant maize yield increased by 87 g kg⁻¹ (Table 3). Hybrid effect was also substantial (by 17%, p<0.05) as different maturity hybrids were used. Other important initial quality indicator is a proportion of corn-cobs' DM yield in the whole plant DM yield, and later in September harvest time as well as used hybrid affected it strongly in every separate year (p<0.05). If average data of two trial years was used (Table 3) proportion of corn-cobs' DM yield in the whole plant DM yield was affected by conditions of year (23%), by used hybrid (18%) and by delayed harvest time (45%).

Table 3. DM content of maize and proportion of corn-cobs DM yield in the whole plant DM yield depending on hybrid and harvest date on average during 2005-2006, g kg⁻¹

Harvest dates	Hybrid				On average for harvest dates,
	Earlstar FAO-160	RM-20 FAO-180	Tango FAO-210	Cefran FAO-340	
DM content (LSD _{hybrid x harvest date} = 18.10)					LSD _{0.05} = 9.05
September 1	225.27	220.02	222.88	192.73	215.23
September 10	249.63	251.70	252.33	213.81	241.87
September 20	290.55	286.70	291.47	239.87	277.15
September 30	327.28	306.59	321.58	253.46	302.23
On average for hybrid, LSD _{0.05} = 9.05	273.18	266.25	272.06	224.97	X
Proportion of corn-cobs DM yield in the whole plant DM yield (LSD _{hybrid x harvest date} = 52.58)					LSD _{0.05} = 26.29
September 1	354.23	344.46	407.22	212.67	329.64
September 10	433.06	415.28	446.75	286.29	395.34
September 20	528.42	510.53	548.42	399.04	496.60
September 30	630.21	593.31	602.22	491.34	579.27
On average for hybrid, LSD _{0.05} = 26.29	486.48	465.89	501.15	347.33	X

Other basic quality indicators are NDF (Table 4) and ADF (Fig. 2) content, from which DMI, DDM and NEL are derived. Strong harvest year effect was noticed on content of NDF (53%; p<0.05). On average per trial NDF content was by 55.9 g kg⁻¹ higher in 2005 (547.8 g kg⁻¹) if compared with that in 2006 (491.9 g kg⁻¹) (Table 4). Substantial harvest time effect on NDF content was observed in separate years as well as on average values per two years (12%; p<0.05). Little or no changes of NDF content in both trial years were observed from 1 till 10 September, sharp decrease – from 10 till 20 September, and increase (in 2005) or further decrease (in 2006) from 20 till 30 September depending on year (Table 3). Few effect of used hybrid was noticed only on average values per two years.

Table 4. NDF content of maize depending on hybrid and harvest date, 2005-2006, g kg⁻¹

Harvest dates	Hybrid				On average for harvest dates,
	Earlstar FAO-160	RM-20 FAO-180	Tango FAO-210	Cefran FAO-340	
2005					p < 0.05
September 1	527.35	551.25	565.75	560.55	527.35
September 10	528.18	561.13	568.65	555.80	528.18
September 20	507.20	512.25	545.35	538.35	507.20
September 30	546.48	564.63	562.65	569.25	546.48
On average for hybrid, p = 0.066	527.30	547.31	560.60	555.99	X
2006					p < 0.001
September 1	495.18	512.58	521.40	519.78	512.23
September 10	504.65	518.05	516.80	506.58	511.52
September 20	472.70	473.18	481.63	481.25	477.19
September 30	448.18	459.33	470.18	488.95	466.66
On average for hybrid, p = 0.69	480.18	490.78	497.50	499.14	X

Similarly to NDF content, ADF content also was mostly affected by harvest year (by 73%, p<0.05), and on average per trial it was 302.3 g kg⁻¹ in 2005, but by 58.4 g kg⁻¹ less in 2006 (243.9 g kg⁻¹) (Fig. 2, on the left). On average two year data some hybrid (8%; p<0.05) and harvest time (6%; p < 0.05) effect was noticed. Interesting is results during separate trial years: hybrid effect (p=0.1) was not substantial in 95% confidence level on ADF content in 2005, but harvest time effect (p=0.42) - in 2006.

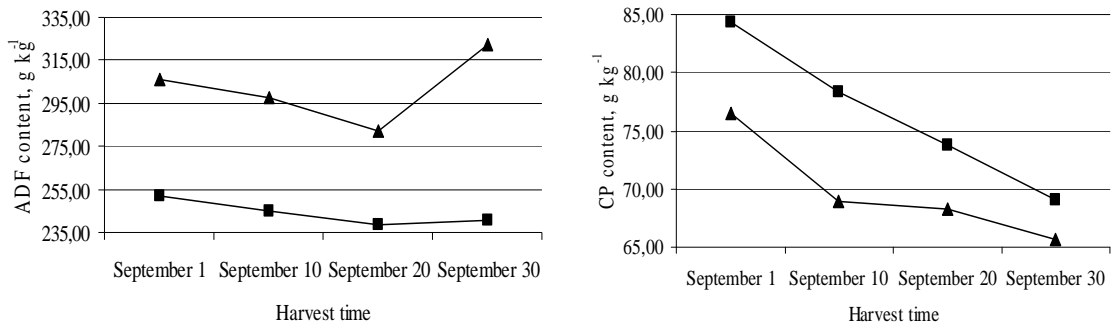


Figure 2. Changes in ADF (left) and CP (right) content in maize yield depending on harvest time (▲ - 2005; ■ 2006)

CP content less than 90 g kg⁻¹ was observed in both trial years (Fig. 2, on the right). Strong harvest time effect ($p < 0.05$) was noticed on CP content on average for two years (by 36%), and CP content decreases with delay of harvest during September.

Discussion

Our results approved the hypothesis that delayed harvest of maize till 20 September or in some years (2006) even later resulted with higher yield. This is fully in agreement with results of other researchers reported in different countries and years (Herbert, 1997, Darby and Lauer, 2002, Lewis et al., 2004, Little et al., 2005). Yield increase after 20 September was not observed in 2005 due to strong fall frosts when maize maturing was stopped. Cold weather accompanied with frosts is common phenomenon in September in Latvia and maize growers have to take it into consideration. If frosts are not noticed, mainly harvest time should be delayed at least till the third ten-day period of September or maize have to be harvested directly after frosts. Delay of harvest into October is highly risky because often October is rainy, and harvest and ensiling of forage due to rain and wet soil is inconvenient. In some rare years when all the season is hot and assurance of moisture is uneven, for instance, 2002, maize harvest could be done before 10 September (Gaile, 2004), and decision when to harvest has to be adopted judging by maize DM content analyses.

Although, obtained DM yield level is highly important for production forage, quality of harvested yield is even more important indicator. Due to cool climatic conditions the first quality indicator in Latvia is DM content of maize at harvest and the second - proportion of corn-cobs in the whole plant DM yield. Harvesting of forages when they are too wet makes the silage susceptible to effluent losses, but corn-cob portion is closely associated with the grain that means starch and energy. Our results show that DM content and proportion of corn-cobs' DM yield in the whole plant DM yield increases with the harvest delay in September that is in connection with other findings (Little *et al.*, 2005). The minimum limit for DM content in maize yield at harvest in Latvia is stated 250 g kg⁻¹ (Gaile, 2004). On the one hand making silage in such conditions some effluent losses is observed, but on the other hand - often it is hard to obtain even such DM content. Average data per two year shows that earlier hybrids (Earlstar, RM-20, Tango) ensure DM content around 250 g kg⁻¹ on 10 September, but in 20 September DM content was noticed around 290 g kg⁻¹, that is considered good for high quality yield by researchers in traditional maize growing areas (Keady, 2005). Desirable corn-cob proportion in the whole plant DM yield is 400-600 g kg⁻¹, and similarly to DM content corn-cob proportion increases with the delayed harvest date, exceeding 400 g kg⁻¹ around 20 September.

Major changes occur in the composition of the maize plant as it mature or when season progressed. NDF, ADF and CP content decrease, whilst (as mentioned above) starch and energy content increase (Darby and Lauer, 2002, Lewis *et al.*, 2004, Keady, 2005). Results of current study match with these and our previous results (Gaile, 2004), and have shown such change during September in Latvia. CP content was the highest at earliest harvest dates and show unambiguous decline with increasing maturities of maize, i.e. with delay of harvest date in September.

The same was noticed for NDF and ADF content in 2006. In addition, concentration of fibre fractions is obviously lower in 2006 if compared with that in 2005 that could be attributed to more mature maize in the same harvest dates in 2006. Similar regularity for NDF and ADF content decrease was observed in 2005 from 1 till 20 September, but in the third ten-day period again increase of these parameters were noticed. Before such phenomenon when NDF and ADF content increase at the end of season in Latvia was observed in 2002 (Gaile, 2004) when it was connected with maturity stage close to black layer. Darby and Lauer (2002) reported similar data. Situation was absolutely another in 2005. Strong fall frosts were observed on 17, 18 September 2005, and maize was frosted. Last ten-day period of September characterised with heavy dew every day, rainstorm in 28 September, and light rain in 30 September. Such wet conditions led to sugar leach from the frosted leaves and feed value of stover portion was reduced. NDF and ADF content in stover portion during 10-12 days after frosts increased in so high level that grain portion could not dilute it and the whole plant NDF and ADF level also increased. In addition, mould can grow on frozen leaves, and maize yield could be contaminated with mycotoxins. As fall frosts in different parts of Latvia in September are usually observed, research of quality changes of frosted maize is needed.

Conclusions

Delayed harvest of maize till 20 September or even later (in 2006) resulted with higher yield, but growers have to consider that in some years (2005) yield increase could be stopped by fall frost.

Delayed harvest of maize in September in Latvia resulted mainly in quality increase: DM content and corn-cob portion in the whole plant DM yield increased, but NDF and ADF content – decreased. CP content also decreased, but its decrease is unavoidable when we expect mentioned above improvement of other quality parameters.

Killing fall frosts can stop increase of yield and can cause quality decrease if maize is not harvested immediately after frosts. Further research of quality changes after frost are needed taking into account mould produced micotoxins.

Acknowledgement

The study was supported by the grant of Latvian Council of Sciences Num.05.1605.3.

References

1. Darby H. M., Lauer J.G. (2002) Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality, and preservation. *Agronomy Journal*, 94, 559-566.
2. Gaile Z. (2004) Possibility to grow early maturity corn hybrids for energetically dense silage in Latvian conditions. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. – Australia, Brisbane, September 26 – October 1. - 6 A4 pages, CD format and available at: [www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/2/1/3/394_gailez.htm](http://www.cropsscience.org.au/icsc2004/poster/2/1/3/394_gailez.htm) accessed on 02.03.2006.
3. Herbert S. J. (1997) Delay corn harvest for maximum yield. *Crops, Dairy, Livestock News*, Vol. 2:2. www.umass.edu/cdl/publications/c_corn_harvest.htm - accessed on 02.03.2006.
4. Keady T.W.J. (2005) Ensiled maize and whole crop wheat forages for beef and dairy cattle: effect on animal performance. Silage production and utilisation. In: Park R.S., Stronge M.D. (eds) Proceedings of the XIV International Silage, Conference, a satellite workshop of the XXth international Grassland Congress, Wageningen Academic Publishers, the Netherlands, 65-82.
5. Lauer J (2003). Keys to higher corn forage yields. www.uwex.edu/ces/forage/wfc/proceedings2003/cornsilageyields.htm - accessed on 02.03.2006.
6. Lewis A. L., William J.C., Cherney J.H. (2004) Hybrid, maturity, and cutting height interactions on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*, 96, 267-274.
7. Little E.M., O’Kiely P., Crowley J.C., Keane G.P. Yield and composition of forage maize: interaction of harvest date, cultivar and plastic mulch. In: Park R.S., Stronge M.D. (eds) Proceedings of the XIV International Silage, Conference, a satellite workshop of the XXth international Grassland Congress, Wageningen Academic Publishers, the Netherlands, 176.

EVALUATION AND UTILISATION OF LATVIAN FLAX GENETIC RESOURCES IN BREEDING

Grauda D.^{1,2}, Stramkale V.², Miķelsone A.¹, Rashal I.¹

¹Institute of Biology, University of Latvia, Miera Street 3, Salaspils, Latvia, LV-2169
phone: +371 67945435, e-mail: dace@email.lubi.edu.lv, izaks@email.lubi.edu.lv

²Agricultural Science Centre of Latgale, Kultūras sq. 1, Viļāni, Rēzekne distr., Latvia, LV-4650
phone: +371 29465004, e-mail: strzin@apollo.lv

Abstract

Repatriated flax accessions of Latvian origin from the N. I. Vavilov Institute of Plant Industry (Russia), the Flax Research Institute (Russia) and the Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Germany), and best flax lines bred in the Agricultural Science Centre of Latgale were investigated. Several qualitative and quantitative traits, such as technical plant height, number of seed vessels, lodging resistance, vegetation period, yield of straws and seeds, bast fibre, oil content and quality were evaluated. Results of tree year field trials were summarized. Some local genotypes and lines were better than the standard fibre flax variety 'Vega-2' and the standard oil flax variety 'Lirina' in several agriculturally important traits. For intensification of the breeding process we were looking for the possibility of using biotechnology methods for obtaining additional flax breeding source material. After cultivation in calli culture regenerated plants could perform to a higher the so-called somaclonal variation. We applied this method to the Latvian local line 'Rigaer B'. Best explants, medium compositions as well as calli growing and regeneration conditions were detected.

Key words

Flax, breeding, genetic resources, calli culture, antioxidants

Introduction

Before World War II, Latvia was among the biggest flax exporters in the world, and flax was growing on more than 60,000 ha. Flax breeding started in Latvia in 1923. At least six varieties were bred in Latvia by selection from the best local and Russian landraces. After World War II, flax growing was not considered as an important economic resource for the Latvia region, and therefore, the flax area was gradually reduced. In 1970, flax breeding in Latvia was cancelled. Fibre flax breeding was started in Latvia again in 1992 (Rashal and Stramkale, 1998), oil flax growing and breeding was started again less than ten years ago. On the first stage field trials on more than 400 foreign varieties was performed, nevertheless high yielding early-ripening flax varieties suitable for growing in the changeable Latvian weather conditions were not found. Therefore both the Latvian Gene Bank of Cultivated Plants and the Agricultural Science Centre of Latgale started repatriation of the flax accessions of Latvian origin. More than 40 accessions were received from several foreign collections: the N. I. Vavilov Institute of Plant Industry (Russia), the Flax Research Institute (Russia) and the Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Germany).

Flax is a crop with a rather low variability of agriculturally important traits and the creating of new varieties by using traditional breeding methods is time consuming. Nowadays an actual task is applying the biotechnology approach to intensify the plant breeding process. One of widely used methods for this purpose is inducing somaclonal variation in regenerated plants from calli culture. Somaclonal variation has been described for many plant species (Larkin and Scowcroft, 1981; Leike, 1985; Brar and Jain, 1998; Rutkowska-Krause *et al.*, 2003). Flax plants with resistance to biotic and abiotic stress, increased plant height and increased number of seeds were found among the somaclones (Poliakov, 2000; Rutkowska-Krause *et al.*, 2003). It shows that the *in vitro* method could be useful for obtaining additional source material for flax breeding to facilitate the flax breeding process.

The aim of this study is the evaluation of repatriated local flax genetic resources, identification among them of useful accessions for breeding, and elaborating optimal conditions for calli inducing and regeneration from the best local flax breeding material.

Materials and Methods

Evaluation. The evaluation of 40 repatriated flax accessions and the 10 best fibre flax breeding lines of the Agricultural Science Centre of Latgale was done in field experiments (random block design, two replications) and in laboratory experiments during 2004. – 2006. Accessions were compared with the standard fibre flax variety ‘Vega 2’ or with the standard oil flax variety ‘Lirina’. Agriculturally important traits, such as technical plant height, number of seed vessels, logging resistance, vegetation period, yield of straws and seeds, bast fibre, as well as oil content and quality, including balance of unsaturated fatty acids (Jodine number), were determined.

Calli culture. Latvian landrace ‘Rīgaer B’ with excellent adaptation to Latvian climatic conditions, good fibre content and seed yield but with too small technical plant height were used to form calli cultures. Calli cultures were established by a method elaborated earlier (Grauda *et al.*, 2005). Leaves and stem fragments (length 0.5 cm) were used as explants. All explants were placed on the Murashige and Skoog (MS) basal medium with 1.5 mg/l 2,4-D (dichlorophenoxyacetic acid) (added after autoclaving).

After four weeks of cultivation for inducing shoot formation calli were placed on the MS medium with 2 mg/l BAP (bensilamiopurine) (Nichterlein, 2003, Rutkowska-Krause *et al.*, 2003). The shoot formation medium after autoclaving was supplemented by one of the following antioxidants: ambiol 1 mg/l, AV-153 1 mg/l, ascorbic acid 1 mg/l, Triovit 1.5 mg/l or the flax seed extract (5 g of seeds were milled and added to 30 ml 35 °C water, soaked for 30 min and filtered). MS medium supplemented only by 2 mg/l BAP was used as the control. More than 20 calli were placed on each variant of the shoot formation medium. Cultures were grown in the light conditions (16/8 h light/dark, 24 °C). After four weeks of cultivation on the shoot formation the medium the weight of calli were measured and after eight weeks of cultivation calli regeneration capacity (percent of calli formed regenerants) was recorded.

Results and Discussion

Evaluation. Some repatriated accessions and breeding lines were better in several agriculturally important traits (technical plant height, number of seed vessels, number of seeds in a seed vessel, 1000 seeds weight, yield of straws and seeds) in comparison with the standard variety. Most of them showed high logging resistance. The vegetation period (2005. year) was from 76 to 83 days (standard variety ‘Vega 2’ – 83 days).

As it was determined earlier (Grauda *et al.*, 2004) the most important trait for fibre flax breeding is the plant technical height. Four of the investigated repatriated accessions (‘Vietējais 1’, ‘Ošupes 30’, ‘Ošupes 31’, ‘Rīgaer B’) had a rather high value of this trait similar to the fibre flax standard variety ‘Vega 2’ (Fig. 1) (only the best 8 accessions and 6 breeding lines are shown). Those accessions could be suggested as a good initial breeding material for fibre flax breeding. The best fibre flax breeding lines (K15-8/2-13-95 and L11-11/10-97) selected from crosses between repatriated accessions and height yielding foreign varieties, have a statistically significant higher technical height than the standard variety. The bast fibre were ranged depending on the genotype and year of growing from 25.4% (‘Rīga Vilnorin’) to 38.9% (T36-26/4-8-94), each of the ten evaluated breeding lines had in average a higher content of bast fibre (30.9 – 36.0 %) than the variety ‘Vega 2’ (29.0 %). The yield of straws was higher than the standard variety (395 g/m²) for all breeding lines and for two repatriated accessions - ‘Ošupes 30’ (400 g/m²) and ‘Rīga Originario’ (408 g/m²).

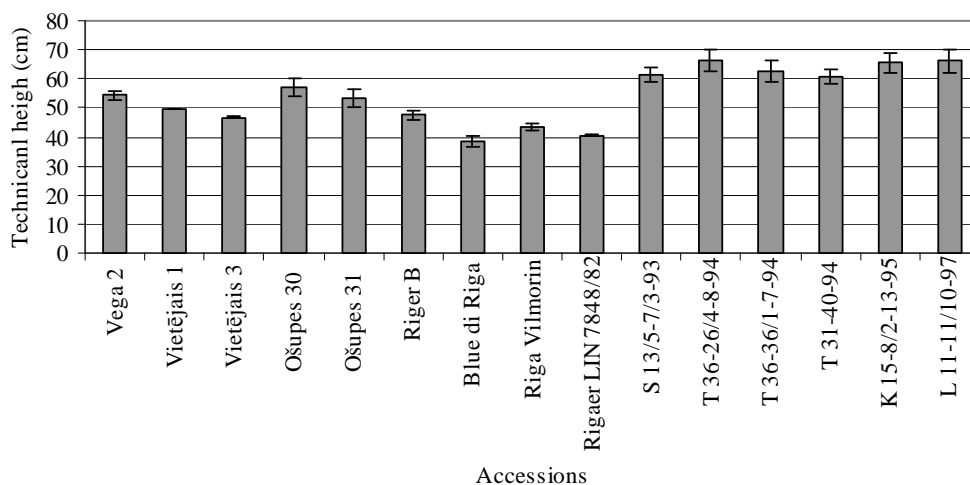


Figure 1. Average technical height of flax accessions of Latvian origin in 2004 - 2006.

The number of seed vessels for the evaluated material were from 5 to 7 seed vessels, but for two accessions ('Blue di Riga' - 11 and 'Riga 27/12' - 9) it was significantly higher than the mentioned value. Accessions with better or similar seed yields (Fig. 2.) in the three years in the comparison of oil flax standard variety 'Lirina' were chosen for the oil content and quality determination. Oil seeds content (Fig. 3) differed depending on the annual conditions. In 2005, they were more favorable for oil flax growing (a sunny summer) and local genotypes ('Vietējais 1', 'Rigaer B'), similarly as the standard variety 'Lirina', had higher oil content in comparison with 2004. The Iodine number varied from 143 ('Rigaer B') to 186 ('Blue di Riga'), which is close to the standard variety 'Lirina' (193). 'Rigaer B' with a good and stable seed yield and oil content is suitable for use as an oil flax variety for oil producing with a low content of unsaturated fatty acids. 'Blue di Riga' can be used for the oil production with a high content of unsaturated fatty acids.

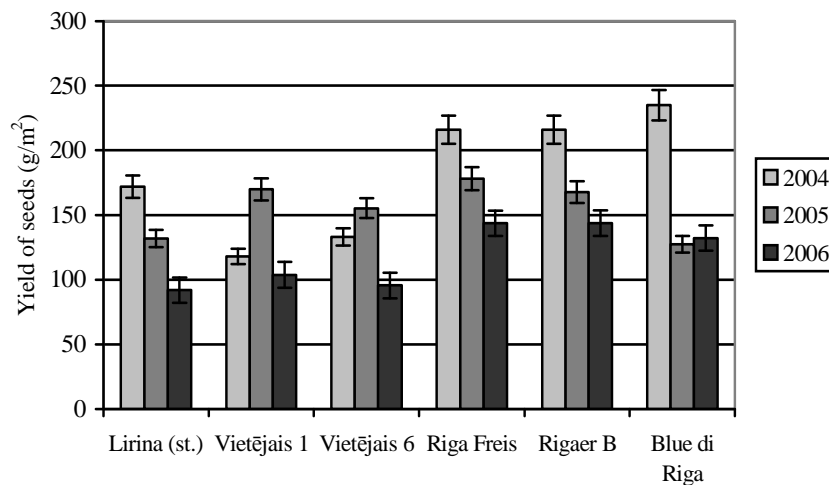


Figure 2. Seed yield of flax accession of Latvian origin in 2004 - 2006

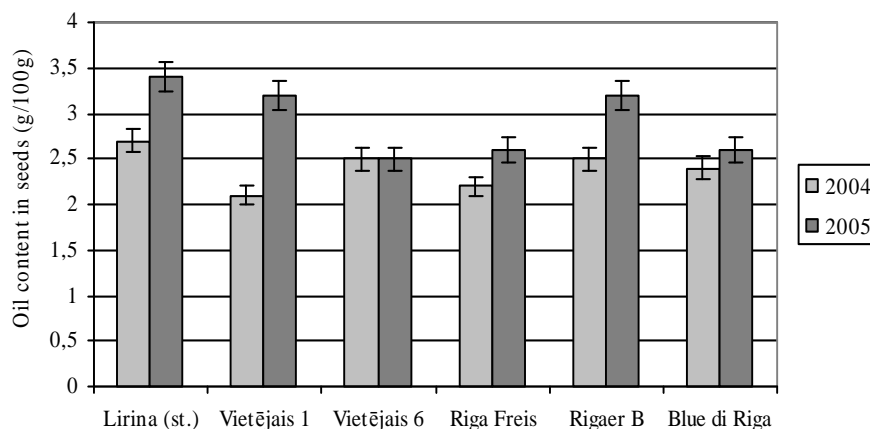


Figure 3. Oil content in seeds of flax accessions of Latvian origin in 2004 and 2005

Calli culture. Calli were obtained from both used explant types. Calli formation started two weeks after the culture initiation. Stem segments and leaves developed homogeneous calli structures.

For obtaining a higher number of plants-regenerants the influence of different antioxidants on calli growing and regenerating capacity was tested. After four weeks of growing on a shot formation medium with antioxidants calli induced from leaves were, in general, larger than stem calli (Fig. 4). On calli formed from leaves, only the influence of the synthetic antioxidants ambiol and AV-153 were positive. Ambiol and ascorbic acid have a positive influence on stem calli weight (calli weight was 47 mg heavier on the medium with ambiol and 82 mg heavier on the medium with ascorbic acid). Calli growing was dependent on the interaction of the genotype, explant type, and the used antioxidant.

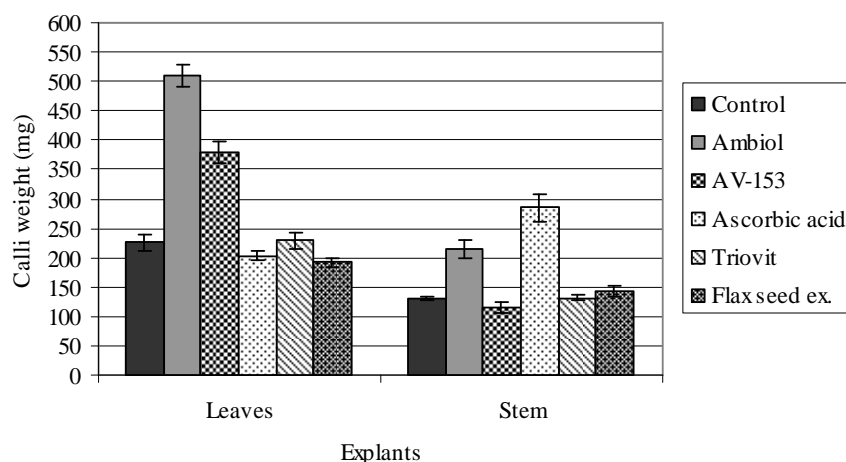


Figure 4. Weight of calli grown on shot formation medium with different antioxidants for 4 weeks depending of explant type

Formation of plants-regenerants started after five weeks of calli cultivation. Regeneration zones on a medium without antioxidants were formed only by stem calli. The use of antioxidants ambiol and AV-153 initiate the regeneration also from calli leaves (Fig. 5). The best results were obtained when antioxidant ascorbic acid or flax seed extract were added to the medium: the regeneration capacity of stem calli was increased up to 5 times. For all genotypes shoot formation was observed after 8 weeks of calli cultivation.

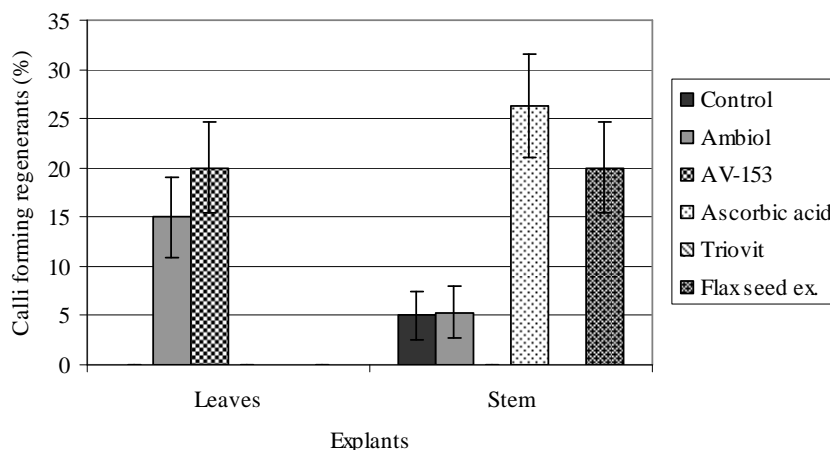


Figure 5. Calli regeneration capacity on shoot formation medium with different antioxidants depending on explant type

The use of the most appropriate source material is always crucial to achieve breeding goals. The old plant genetic resources usually are characterised by good adaptation to the local conditions but loose to the modern varieties in yield capacity, quality, resistance to new pathogen races *etc* and therefore could not be used directly in contemporary agriculture. A solution can be found in crossing the best local and modern varieties to combine the favourite characteristics of both materials. Our results of the evaluation of the Latvian flax genetic resources shown, that some of them had very good performance in yield and adaptability. Four genotypes were suggested as good for fibre flax breeding and two genotypes for oil flax breeding in Latvian conditions. Some hybrids obtained from crosses among local genotypes and best foreign varieties were better in several agriculturally important traits in comparison with the standard variety.

Calli culture could be very useful for the broadening of source material for breeding. Formation of flax calli culture is possible from various parts of seedlings (roots, hypocotyls, cotyledons, stems, leaves). Depending on the genotype and explant type the rate of calli formation ranged from 50 to 90% (Poliakov, 2000; Rutkowska-Krause *et al.*, 2003; Yildiz and Özgen, 2004). Our results supported earlier findings that stem fragments and leaves were useful for obtaining flax calli cultures. For the first time it has been demonstrated that the addition of antioxidants or flax seed extracts could significantly increase the shoot formation capacity and can by this broaden the spectrum of inicial genotypes for inducing somaclonal variation.

Conclusion

Four genotypes were suggested as good for fibre flax breeding and two genotypes for oil flax breeding in Latvian conditions. Some hybrids obtained from crosses among local genotypes and the best foreign varieties were better in several agriculturally important traits in comparison with the standard variety.

Used explants were excellent for calli culture formations (100% of the used explants developed calli). The development of regeneration zones were depended on both from the used explant type and antioxidant flax seed extract but did not depended on the calli weight. By using a the appropriate additions (an antioxidant or flax seed extract) to the shoot formation medium the calli regeneration capacity can be significantly increased.

References

1. Brar, D.S.; S.M. Jain (1998) Somaclonal variation: mechanism and applications in crop improvement. In: Somaclonal Variation and Induced Mutations in Crop Improvement. Mohan Jain S., Brar D.S., Ahloowalia (eds). Kluwer Academic Publishers, UK, 15-39.
2. Grauda, D., Rashal, I. (2005) Calli culture of oil flax: establishing and regeneration. Latvian Journal of Agronomy, 8, 104-106.

3. D. Grauda, V. Stramkale, I. Rašals. (2004) Evaluation of Latvian flax varieties and hybrids. Proceedings in Agronomy, 6, 159-165.
4. Larkin, P.J.; Scowcroft, W.R. (1981) Somaclonal variation – a novel source of variability from cell culture for plant improvement. Theoretical and Applied Genetics, 60, 197-214.
5. Leike, H. (1985) Methoden der Gewebekultur zur Beschleunigung des Zuchtfortschrittes. Tagungsberichts Akademie Landwirtschaft – Wissenschaft., 237, 19-33.
6. Nitchterlein, K. (2003) Anther culture of linseed (*Linum usitatissimum* L.). In: Doubled Haploid Production in Crop Plants. Maluszynski M., Kasha K.J., Foster B.P., Szarejko I. (eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 249-254.
7. Poliakov, A.V. (2000) Biotechnology in flax Breeding. Format, Tver, Russia (*in Russian*), 178.
8. Rashal, I., Stramkale, V. (1998) Conservation and use of the Latvian flax genetic resources. In: Proceedings of the Symposium “Bast Fibrous Plants Today and Tomorrow: Breeding, Molecular Biology and Biotechnology Beyond 21st Century”, St. Petersburg, Russia. Natural Fibres, iss. 2, 56-58.
9. Rutkowska-Krauze, I, Mankowska, G, Lukaszewicz, M, Szopa J. (2003) Regeneration of flax (*Linum usitatissimum* L.) plants from anther culture and somatic tissue with increased resistance to *Fusarium oxysporum*. Plant Cell Reports, 22, 110-116.
10. Yildiz, M, Özgen, M. (2004) The effect of a submersion pretreatment on in vitro explant grow and shoot regeneration from hypocotyls of flax (*Linum usitatissimum* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 77, 111-115.

ANALYSIS OF SWARD MANAGEMENT FACTORS INFLUENCING *Festulolium* AND *Lolium x boucheanum* YIELD FORMATION

Gutmane I., Adamovich A.

Latvia University of Agriculture, 2 Liela iela, Jelgava, LV-3001, Latvia

Abstract

Under conditions of the Latvian climate, forage grasses are the main fodder source in cattle breeding. *Festulolium* hybrids are among the most persistent and productive grasses of the grasses used in many Europe countries, especially in adverse environments. The aim of this research was to investigate dry matter yield formation and the sward persistency of *Festulolium* and *Lolium x boucheanum* varieties under the agro-ecological conditions of Latvia. Field trials were established on the sod-podzolic soil and fertilized with N 120₍₆₀₊₆₀₎, N180₍₆₀₊₆₀₊₆₀₎, P 78 and K 90 kg ha⁻¹. Forages were harvested three times during the growing season. During the three years of utilization the dry matter yield for *festulolium* and ryegrass swards was reliably (P<0.05) dependent on the used variety as well in the nitrogen fertilization rate. The N fertilizer dose increase from 120 to 180 kg ha⁻¹ contributed to significantly to the DM yield increase for all investigated varieties. On average the N fertilizer dose increase to 180 kg ha⁻¹ contributed to DM yield increase by 1.91 t ha⁻¹ or 20 percent. On the basis of the experiments in the years 2003-2006, significant differences in DM yield and winter hardiness were found between first, second and third year of yields. Dry matter yield was found to be strongly dependent on climatic conditions in the particular year of yields and the particular period of regrowth. Analysis of yield distribution between three cuts showed that a year of sward use had a very great effect on the DM yield of the first cut. For the first year it accounted for 51% of the annual yield, in second year the first cut yield reach only 39 % of the annual yield.

Key words

Festulolium, *Lolium hybridum*, productivity, regrowth, photosynthesis.

Introduction

Many producers of dairy husbandry in Latvia are shifting towards intensive systems of production. The slow growing grass species in grasslands have been replaced by species and cultivars with rapid regrowth and high yield potentials. In this regard perennial ryegrasses are gaining popularity in the Baltic region as they are tolerant to intensive management, but are susceptible to drought and have rather poor winterhardiness (Aavola 2005). In Baltic climate

conditions hybrid ryegrass is not widely spread because they do not winter well. Sometimes crops considerably suffer even in first winter and suffer decreased productivity (Gutmane, 2006).

Lolium species (considered the ideal grasses for European agriculture) are not sufficiently robust to meet many of the environmental challenges that face agriculture in less favoured areas. Fortunately, adaptations to abiotic and biotic stresses exist amongst *Festuca* species related closely to *Lolium*. The complex of species has an enormous wealth of genetic variability and potentiality for genetic exchange, thus offering unique opportunities for the production of versatile hybrid varieties with new combinations of useful characteristics suited to modern grassland farming (Humphreys *et al.*, 1997).

Breeding efforts were mainly developed to improve of productivity. However, in order to conciliate production and environment preservation attributes, increasing the perenniality of sown swards appears to be a critical objective. Perenniality means the achievement of productive and high quality swards maintained over numerous growth cycles and years.

A very important property of forage grasses is their ability to produce stable and high dry matter yields under different environmental conditions. The level of the productivity and stability mostly depends on the genetic potential of the forage grass species (Lemežienė, 2004). *Festulolium* hybrids are among the most persistent and productive grasses of the grasses used in many Europe countries, especially in adverse environments (Adamovich, 2003; Kohoutek, 2004). An important requirement for *Festulolium* is combining such characteristics of ryegrass as productivity, growth potential and feeding quality, and from fescues stress resistance in wintering and resistance to drought during the growth period (Casler, *et al.* 2002).

Numerous studies have shown that, over time and in interaction with exploitation regimes and soil and climate constraints, production and forage quality of the sown swards declined. In grasslands with many species, these changes were associated with changes in botanical composition (Mosimann, 2002). In swards with a single species, and even more with a single variety, the reasons for such changes in agronomic values have still to be identified. They can be associated with the either random death of individual plants as an effect of aging, the plastic response of plants to constraints, the selective adaptation of the plant population to the conditions experienced by the population, or combinations of these mechanisms (Straub, 2005).

Materials and Methods

Field trials were conducted in Latvia on sod–podzolic soils where the pH was 7.1 and phosphorus and potassium level were 253 and 198 mg kg⁻¹ respectively, and the organic matter content was 31 g kg⁻¹. Swards were composed of: perennial ryegrass ‘Spidola’ (control); *festulolium* ‘Perun’ (*L. multiflorum* x *F. pratensis*), ‘Punia’ (*L. multiflorum* x *F. pratensis*), ‘Saikava’ (*L. perenne* x *F. pratensis*), ‘Lofa’ (*L. multiflorum* x *F. arundinacea*), ‘Felina’ (*L. multiflorum* x *F. arundinacea*), ‘Hykor’ (*L. multiflorum* x *F. arundinacea*); hybrid ryegrass – ‘Tapirus’ (*L. multiflorum* x *L. perenne*). Trial were sown in May 2002 and 2003 without a cover crop, the seeding rate was 1000 germinating seeds per m². The plots were fertilized as follows: P 78 and K 90 kg ha⁻¹ and two N fertilizer treatments-N 120₍₄₀₊₄₀₊₄₀₎ and N 180₍₆₀₊₆₀₊₆₀₎. Swards were cut three times per season. The experimental data was subjected to ANOVA analysis and correlation and regression analyses.

Meteorological conditions were different in wintering and vegetation periods. Black frost and a cold winter in 2003 and a hot July and first part of August were followed by mild temperatures and rainfalls. The mild winter, dry and cool spring of 2004 was followed by a cool and overly high precipitation summer. Early snow cover without frost contributed to snow mildew formation in the winter of 2004/2005. The year 2005 had a late and cool spring, a hot and dry July. A cold and long winter with good snow cover in year 2006 was followed by an extremely hot and dry summer.

Results and Discussion

The longevity of *festulolium* swards were affected by different influences, such as the suitability of each variety to specific conditions, different stress conditions, and the use regime. *Festulolium* hybrids and especially perennial ryegrass often are insufficiently resistant to wintering

conditions. Data of the variance analysis showed that in the three years of utilization dry matter yield for *festulolium* and ryegrass swards was reliably ($P < 0.05$) dependent on the used variety as well as on the nitrogen fertilization rate. Perennial ryegrass, hybrid ryegrass, and *Festulolium* are grasses that require high nitrogen fertilisation when grown for high dry matter yields. The N fertilizer dose increase from 120 to 180 kg ha⁻¹ contributed to a significant DM yield increase for all investigated varieties. On average, the N fertilizer dose increase to 180 kg ha⁻¹ contributed to DM yield increase by 1.91 t ha⁻¹ or 20 percent. Dry matter yield was found to be strongly dependent on the climatic conditions in the yield year of yielding and the particular period of regrowth (Table 1).

Table 1. Mean squares relevant to the study of dry matter yields of varieties for the 2002 trial year

Source	df	1st year of use, 2003		2 st year of use, 2004		3 st year of use, 2005	
		MS	η^2 , %	MS	η^2 , %	MS	η^2 , %
Variety (V)	6	13.17*	3.7	12.66*	30.8	8.29*	11.4
Nitrogen level (N)	1	11.21*	0.5	18.43*	7.5	3.70*	0.8
Cut (C)	2	976.79*	92.0	6.01*	4.9	171.47*	78.6
Interaction V x N	6	0.09	0.0	0.24	0.6	0.32*	0.4
Interaction V x C	12	3.40*	1.9	9.62*	46.8	1.32*	3.6
Interaction N x C	2	0.47	0.0	0.41	0.3	0.29	0.1
Interaction V x N x C	12	0.25	0.1	0.14	0.7	0.41	1.1
Error	123	0.26		0.17		0.12	

* - significant at the 0.05 probability level

Meteorological conditions for high grass yields was most favourable in the year 2004. This year experienced high precipitation during the summer. During at both sowing year cycles 2004 produced very high nitrogen fertilization rates – factors influence η^2 % (8 % and 26 %) and equable dry matter yield distribution between cuts. In the less favourable years (2003; 2005; 2006) for the development of grass plants during the hot and dry summers, varieties showed differences in the structure of yield formation. High regrowth factor influence η^2 % (62% - 92%) on dry matter yield was established. The low second cut yield had played a crucial role in the formation of the annual yield. The presence of a reliable interaction between the variety and regrowth after cut (V x C), the nitrogen rate and regrowth after cut (N x C) was established (Table 2).

Table 2. Mean squares relevant to the study of dry matter yields of varieties the 2003 trial year

Source	df	1st year of use, 2004		2 st year of use, 2005		3 st year of use , 2006	
		MS	η^2 , %	MS	η^2 , %	MS	η^2 , %
Variety (V)	6	13.09*	30.0	8.30*	18.2	10.19*	13.8
Nitrogen level (N)	1	67.91*	25.9	15.01*	5.5	7.84*	1.8
Cut (C)	2	18.48*	14.1	83.71*	61.2	158.20*	71.3
Interaction V x N	6	0.34	0.8	0.38*	0.8	0.18	0.2
Interaction V x C	12	3.08*	14.1	0.98*	4.3	1.63*	4.4
Interaction N x C	2	2.51*	1.9	2.22*	1.6	0.86*	0.4
Interaction V x N x C	12	0.30	1.4	0.23	1.0	0.60*	1.6
Error	123	0.23		0.14		0.20	

* - significant at the 0.05 probability level

Analysis of the data showed that at both sowing year cycles in the first year of herbage use *festulolium* and hybrid ryegrass swards gave a higher dry matter yield of the first cut. Dry matter production reduction in the various grasses between the first and third cuts has been mentioned in the literature. The high annual dry matter yields for meadow fescue and perennial ryegrass were predetermined by the higher yields of plants for the first cut (Tarakanovas, 2004).

There is close a relationship between net assimilation rate value and DM production. Net assimilation rates for perennial ryegrass, Italian ryegrass tall fescue and intergeneric hybrids is highest during the recovery period after the first cut, and is lower during the periods following the second and third cuts. The difference in net assimilation rates between the first and second cuts is highly significant. Dry matter production in the various grasses declined between the first and third cuts, corresponding with the changes of net assimilation rates over the growing period (Gaborcik, 2006). The leaf area index (LAI) is one of the most significant indicators of photosynthesis. Leaf development, age, photosynthetic capacity all influence the grass yield.

There was an upward trend of plant leaf area expansion over the spring growing season till reaching the ceiling LAI. The determination of *Festulolium* and hybrid ryegrass leaf area dynamics showed that the development of the maximum leaf area index was achieved before ear emergence stage. LAI for *Festulolium* for hybrid ryegrass and perennial ryegrass the individual grass species index was different. The highest average values of LAI in three years of trials were achieved by *Festulolium* cv. Hykor (3.27) and Punia (3.03). The differences of LAI values between investigated varieties were significant ($P < 0.05$) (Table 3).

Table 3. The leaf area index (on average for 2003-2005)

Varieties	Spidola	Lofa	Saikava	Hykor	Perun	Tapirus	Punia
LAI	2.30	2.65	2.32	3.27	2.91	2.21	3.03
Sx	0.30	0.10	0.04	0.14	0.34	0.12	0.05

There was a significant correlation between the DM yield formation during the spring growing season until the first cut and the leaf area index for *Festulolium* and hybrid ryegrass swards for the first year of herbage use. It can be characterized by the equation of linear regression, with P-value < 0.01 (Fig. 1).

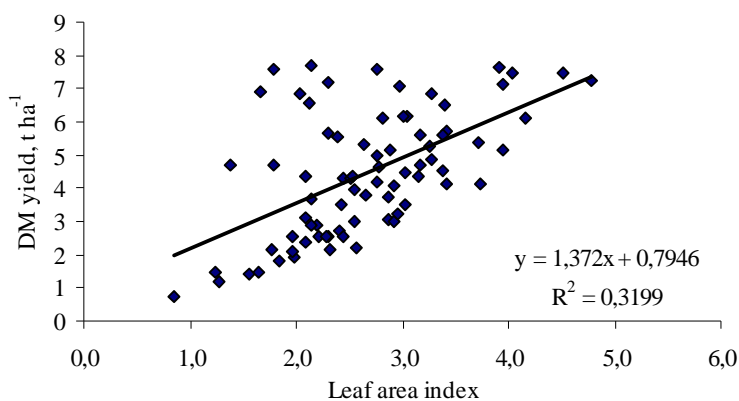


Figure 1. Equation of linear regression between net LAI and plant DM yield, t ha⁻¹

The great effect of the sward utilization year on the dry matter yield of *Festulolium* hybrids and especially *Lolium perenne* has been mentioned in the literature. In Lithuania, the dry matter yield of *Festulolium* hybrids declined over 30 % in the second year of sward use (Lemežiene, 2004). Our results show a substantial decrease in the DM yield even between the first and second year of yield years. The average DM yield distribution during the yield years showed significant differences. The maximum yield was obtained in the first year of sward use in both sowing years. This is typical for perennial forage grasses. During the first year of utilization grasses are at the initial stage of their growing and development and have only slightly been exposed to negative effects, such as unfavorable growing or wintering conditions, disease invasion and inefficient utilization. For the 2002 sowing year, maximum yield differences were observed between the second and third year of sward use. Whereas for the 2003 sowing year, maximum yield differences

were observed between the first and second year of sward use, which corresponds to the year 2005 when snow mildew formation and negative humidity conditions for sward growth during the spring and summer were observed.

The highest average DM yield in all years of sward use was provided by cultivars the ‘Hykor’ and ‘Felina’ (Fig. 2). The same cultivars had the highest plant height before harvesting. These findings are in correspondence with plant morphological character – cv. ‘Hykor’ and ‘Felina’ represent the festucoid type of *Festulolium*. During three years of herbage use the lowest yield was provided by the perennial ryegrass ‘Spidola’. This can be explained by the fact of rather poor over-wintering of *Lolium perenne* and plant height. *Lolium perenne* is attributed to short grasses, while the *Festulolium* and hybrid ryegrass to tall grasses. Insufficient resistance of the loloid *Festulolium* cultivar ‘Saikava’ to wintering conditions resulted to the greatest reduction (50 %) of second year DM yield.

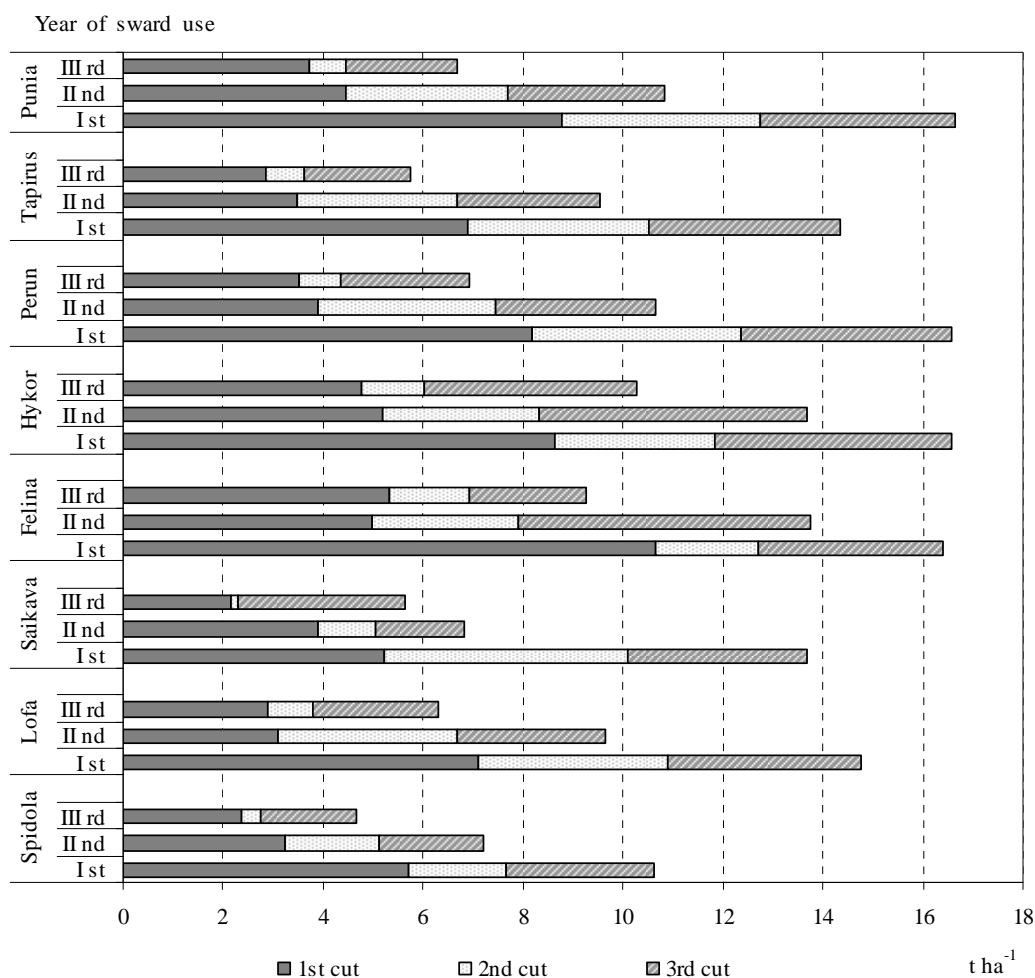


Figure 2. Average DM yield performance (t ha⁻¹) for three years of sward use

Differences between hybrid varieties in DM yield were highly significant and kept up a similar tendency during three yield years. The average DM yields of *Festulolium* cultivars were 3.99 t ha⁻¹ or 53 %, but those of hybrid ryegrass - 2.37 t ha⁻¹ or 32 % higher compared to perennial ryegrass.

Conclusion

The productivity of grass biomass was dependent on the cultivar to be used and the nitrogen fertilization rates. Dry matter yield was found to be strongly dependent on climatic conditions in the particular yield years and the particular period of regrowth.

The productivity of photosynthesis and biomass were dependent on the hybrid variety and there is a close relationship between leaf area index and dry matter production.

Significant differences in '*Festulolium*' and '*Lolium x baucheanum*' DM yield were found between first, second and third yield years.

References

1. Aavola R. (2005) The yield potential of Estonian perennial ryegrass (*Lolium perenne*) cultivars at different mineral fertilization levels and cutting frequencies. *EGF, Grassland Science in Europe*, vol. 10, 449 – 453.
2. Adamovich A. and Adamovitcha O. (2003) Productivity and forage quality of *Festulolium*/legume mixed swards in response to cutting frequency. *EGF, Grassland Science in Europe*, vol. 8, 453 – 456.
3. Casler M. (2002) Natural selection for survival improves freezing tolerance, forage yield and persistence of *Festulolium*. *Crop Science*, vol. 42, 1421.
4. Gaborcik N., Ilavská I., Zibritova I., Kizekova M. (2006) Photosynthesis, growth and productivity of tall fescue and their intergeneric hybrids. *EGF, Grassland Science in Europe*, vol. 11, 167 – 169.
5. Gutmane I., Adamovich A. (2006) Productivity aspects of *Festulolium* and *Lolium x boucheanum* cultivars. *EGF, Grassland Science in Europe*, vol. 11, 155-157.
6. Humphreys, M. W., Thomas H. M., et al. (1997). Applications of recent advances at the Institute of Grassland and Environmental Research in cytogenetics of the *Lolium/Festuca* complex. *Journal of Applied Genetics* 38(3): 273-284. {a} Inst. Grassland Environmental Res., Plas Gogerddan, Nr. Aberystwyth, Ceredigion SY23 3EB, UK
7. Kohoutek A., Odstrčilova V., Komarek P., Nerušil P. (2004) Persistence and production ability of *Dactylis glomerata* L., *Dactylis polygama* Horvat, *Festuca arundinacea* L. and genus hybrids in 1986-2003. *EGF, Grassland Science in Europe*, vol. 9, 422 – 424.
8. Lemežienė N., Kanapeckas J., Tarakanovas P., Nekrošas S. (2004) Analysis of dry matter yield structure of forage grasses. *Plant, Soil and Environment*, Vol. 50 (6). 277 - 282.
9. Mosimann E. (2002) Melanges fourragers pour une duree de trios ans. 1. Facteurs influencant la proportion de legumineuses. *Revue suisse d'agriculture* 34, 99-106.
10. Straub C., Betin M., et al. (2005) Morphological, phenological and genetic changes in monovariety swards of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *EGF, Grassland Science in Europe*, vol. 10, 436 – 440.
11. Tarakanovas P., Kanapeckas J., Lemežienė N., Nekrošas S. (2004) Analysis of dry matter yield stability parameters in different varieties of forage grasses. *LLU Raksti* 10 (205). 19 - 25.

THE POLISH CULTIVARS OF *X TRITICOSECALE* WITTM. IN LITHUANIA – EFFECTS ON BIOLOGICAL PROPERTIES AND RESISTANCE TO DISEASES

Janušauskaitė D.¹, Nekrošienė R.², Skuodienė R.³

¹Lithuanian Institute of Agriculture, Instituto al. 1, 58344 Akademija, Kėdainiai distr., Lithuania, phone: + 370 34737271, e-mail: daliaj@lzi.lt

²Botanical Garden of Klaipėda University, Kretingos 92, 92327 Klaipėda, Lithuania

³Lithuanian Institute of Agriculture, Vėžaičiai Branch, Gargždų 29, 96216 Vėžaičiai, Klaipėda distr., Lithuania

Abstract

During the period 2001–2002 and 2004–2005 experiments were carried out at the Vėžaičiai Branch of the Lithuanian Institute of Agriculture with a view to studying the differences of the biological properties and the disease incidence between the *xTriticosecale* Wittm. cultivars 'Tewo', 'Alzo' and 'Tornado'. According to the research data, the triticale cultivar with a higher than 1000 grain weight value was 'Alzo' and the cultivar 'Tewo' has a higher number of grain per ear, but this cultivar was most prone to diseases. The researchers also studied the ecological significance of perennial grasses used as green manure for the biological properties of triticale 'Tewo' too.

The preceding legume crops had a positive effect on the formation of productive elements of winter triticale 'Tewo', compared with their identical cultivation after timothy. The different growing conditions of triticale, i.e. from different preceding crops, had a significant effect on the occurrence of scald, leaf rust and septoria leaf blotch.

Key words

Cultivar, *Triticosecale*., biological properties, diseases resistance.

Introduction

The hybrid between wheat and rye, triticale (*xTriticosecale* Wittm.), known for its good yield potential and amino acid composition, has started to spread. The growing of triticale worldwide has shown that it has the yield potential of wheat and the adaptability of rye (Varughese *et al.*, 1996). The grain yield and quality of winter triticale are most of all affected by weather conditions, then by cultivars and N application regimes (Alaru *et al.*, 2004). The residues and ploughed in green material of perennial grasses, as preceding crops, have a positive effect on the formation of productivity elements of the cereal crops not only in the first year but also in the second year, which determines the productivity of cereal link (Arlauskiene, 2000). Triticale has a higher fungal diseases resistance than wheat. Although triticale tends to show a high degree of fungal diseases resistance, some important diseases still have been observed on this crop and may cause serious economic damage. Changes in cultivars and cultural practices are thought to be responsible for the shifts in pathogens and diseases. The genetics of resistance in the triticale host and virulence in the pathogen populations continues to be unclear. Under the conditions of biological farming, which does not allow the use of chemical plant protection products, plant diseases become a grave problem. In the years of disease epiphytoty yield losses of 30–50% occur (Conway, 1996).

Winter triticale is a promising alternative feed crop in Estonia, Latvia and Poland (Alaru *et al.*, 2003). Winter triticale should be an acceptable alternative crop possessing considerable potential as a source of energy and protein in Lithuania too. There were sown about 56 thousand ha of this crop in our country in 2002. The investigations of different winter triticale cultivars from other countries were started in Lithuania in 1975, but till now there are no select suitable cultivars for the local conditions. The tasks of the experiments were to estimate the biological properties and their resistance to diseases of the different winter triticale cultivars from Poland and to test the feasibility of winter triticale cultivation in western Lithuania.

Materials and Methods

The experiments were carried out in the Vėžaičiai Branch of the Lithuanian Institute of Agriculture during the period 2001–2002 and 2004–2005. Three Polish cultivars of winter triticale: 'Tewo', 'Alzo' and 'Tornado' were studied during the period 2001–2002 and the cultivar 'Tewo' was studied in 2004–2005 in three different environments: there were different preceding crops of winter triticale 'Tewo': 1. Red clover 'Vyliai'; 2. White clover 'Sūduviai'; 3. Timothy 'Gintaras II'. All these crops were cut twice. The experimental treatments were replicated four times. The soil of the experimental site is albi – edohypogleyic luvisol, light loam on medium heavy loam. The soil agrochemical properties were the second: pH_{KCl} 5.6–5.8, total N 0.12%, humus 1.33–4.17%, available P₂O₅ 91–384 and K₂O 135–227 mg kg⁻¹. Available P₂O₅ and K₂O were determined by the A-L method, total nitrogen by Kjeldahl, organic carbon by a mineraliser 'Heraeus'. The number of grain per ear, grain weight per ear g, 1000 grain weight g, productive stems m⁻² of winter triticale were measured. Grain samples for analyses were taken from each plot after pre-cleaning. One thousand grain weight was determined according to ISO 580-77. The data on 1000 grain weight and yield were adjusted to 15% moisture content. Foliar disease assessments on winter triticale were carried out in the different growing stage of winter triticale according to the BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemical industry) scale (Tottman, 1987). In 2004–2005 assessments were made in BBCH 77. In each area under assessment 10 places were randomly chosen and five normally developed stems were taken per place. Three top green leaves were

assessed per stem. The incidence and severity of fungal diseases were determined by the accepted methods, by % (Šurkus *et al.*, 2002).

Climatic conditions. The spring was warm in 2001: the average temperature in May was 11.6°C. There was high rainfall at the beginning of the summer (157 mm in June). In the spring of 2002 warm and dry weather prevailed. At the beginning of summer there was sufficient warmth and moisture for the development of winter triticale. During the spring-summer period of 2004 meteorological conditions for the development of cereals and perennial grasses were satisfactory, since the amount of rainfall was 20% lower than the long-term mean. The autumn was warm and wet. In 2005 the spring and beginning of summer were drier (rainfall only 80%) compared with the long-term mean. The rainy second half of spring hindered cereal harvesting.

The results were processed by the analysis of mean, standard error of mean, correlation, regression, variance, LSD tests applied.

Results

Grain yield in cereals depends on such yield component as: number of grains per ear, grain weight per ear and 1000 grain weight. A strong mutual correlation is usually found between these components. However, a limitation of one component can not be completely compensated for by the others. According to the research data cultivar 'Tewo' has more grain per ear on average (Table 1). Taking the average of two years, the cultivar with the highest weight of 1000 grain was 'Alzo' (38.8±1.50 g) and the grain weight per ear of this cultivar was the biggest compared with the cultivars 'Tornado' and 'Tewo' grain weight.

Table 1. The yield forming elements of different triticale cultivars

Cultivar	Experimental year	Yield structure elements		
		Number of grain per ear	Grain weight per ear, g	1000 grain weight, g
Tornado	2001	32.1±0.12	1.34±0.02	37.3±0.81
	2002	38.7±0.58	1.46±0.07	36.5±1.10
	Average	35.4±1.36	1.40±0.04	36.9±0.63
Alzo	2001	41.8±0.33	1.69±0.01	36.9±0.63
	2002	29.3±2.40	1.33±0.06	41.8±2.30
	Average	35.6±2.69	1.51±0.06	38.8±1.50
Tewo	2001	42.9±1.04	1.27±0.04	38.8±1.50
	2002	38.1±1.63	1.45±0.05	33.6±0.39
	Average	40.5±1.27	1.36±0.05	36.2±0.26

During the experimental period in 2001–2002 the most common diseases of winter triticale were leaf rusts (causal agent *Puccinia dispersa* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.), septoria glume blotch and septoria leaf blotch (causal agent *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell et. Germano and *S. tritici* in Desmaz.), tan spot (causal agent *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem.), scald (causal agent *Rhynchosporium secalis* (Oudem) J. Davis). The observed winter triticale cultivars differed in susceptibility to leaf rust and septoria leaf blotch (Table 2). During all the experimental years cultivar 'Alzo' was most resistant to these diseases compared with 'Tewo' and 'Tornado'. The cultivar 'Tewo' showed a high susceptibility to diseases, and the cultivar 'Tornado' exhibited medium resistance to septoria leaf blotch and good resistance to leaf rust. Leaf rust was one of the main diseases in winter triticale 'Tewo' in 2001 and 2002. Rust incidence at the triticale stage of stem elongation (BBCH 55) was 66.9%, severity – 3.01%, and at the flowering stage all leaves were affected by 100%, but the first symptoms of leaf rust were spotted only at the triticale milk ripe stage (71 BBCH) in 2002 (Table 2). Septoria leaf blotch at early growth stages prevailed on all triticale cultivars, but the cultivar 'Tewo' was affected most of all, compared with other cultivars (Table 2). The relationship between the cultivar 'Tewo' yield and disease severity was strong ($r = -0.850$) in 2001 and, due to the low development of diseases, it was weak ($r = -0.390$) in 2002.

Table 2. Diseases incidence and severity on different triticale cultivars

Cultivar	Disease incidence						Disease severity					
	2001			2002			2001			2002		
	Host plant growing stage (BBCH)						Host plant growing stage (BBCH)					
	55	65	77	51	71	77	55	65	77	51	71	77
Leaf rust (causal agent <i>Puccinia dispersa</i> Rob. ex Desm. f. sp. <i>tritici</i> Eriks. & E. Henn)												
Tornado	2.1	39.6	29.9	0	0.7	38.8	0.05	0.84	0.56	0	0.01	0.53
Alzo	1.0	3.8	5.2	0	0.7	1.1	0.01	0.08	0.12	0	0.01	0.01
Tewo	66.9	100	100	0	33.3	97.4	3.01	14.7	17.6	0	0.33	6.15
Septoria leaf blotch (causal agent <i>Stagonospora nodorum</i> (Berk.) E. Castell et. Germano)												
Tornado	2.0	27.9	83.3	0	0	15.5	0	1.14	7.23	0	0	0.20
Alzo	1.0	13.8	21.2	0	0	7.7	0	0.44	0.76	0	0	0.15
Tewo	2.8	41.2	100	0	1.0	61.8	0.04	1.70	12.55	0	0.10	3.22

The higher number of grain per ear for the triticale was obtained in the treatments fertilised with white clover (Table 3). 1000 grain weight was less affected by preceding crops than the number of grain per ear. The lowest 1000 grain weight was recorded after timothy and white clover. However, having incorporated a larger amount of green manure, i.e. red clover residues and aftermath and white clover aftermath the soil received more nutrients. This leads to the conclusion that a higher content of biological nitrogen incorporation has a significant effect on 1000 grain weight of triticale.

Table 3. The effect of preceding crops on the yield forming elements of triticale ‘Tewo’

Yield structure elements	Experimental year	Preceding crops of winter triticale			LSD ₀₅
		Red clover	White clover	Timothy	
Productive stems, m ⁻²	2004	366.55±7.51	354.00±6.05	324.00±8.18	10.52
	2005	284.00±9.17	292.00±3.83	316.00±10.05	6.65
	Average	325.25±6.18	323.00±12.17	320.00±9.70	2.04
Number of grain, per ear	2004	28.00±0.91	31.25±2.75	27.00±3.48	0.85
	2005	39.75±1.03	39.25±0.94	33.25±3.27	0.55
	Average	33.87±2.30	35.25±2.02	30.12±2.51	1.09
1000 grain weight, g	2004	40.50±0.12	39.00±0.13	39.70±0.16	0.45
	2005	37.89±2.00	35.64±0.78	34.59±0.19	0.75
	Average	39.20±1.07	37.33±0.83	37.15±1.14	0.29

Note: LSD₀₅ – least significant at P ≤ 0.05.

It is thought that the occurrence of diseases can be successfully controlled by soil and crop management practices, crop rotations as well as high-quality preceding crops. In 2004 after different preceding crops from 31.3 to 52.5% of winter triticale plants were scald affected and in 2005 – from 18.8 to 21.3% (Table 4). Significant differences in the incidence of scald were determined between all treatments; however the highest incidence and severity of scald were identified in winter triticale grown after legumes, compared with the triticale preceded by spiked plants.

Table 4. The effect of preceding crops on triticale 'Tewo' foliar diseases

Disease	Experimental year	Disease incidence and severity	Preceding crops of winter triticale			LSD ₀₅
			Red clover	White clover	Timothy	
Scald (causal agent <i>Rhynchosporium secalis</i> (Oudem.) J. J. Davis)	2004	incidence	40.0	52.5	31.3	1.21
		severity	9.82	8.41	8.27	0.23
	2005	incidence	21.3	20.0	18.8	0.74
		severity	6.22	6.55	4.85	0.30
Leaf rust (causal agent <i>Puccinia dispersa</i> Rob. ex Desm. f. sp. <i>tritici</i> Eriks. & E. Henn.)	2004	incidence	16.9	23.8	16.3	0.95
		severity	0.24	0.30	0.39	0.09
	2005	incidence	10.0	10.0	13.8	0.45
		severity	0.57	0.59	0.55	0.10
Septoria leaf blotch (causal agent <i>Stagonospora nodorum</i> (Berk.) E. Castell et. G.)	2004	incidence	16.3	22.0	11.2	0.52
		severity	0.35	0.51	0.45	0.05
	2005	incidence	17.5	25.0	22.5	0.87
		severity	2.95	2.22	2.59	0.07

Note: LSD₀₅ – least significant at $P \leq 0.05$

Winter triticale stand density had a great effect on the incidence of scald, there was identified a correlation between scald incidence and the total number of winter triticale stems ($y = 38.085 - 0.049x$, $r = -0.565$; $p < 0.5$) and between scald incidence and the number of triticale productive stems ($y = 37.179 - 0.056x$, $r = -0.778$; $p < 0.05$). Different triticale stand densities did not have any effect on the severity of scald ($r = -0.267$ and -0.166 , respectively).

The relationship between the incidence of leaf rust and ecological conditions (different preceding crops) of cereal cultivation site was identified: in 2004 by 5.0–7.5 percentage units higher disease incidence was recorded in winter triticale which was preceded by white clover. However in 2005 an opposite trend of leaf rust incidence was observed, the disease incidence was by 1.4–1.6 times higher in the cultivation sites where timothy residues were ploughed in for the preceding crop of the cereal, compared with winter triticale grown after white clover. The incidence of septoria leaf blotch, and in many cases the severity, was significantly affected by different winter triticale growing conditions, especially in 2004 the infection level on winter triticale grown after white clover was twice as high as in triticale preceded by timothy. Slightly fewer septoria leaf blotch affected winter triticale leaves were identified in the stands with a lower plant density: $r = -0.395$.

Discussion

The effects of such elements, as number of grain, grain weight, 1000 grain weight on yield are generally attributed to interplant competition for light, water and nutrients, cultivar, and to the incidence of diseases. When plants that may have a prolonged solitary development are grown as a crop, both kinds of competition will greatly influence the growth and productivity. The favourable results of effective disease control on grain yield are largely based on higher long-lived green leaves (Darwinkel, 1978). The number of grain per ear was similar among 'Tornado' and 'Alzo' cultivars, but the cultivar 'Tewo' has more grain per ear on average. However, this cultivar has less resistance to diseases, compared with the cultivars 'Tornado' and 'Alzo'. So, it was very important to determine a management system, in which the cultivar 'Tewo' would be more resistance and had good biological properties. It is maintained that the incidence of some fungal diseases is determined by the preceding crops (Cichy *et al.*, 1994). In 2004–2005 this experiment was continued with the aim to assess the impact of the use of perennial grasses as green manure on the productivity formation of triticale agrocenoses and on triticale disease occurrence. Preceding crops did not have any effect on triticale stand density, but there were more productive stems m^{-2} of triticale, that was growing after the legumes. Similar data were obtained on heavy loam soils (Arlauskienė *et al.*, 2001). Some diseases occurred more intensively on triticale 'Tewo', which was grown after legume crops.

Conclusions

Some yield structure elements were different among the triticale cultivars: cultivar 'Tewo' has more grain per ear and the cultivar with the highest weight of 1000 grain was 'Alzo' – by 1.1 times compared with other cultivars.

The winter triticale cultivar 'Alzo' was more resistant to septoria and rust than the other cultivars, whereas cultivar 'Tewo' was the least resistant.

The preceding legume crop – red and white clover, as a green manure, had a positive effect on the formation of productivity elements of winter triticale 'Tewo', compared with their identical cultivation after timothy.

In winter triticale 'Tewo' preceded by white clover we identified a more intensive occurrence of diseases, such as scald, leaf rust and septoria, compared with the other preceding crops.

References

1. Alaru, M., Laur, Ū., Jaama, E. (2003) Influence of nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticale. *Agronomy Research*, Vol. 1, Tartu, 3–10.
2. Alaru, M., Møller, B., Hansen, Å. (2004) Triticale yield formation and quality influenced by different N fertilisation regimes. *Agronomy Research*. Vol. 2, N 1, Tartu, 3–12.
3. Arlauskienė, A. (2000) Ankštinių žolių, kaip priešėlių, bei jų žaliosios masės užarimo trąšai įtaka dirvožemio savybėms ir javų grandies produktyvumo formavimuisi. *Žemdirbystė*. Vol.70, 48–65.
4. Arlauskienė A., Maikštėnienė S. (2001) Ankštinių augalų biologinė vertė agrocenoze. *Žemės ūkio mokslai*. Vol. 1, 22–30.
5. Cichy, H., Cicha, A., Mackowiak, W. (1994) Wpływ przedplonu na porażenie pszenicyta ozimego przez patogeny podstawy zdzbla. *Zeszyty Naukowe Rolniczych*, 58, 23–28.
6. Conway, K., E. (1996) An overview of the influence of sustainable agricultural systems on plant diseases. *Crop Protection*. Vol. 15, 223–228.
7. Darwinkel, A. (1978) Patterns of tillering and grain production of winter wheat at a wide range of plant densities. *Neth. J. Agricultural Science*, 26, 383–398.
8. Šurkus, J., Gaurilčikienė, I., (sudarytojai) (2002) *Žemės ūkio augalų kenkėjai, ligos ir jų apskaita*. Akademija, 11–16.
9. Tottman, D., R. (1987) The decimal code for the growth stages of cereal. *Annual Application of Biology*, 110, 441–454.
10. Varughese, G., Pfeiffer, W., H., Pena, R. J. (1996) Triticale: a successful alternative crop 2. *Cereal Food World*, 41, 635–645.

FLORISTIC DEVELOPMENT OF NATURAL AND SOWED SWARDS

Klimas E., Baležentienė L.

Lithuanian University of Agriculture, Studentų 11, Akademija, Kaunas distr. Lithuania, LT-53361

phone: +3708 37 752202, e-mail: ligita.balezentiene@lzuu.lt

Abstract

Investigations were carried out during 2003-2005 at Research Station of Lithuanian University of Agriculture. The impact of monomial N, P, K fertilizers, their combinations and rates on feeding well-composed sowed sward as well on a natural sward, not improved for more than 10 yrs, of poor nutrient value was examined.

Accordingly to the investigation data, the decreasing of legumes share was determined and increasing of grasses in the 3rd yr after sowing irrespective of fertilizing background. The legumes flood in was not determined by any treatment. The grasses part increased from 4 to 14 %. The share of legumes ranged 4-12 % higher in P and K background to compare with other treatments. In the 3rd yr after sowing the percentage of legumes decreased sequentially with increasing N rates. The biggest share of legumes remained in treatments with P medium rates, K background supported legumes persistence to lesser extent. Impact of fertilizer background on floristic composition had the same tendencies in natural swards as in sowed one.

Key words

Sowed sward, floristic composition, natural sward, grasses, legumes, dry matter

Introduction

Grasslands and pastures occupy more than 1.2 M ha (Daugėlienė, 2002). Such grass areas are responsible for more than 150 M ha in Europe (Vilkins, Vidrih, 2000). Every sowed sward is a cultured one, however not every cultured sward is sowed. Therefore not all swards used for forage have been sowed, a part of cultured grasslands are created by improving natural ones by agrotechnical means (fertilization, weed destruction) (Rimkus, 2003). The main plants in swards are perennial grasses of different plant families. They differ from each other both by morphological characteristics and ecological features as well as by nutrient and economic value. Perennial grasses are divided into the following groups: legumes, grasses, forbs and sedges. Researchers of grassland flora count to 350 grasses species and 250 legumes species. Their distribution depends on a geographical position and agricultural level. In Lithuanian grasslands 297 species are found or 28 % of all floras.

Families of legumes (*Fabaceae*) are one of the most important components of grasslands phytocoenoses. Red, white and hybrid clovers, simple bird's-foot trefoil, lucerne are grown for forage generally. All legumes are of good nutritional value. They contain 1.5-2 times more green and digestible protein than that grasses, therefore forages composed of legumes do not lack protein. There are slightly more green fat and green ashes in legumes, as well as less fiber and non-nitric extract matters (Kadžiulis, 1972; Daugėlienė, 1995). That is why legumes grown together with grasses improve forage's chemical composition.

Grasses (*Poaceae*) are one of the most common plants in the world. Grasses are usually more fertile than legumes, if they are grown in the soil with high level of ground water or where period of vegetation is more rainy. Grasses are the most important source of carbohydrates in forage.

One of the main factors to form productive pastures is supplying soil with nutritional materials. Experience of many countries proves that the most reliable way to increase fertility of pastures is fertilizing them with mineral fertilizers. Their suitable rates and combinations effect harvest of pasture swards as well as its chemical and botanical composition.

Nitrogen is necessary for young growing and regrowing grasses. Improving plant nutrition with nitrogen, the grasses develop a greater leaf surface, become dark green, prolong their vegetation period, yield accumulates more proteins (Kučinskas *et al.*, 1999). Efficiency of nitrogen mostly depends on meteorological conditions, as well as on soil characteristics, level of active phosphorus, potassium, potassium and microelement fertilizers. Phosphorus has great significance for synthesis of carbohydrates and proteins, is a component of cell nucleus and many ferments. Due to potassium right physical and chemical characteristics of protoplasm are maintained. Besides, as potassium decreases evaporation, swards become more resistant to droughts and diseases. Efficiency of potassium fertilizers also depends on meteorological conditions, soil qualities, fertilizing with nitrogen and phosphorus fertilizers. Its efficiency drops as the amount of potassium in soil increases (Daugėlienė, 2002).

Objective of this investigation is to determine impact of nutritious elements, their rates and combinations on botanical composition, productivity and longevity of a productive nutrient sward. Results of this investigation will be compared to results of analogical investigation of natural, pure nutritional value sward not commonly used on the farms.

Materials and Methods

Field trials started in 2002 at the Research Station of the Lithuanian University of Agriculture, in the light deeply carbonate washed light loam soil (Balhihylogleyi- Calc (ar) ic Luvisoil). The soil was of neutral reaction, pH_{KCl} 7.1, moderate hummus (2.5 %), phosphorus rich (P₂O₅ 180-240 mg kg⁻¹ soil) and moderate potassium level (K₂O 120-150 mg kg⁻¹ soil).

To achieve the objectives of investigation, two trials were carried out. Fertilizing scheme designed of two blocks with 18 systematical treatments (1-Control, N0P0K0; 2-N60; 3-N120; 4-

N180; 5-N240; 6-N180+P120; 7-P40; 8-P80; 9-P120; 10-P160; 11-P120+K150; 12-+K150; 13 - K50;14-K100; 15-K150; 16-K200; 17-N60+P40+K50; 18-N180+P120+K150) and with three replications each. The plot size - 10 m² (2 x 5 m).

I block. A natural, not fertilized for 17 yrs sward was chosen for investigation. At the beginning of May, 2002 a part of sward was sprayed with a 6.0 l ha⁻¹ rate of Roundup. After plants in the sprayed fields had died off, with a sowing machine "Multidril" a mixture of forage swards was sown in (seed rate 25kg ha⁻¹) consisting of the following components: *Trifolium pratense* 'Liepsna' 20%; *Trifolium repens* 'Atoliai' 20%; *Lolium perenne* 'Sodré' 15%; *Phleum pratense* 'Gintaras' 15%; *Festuca pratensis* 'Dotnuvos 1' 20%; *Poa pratensis* 'Lanka' 10 %.

II block. Composition of a natural sward was established the following: 67 % of grasses, 14 % of legumes, 19 % of forbs.

Monomial fertilizers (ammonium saltpeter, (N- 34.4%); granulated superphosphate (P₂O₅-19%); potassium chloride (K₂O – 60%) were used. P and K fertilizers were applied in early spring and N fertilizers - at the beginning of vegetation period and after the first harvesting. Swards were harvested twice. Botanical composition of a sward and content of dry matter (DM) were determined in 2004-2005. Investigation is being continued.

Temperature and rate of precipitation were normal for sward growth in 2004. July was relatively dry (45 mm) and August was damp (136.2 mm) in 2005. Weather temperature was close to the annual average.

Data was analyzed with a statistical programme ANOVA.

Results and Discussion

Impact of the fertilization background on the botanical composition of a natural sward. Grasses composed 71 % in natural sward in 2004, and 69 % remain of them after a yr (Fig.1). It was not determined significant changes in grasses share of sward structure with applying N60 at the 2nd and 3rd yr of investigation. With applying of double N rate the share of grasses increased by 3 and 6 % in 2004 and 2005 respectively. Increasing rate of nitrogen up to 180 kg ha⁻¹ stipulated flooding share of grasses from 2 to 9 % in 2004 and 2005 respectively. The greatest nitrogen rate (240 kg ha⁻¹) increased the share of grasses in the natural sward by 5 %. N180P120 fertilizing background resulted the rising of the grasses amount. Applying of N180K150 increased the share of grasses by 1 and by 5 % respectively in 2004 and 2005. Investigation data showed that fertilization with nitrogen only brought about increasing tendencies in the share of grasses in a natural sward composition. This could be determined by the characteristic of grasses to use nitrogen fertilizers in a better way. Using phosphorus together with nitrogen also increased the share of grasses at the 3rd yr, however less in compare with applying the great rates of nitrogen only.

In the backgrounds including phosphorus, the decrease tendencies of legumes were observed. This was better visible in the 3rd yr of investigation than in the 2nd one. Potassium is an important nutrient matter for herbs. In a background where a rate of 200 kg ha⁻¹ (the largest in this investigation) was used, in the third yr of research a significant increase in legumes was achieved compared to the control variant. As the amounts of potassium were increased in different treatments, a slight increase tendency in legumes was observed. The greatest N180P120K150 rates researched gave a statistically significant increase in legumes in a natural sward in 2005.

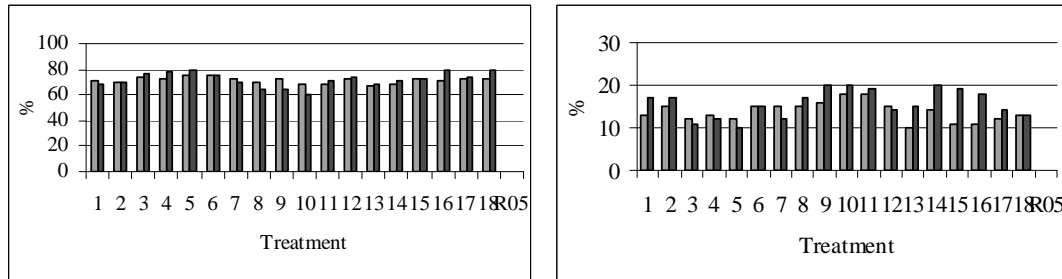


Figure 1. Impact of fertilization on development of grasses and legumes in natural sward

According to the data of the research fertilization background had greater effect on the legumes than on grasses in the natural sward (Fig. 1). Forage should be composed at least 40 % of legumes for full providing of proteins. The share of legumes determined 13 % (2004) and 17 % (2005) in the treatment without fertilizers. A small N60 rate increased the share of legumes by 2% in the 2nd and did not have any impact in the 3rd yr. A double N120 rate had a negative effect on legumes in the natural sward. This is demonstrated by both yrs' data. A N180 fertilizing background decreased the share of legumes by 5 % only in the 3rd yr and did not have any influence in the 2nd yr. The greatest N240 kg ha⁻¹ rate applied during the experiment decreased the share of legumes by 1 % in the 2nd and by 10 % in the 3rd yr. Applying nitrogen fertilizers together with phosphorus increased the rate of legumes by 2 % in the 2nd and decreased their quantity by 2 % in the 3rd yr.

A background of nitrogen and potassium (N180K150) had a similar influence, only in 2005 legumes decreased by 3 % in compared to the control treatment. Treatments treated with phosphorus fertilizers showed a positive influence on the legumes of the natural sward. As the rates of phosphorus fertilizers increased, legumes showed increase tendencies both in the 2nd and the 3rd yr. However, the same number of legumes was found after separate treatments had been fertilized with rates of P120 and P160 in 2005. A background of P120K150 statistically significantly increased the quantities of legumes in 2004. Significant increase of legumes was also determined in the treatments fertilized with K100, K150 and K200. The share of legumes increased by 3, 2 and 1 % respectively K rates in 2005. Share of legumes determined closer to the control treatment and fluctuated less at NPK treatments.

Forbs are an inevitable part of every natural sward. Forbs ranged from 14 % in the 2nd yr and 16 % of in the 3rd yr in a control treatment of natural sward (Fig. 2).

The share of forbs decreased by 1 % in a treatment treated with N60 in compare to the control both in 2004 and 2005. The tendencies of forbs decreasing remained with increased N rate to 120 kg ha⁻¹. Share of forbs decreased by 4 % and by 2 % in the treatment N180 kg during 2004-2005. With applying the greatest rate (N240) the share of forbs decreased also. The greatest P rates in this investigation significantly increased the quantity of forbs especially in the second yr. Accordingly to the obtained data the quantity of forbs decreased both in the 2nd and the 3rd yr in the PK treatments.

Impact of fertilization background on the botanical composition of a natural sward. According to the data of botanical composition of the sowed sward in 2004, a ratio between grasses and legumes changed by 5-10% in compare to the composition of the sowed mixture (Fig. 2 and 3). Increase of grasses share was observed in treatments 4 and 5, 12, 17 and 18. These treatments had been treated with N fertilizers. Legumes made 29-40 % of the total composition of the sward in 2004. It was observed in the 2nd yr already that legumes reacted negatively to the background of N. The share of legumes was by 6 % less than in the control treatment (NOPOKO). In the treatment fertilized with a 240kg ha⁻¹ rate of N, The background of P (from 120 kg ha⁻¹) and K influenced legumes in a positive way and their share grew up. Legumes rate increased by 5 % in the treatments fertilized with K100 and K200 at the 2nd yr after sowing than in a control treatment. In all treatments 1-5 % of forbs were found.

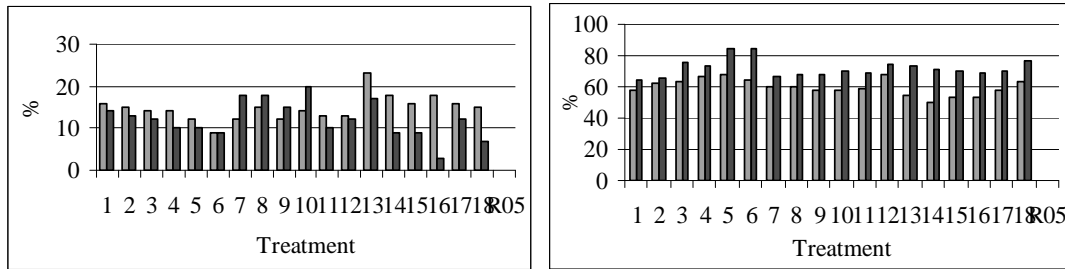


Figure 2. Impact of fertilization on development of forbs in natural sward and grasses in sowed sward

Botanical composition of the sowed sward varied more during 2005 in compare with 2004. The share of grasses increased from 4 to 14 % in all treatments. Increase in the share of legumes was not observed in the 3rd yr after sowing in any treatment irrespectively from the fertilizing background. Increase in the share of grasses was determined in the treatments with greater rate of N (treatment No.5), as well as NP and NPK. The share of legumes decreased from 4 to 18% in different fertilizing backgrounds. Share of legumes remained by 4 to 12 % higher in the treatments with P and K backgrounds than in other treatments in 2005. Share of legumes determined by 18 % less in the treatment fertilized with the greatest rate of N than in the treatment without fertilizers (Control) in 2005. DM accumulated more in sowed sward than in a natural one, except for the treatment fertilized with the greatest rate of N in 2005. The highest concentration of DM were observed in the treatments fertilized with the biggest rate of N240, in N180+P120 as well as in the treatment fertilized with NPK both in case of the sowed and natural swards.

Share of forbs was accounted for 1-10 % of the swards in 2004 (Fig. 3). The largest amounts of them were found in treatments fertilized with K50 and K100. That is by 3 % more than in a control treatment. Fertilizing with phosphorus and potassium only did not have any significant influence on forbs in 2004. Share of forbs decreased by 6 % in treatments fertilized with NK, NP and NPK, than in the control sward. Forbs composition was found increased in five treatments than control in 2005. Treatments N180, N60 and N60P40K50 especially distinguished themselves, due to the increased amount of forbs compared both to the control treatment and investigations of the 1st and the 2nd yr.

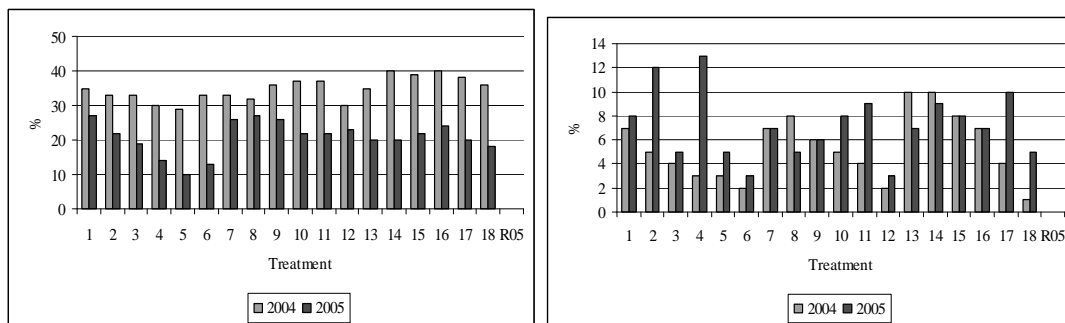


Figure 3. Impact of fertilization on development of legumes and forbes in sowed sward

Conclusions

Grasses composed 71, legumes 13, Forbs 16 % of a natural unfertilized extensive sward. Nitrogen fertilizers increased the share of grasses in the total yield of green matter by 6-12 %; N120-240 diminished the part of legumes. Decrease of legumes ranged even by 10 % in the 3rd yr.

Phosphorus fertilizers increased the share of legumes, whereas botanical composition of the sward varied insignificantly in combination with N and K.

Botanical composition of a sward improved by surface means (spraying with Glyphosate and sowing in) varied and depended on the amount of nutritious matters in the soil.

The most effective means for maintaining a suitable composition of a sowed sward is balanced fertilization with NPK.

References

1. Daugēlienē, N. (2002) Žolininkystē rūgščiūose dirvožemiuose, LŽI, 233.
2. De Vliegheer, A., Grunert, O., Carlier, L. (2000) The effect of grassland resowing on yield and quality under grazing conditions, Grassland Science in Europe, 5, 191-193.
3. Hofman, N., Kowarsch, N., Bonn, S., Isselstein, J. (2001) Management for Biodiversity and Consequences for Grassland Productivity, Grassland Science in Europe. Duderstadt, 6, 113-116.
4. Janušienē, V., Tyla, A. (1999) Įvairios granulimetrinės sudėties dirvožemių agrocheminių savybių kitimas ilgalaikiuose lizimetriniuose bandymuose, Žemės ūkio mokslai, 1, 3 – 9.
5. Kadžiulis, L. (1972) Daugiamečių žolių auginimas pašarui, Vilnius, 10-202.
6. Kučinskas, J., Pekarskas, J., Pranckietienė, I., Vaišvila, Z., Žemaitis, A. (1999) Agrochemija, 302-304.
7. Petkevičius, J. Pašarininkystė (1993) Mokslas, Vilnius, 314.
8. Rimkus, K. (2003) Pievotyra, Smaltija, Kaunas, 191.
9. Sendžikaitė, J. (2002) Pievų fitocenozių struktūra, produktyvumas ir raida rytų Lietuvos kalvotame agrariniame kraštovaizdyje, Daktaro disertacijos santrauka, Vilnius, 3-5.
10. Skuodienė, R., (1999) Ankštinių ir varpinių žolynų bei jų naudojimo būdų tyrimai velėniniame jauriniame lengvo priemolio dirvožemyje, daktaro disertacijos santrauka, LŽI, Dotnuva-Akademija, 33.
11. Tilman, D., Downing, J. A. (1994) Biodiversity and stability in Grasslands, Nature, 367, 363-365.
12. Tonkūnas, J., Kadžiulis, L. (1977) Pievos ir ganyklos, Vilnius, 38-304.
13. Vasiliauskienė, V., Kadžiulis, L., Daugēlienė, N. (1996) Dirvožemio savybės ir NPK trąšų įtaka daugiamečių žolių derliui ir kokybei, Žemės ūkio mokslai, Vilnius, Akademija, 2, 77-84.

PERSPEKTIVE MANAGEMENT AND UTILISATION OF GRASSLAND IN THE CZECH REPUBLIC

Kohoutek A.¹, Odstrčilová V.¹, Pozdíšek J.²

¹Crop Research Institute, Prague 6 - Ruzyně, Research Station in Jevíčko, the Czech Republic;

²Research Institute for Cattle Breeding, Ltd., Rapotín, the Czech Republic

phone: +420 461327814, e-mail: vste@seznam.cz

Abstract

Permanent grasslands in the Czech Republic (CR) cover the area of 950 000 ha, that is 22.2 % of agricultural land (4280 000 ha). In our paper we evaluate the influence of three cut frequencies performed at four sites of permanent grassland in CR at the standard level of fertilizing PKN₉₀ on yield, quality and utilisation of fodder by cattle measured in terms of milk production. We carried out a model calculation of cattle herd size needed for farming utilisation of grasslands on the basis of exact results completed with accessible literary sources on fodder intake by cattle at the stated intensity. Dry matter production in the average of evaluated sites and treatments decreases from a two-cut to four-cut utilisation from 8.05 t.ha⁻¹ to 6.42 t.ha⁻¹ and calculated dry matter production for the model area of 500 000 ha of grasslands is 4025 000 t at the two-cut system, 3665 000 ha at the three-cut system and 3210 000 ha at the four-cut system. Hence, the cow herd size necessary for the conversion of feedable dry matter is 382 000 cows in the treatment without grain supplementation and extensive utilisation in form of a two-cut system, 306 000 in a

three-cut system and 231 000 in a four-cut system, the difference between two and four cut frequencies is then 151 000 dairy cows. By this given number of suckler cows it is possible CR to manage 300 000 hectares of grassland at the all-year need of 4.5 t productive solid on 1 LU, providing that the forage from the grassland at the average long-time yield will be exclusive an all-year feed.

Key words

Grasslands, botanical composition, fodder quality, cattle, moulding of farming system

Introduction

Permanent grasslands cover an area of 950 000 ha which make up 22.2% of the total agricultural land (4280 000 ha) in the Czech Republic. However, a decrease in the number of livestock from 1236 000 cows in 1990 to 570 000 cows in 2004 has resulted in the deterioration of grassland management and utilization. Czech agrarian policy accepted a European agricultural model with multi-functionality features based on research results. A complicated situation arises especially in less favoured areas, where the substitution of ruminant farming by other agrarian activity is impossible in practice (Harvieu, 2002). However, a decrease in the importance of forage dry matter yield and an improvement in the utilisation of forage production can produce an increase in grassland forage quality. For example, Gruber *et al.* (2000) reported that two, three and four cuts per year resulted in forage intakes of 10.4, 13.0 and 15.2 kg of dry matter (DM) cow⁻¹ day⁻¹, respectively, and an increase in the intake of total feedstuffs. Production of the feedstuff in terms of milk production was 11.4, 17.2 and 23.0 kg of milk per cow⁻¹ day⁻¹ after 2, 3 and 4 cuts, respectively.

The situation in the CR is highly unfavourable in comparison with countries of the EU-15 where dairy cows numbers reach 20 580 000 head and the number of suckler cows 11 950 000, that is 36.7 % of the total cattle stock (Pflimlin, Todorov, 2003), whereas in the CR the number of suckler cows was about 100 000 heads in 2002 and the number of dairy cows 477 000 head, that is only 17.3 % (Kvapilík *et al.*, 2003). In Switzerland the law requires a minimum area of 7 % of species diverse meadows and pastures (so-called ecological compensation areas) of the total area with postponed first cut until June 15 in the lowlands and July 15 in mountainous areas (Gujer, 2005), the goal is to reach about 10 % of interconnected ecological compensation areas. Our contribution evaluates the effect of frequency of grassland utilisation on production and quality of forage and by calculation to determine the necessary size of dairy cows herds with young cattle for utilisation in an area of 500 thousand ha of grasslands.

Nowadays, about 300 thousand ha are utilised for suckler production, and 150 thousand ha are not utilized, out of the total area of 800 thousand ha of harvested grassland (Pozdříšek, Kohoutek *et al.*, 2004).

Materials and Methods

The experiment was established in 2003 on permanent grassland at the four sites of Jevíčko, Liberec, Rapotín and Zubří. The grassland vegetation at each site was classified as *Arrhenatherion*. At each site there was a factorial design of four levels of grassland utilisation intensity (I) and four levels of fertilisation (F) laid out in four replications of 10 m² plots.

The intensity of utilisation: I₁ (1st cut until May 15th, 4 cuts per year – cuts at 45 days interval), I₂=(1st cut between 16th and 31st May, 3 cuts per year at 60 days interval), I₃=(1st cut between 1st and 15th June, 2 cuts per year at 90 days interval) and I₄=(1st cut between 16th and 30th June, 1 or 2 cuts per year, second cut after 90 days). Four levels of fertiliser application: F₀=no fertilization, F_{PK}= P₃₀K₆₀N₀; F_{PKN90}=P₃₀K₆₀+N₉₀, F_{PKN180} =P₃₀K₆₀+N₁₈₀. From the observed treatments were selected two cuts (I₃), three cuts (I₂) and four cuts (I₁) treatments fertilised with N₉₀+P₃₀K₆₀, which corresponds to the load of about one LU.ha⁻¹. For the calculation of livestock size necessary for forage conversion were used two-year averages [from 2003 and 2004 from four sites in the CR (Jevíčko, Liberec, Rapotín, Zubří)] of dry matter production and forage quality (concentration of NEL, CP and fibre) (Kohoutek *et al.*, 2005). Voluntary intake of dry matter by dairy cows at 2, 3 and 4 cut of grassland annually in the feed ration with and without grain

determined in feeding and balance trials was taken from research results by Gruber *et al.* (2000). Simulation calculation derived from the nutrient need of 600 kg dairy cow according to stock-feeding charts of nutrient needs (Sommer *et al.*, 1994).

Simulation calculation is carried out with the treatment of feeding rations without grain and with added grain with daily milk yield of 20 kg of milk, that is about 6100 kg of FCM milk, that is on the level of the present average efficiency of dairy cows in the CR. Selected treatments were by calculation determined daily and annual milk production, annual forage dry matter intake, total consumption of grain, necessary dairy cows herd size for particular methods of grassland utilisation and livestock size. Potential dry matter production of crop yield from the trials was reduced to the so called „feedable dry matter“ by deducting 30 % for losses during the harvest, conservation and feeding.

Over all sites the botanical composition of vegetation was recorded in proportion to agrobotanical groups (grasses, legumes, forbs) and the number of vascular plant species. The contribution evaluates the total number of detected plant species per treatment in all sites over a period of four years, and the effect of experimental interventions on the representation of botanical groups in the average of sites and evaluated years. The acquired results were statistically evaluated with analysis of variance, the differences between the averages were tested with the Tuckey test on the level of significance of 95 % ($D_{T0.05}$), resp. 99 % ($D_{T0.01}$).

Results and Discussions

Dry matter yields and forage quality are presented in Table 1. The simulated total annual intakes of forage from two, three and four cuts per year when fed without grain were 4.21, 4.79 and 5.56 t DM cow⁻¹ year⁻¹, respectively. Forage intake decreased when grain was added to the diet, possibly due to substitution, but the trend was similar at 3.26, 3.99 and 4.48 t DM cow⁻¹ year⁻¹, respectively.

The size of a dairy cow herd, which includes young cattle, that is necessary to efficiently utilise the forage harvested from 500 000 ha of grasslands under the three cutting regimes was estimated based on the forage yield and intake results (Table 1).

The production of feedable DM was 2 818 000 t in a two-cut system, 2 566 000 t in a three-cut system and 2 247 000 t in a four-cut system, which was 20% less than the two-cut system. Therefore, the intensive level of utilisation decreased the total forage production from the grassland, which is a major issue of grassland management in the Czech Republic and Slovakia.

The size of a dairy cow herd necessary to utilise the feedable DM without grain ranged between 382 000 cows in the extensive two-cut system and 231 000 cows in the four-cut system (Table 1).

On this basis, potential milk production per cow and per lactation ranged between 2340 and 5637 kg of FCM milk. Therefore, the milk production from dairy cow herds that utilise grassland forage from two, three and four cuts per year would be 894, 1212 and 1302 000 t of milk per year, respectively.

The addition of grain into the diet, in order to reach a mean milk yield of 20 kg FCM head⁻¹ day⁻¹, led to an increase of 55-112 000 the cows necessary to convert of the amount forage given. The consumption of grain required to reach a target yield of 6100 kg of FCM milk year⁻¹ was 1 045 000 t in a two-cut system, 525 000 t in a three-cut system and 283 000 t in a four-cut system. The milk production from these modelled herds was 3 013 000, 2 245 000 and 1 745 000 t of FCM milk per year, respectively.

The relation between forage conversion by dairy cows and young cattle is about 4:3. It is possible that an extensive system of grassland utilisation can require more cattle management while an intensive system of grassland management can support a good level of milk production without a large quantity of imported feedstuffs. Based on the simulations a four-cuts system seemed to be optimal for the agricultural utilisation of 0.5 million ha of grasslands in the Czech Republic. This will require the development of a dairy cow herd of 250 – 300 000 which produces about 6000 kg of FCM milk per year, together with young cattle, to utilise the forage produced.

Table 1 The effect of intensity of utilisation of grassland on yield, quality, voluntary intake (VI) of forage, milk and farmyard manure production. A model calculation of cattle herd size for utilisation of 500 thousand ha of grasslands harvested under different intensities

Parameter	Unit	Utilisation intensity (number of cuts a year)					
		Without grain			With grain (to the level of 20 kg of FCM milk)		
		2	3	4	2	3	4
Dry matter yield	t ha ⁻¹	8.05	7.33	6.42	8.05	7.33	6.42
NEL concentration in forage dry matter	MJ kg ⁻¹	5.28	5.70	5.85	5.28	5.70	5.85
Crude protein concentration in forage dry matter	g kg ⁻¹	127	164	181	127	164	181
Crude fiber concentration in forage dry matter	g kg ⁻¹	281	231	214	281	231	214
Voluntary intake (VI) of dry matter by a dair cow (recalculated from Gruber, 2000)	kg 100 kg ⁻¹ l.w.	1.99	2.33	2.76	1.47	1.89	2.17
Calculation of dry matter intake by a dairy cow weighing 600 kg	kg head ⁻¹	11.94	13.98	16.56	8.82	11.34	13.02
NEL intake through forage (dairy cow weighing 600 kg)	MJ head ⁻¹ day ⁻¹	63.04	79.69	96.88	46.57	64.64	76.17
Grain dry matter intake (energy concentration 8 MJ NEL.kg ⁻¹ DM)	kg head ⁻¹ day ⁻¹	-	-	-	6.94	4.68	3.24
NEL intake through grain	MJ head ⁻¹ day ⁻¹	-	-	-	55.48	37.41	25.88
Daily NEL intake by a dairy cow weighing 600 kg	MJ head ⁻¹ day ⁻¹	63.04	79.69	96.88	102.05	102.05	102.05
Calculation of daily milk production from forage (NEL)	kg FCM head ⁻¹ day ⁻¹	7.7	13.0	18.5	2.4	8.2	11.9
Daily milk production	kg FCM.head ⁻¹ day ⁻¹	7.7	13.0	18.5	20	20	20
Dairy cow efficiency per lactation	kg FCM	2340	3962	5637	6100	6100	6100
Annual dry matter forage intake	t head ⁻¹	4.21	4.79	5.56	3.26	3.99	4.48
Potential dry matter production of crop yield from 500 thousand ha of grasslands	thousand t	4025	3665	3210	4025	3665	3210
Feedable dry matter production of crop yield after deducting 30 % losses	thousand t	2818	2566	2247	2818	2566	2247
Cow herd	Thousand heads	382	306	231	494	368	286
Cattle load per ha of grassland	LU ha ⁻¹	1.61	1.28	0.97	2.08	1.54	1.20
Slurry production	thousand m ³	15545	11992	9897	20071	14407	12276
N production in cattle slurry per ha of grassland	kg ha ⁻¹ N	90.8	88.0	103.1	126.9	109.7	122.1

The area of 0.3 mil ha of grasslands is utilised by suckler cows. From the ecological viewpoint a smaller herd is more favourable because less farmyard manure is produced and thus also less nitrogen (Table 1).

Table 2. The effect of utilisation intensity and fertilization level on the total number of plant species as well as the proportion of grasses, legumes and forbs, % (in the average of 2003 – 2006)

Utilisation intensity	Evaluated feature				Fertilization level	Evaluated feature			
	Number of plant species	Grasses %	Forbs %	Legumes %		Number of plant species	Grasses %	Forbs %	Legumes %
I1	82.1	54.8	36.0	9.2	F ₀	81.6	53.8	36.3	9.8
I2	81.1	59.7	33.6	6.6	F _{PK}	80.8	56.4	33.0	10.6
I3	75.8	65.4	28.5	6.1	F _{PKN90}	75.6	66.6	28.9	4.5
I4	74.0	68.1	26.7	5.2	F _{PKN180}	75.1	71.2	26.6	2.3
D _{T0,05}	3.7	1.5	1.6	0.9	D _{T0,05}	3.7	1.5	1.6	0.9
D _{T0,01}	4.5	1.9	1.9	1.1	D _{T0,01}	4.5	1.9	1.9	1.1

From the attained results in table 2 it is obvious that the intensity of statistically highly significantly utilization decrease the number of species in the vegetation from 82.1 in a four-cut system to 74.0 in an extensive two-cut system (Odstrčilová *et al.*, 2007). This is related to a higher proportion of grasses in the vegetation, which is the lowest in a four-cut system (54.8 %) and increases up to 68.1 % in a two-cut system and is the same at all levels of fertilization. The increased proportion of grasses reduces the proportion of legumes and native species. The level of fertilization towards higher rates of nitrogen statistically significantly decreases the total number of species in the vegetation, similarly to extensive management, from 81.6 to 75.1 species. It statistically significantly increases the proportion of grasses in the vegetation 53.8 to 71.2 % and decreases the proportion of forbs (from 36.3 to 26.6 %) and legumes (from 9.8 to 2.3 %).

The system where grassland is cut four times per year is also the most favourable practice from an ecological perspective. It decreases the annual amount of grain used on the 500 000 ha of grassland by 762 000 t. This decreases the nutrient load of the agricultural system through the reduction of imported nutrients in the purchased feedstuff. Under such a system a stocking rate of 0.5 cow ha⁻¹ of grassland was reached and about 1 LU ha⁻¹ when young cattle were included, which is the herd size quota in the present agricultural situation.

Acknowledgement

The contribution was financially supported by project VZ0002700601 and QF3018.

References

1. Gruber, L., Steinwider, A., Guggenberger, T., Schauer, A., Häusler, J., Steinweder, R., Steiner, B. (2000) Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milchezeugung und Nährstoffausscheidung. In: Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, BAL Gumpenstein 6.-8. 6. 2000, 41-88. ISBN 3-901980-43-1.
2. Gujer, H. U. (2005) A police to efficiently integrate biodiversity into grassland farming. Grassland science in Europe, vol. 10 - Integrating efficient Grassland Farming and Biodiversity, proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the EGF (Lillak, R. et al. eds). Tartu, Estonia, 29-31 August 2005, 73-79. ISBN 9985-9611-3-7.
3. Harvieu, B. (2002) Multi-functionality: a conceptual framework for a new organisation of research and development on grasslands and livestock systems. In: Multi-Function Grasslands (Quality Forages, Animal Products and Landscapes (Derand, J. L., Emile, J. C., Huyghe, Ch., Lemaire, G., eds.), La Rochelle, France, Imprimerie P. Oudin, Poitiers, 2002, 1 - 2.
4. Kohoutek, A., Pozdíšek, J., Šrámek, P., Odstrčilová, V., Nerušil, P., Komárek, P., Gaisler, J., Fiala, J., Míčová, P., Grézlová, M. (2005) Effects of intensity fertilisation and cutting frequency on yield and forage quality of grassland. In: *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity*, (Lillak, R., Viiralt, R., Linke, A. Geherman, V. eds.), Tartu, 2005, Estonia, 332-335. ISBN 9985-9611-3-7.

5. Kvapilík, J., Pytloun, J., Bucek, P. a kol. (2003) Chov skotu v České republice, hlavní výsledky a ukazatele za rok 2002. ČMSCH, SCHČSS, SCHSČR, Praha, 2003, 111.
6. Odstrčilová, V., Kohoutek, A., Hrabě, F., Rosická, L., Šrámek, P., Kašparová, J., Komárek, P., Nerušil, P., Gaisler, J., Fiala, J., Pozdíšek, J., Mičová, P., Svozilová, M. and Jakešová, H. (2007) Effects of intensity of fertilisation and cutting frequency on botanical composition of permanent grassland. In: *Permanent and temporary grassland: plant, environment and economy*, The 14th Symposium of the EGF, Ghent 3 to 5 September 2007 (*in press*).
7. Pflimlin, A., Todorov, N., A. (2003) Trends in European forage systems for meat and milk production: facts and new concerns. In *Optimal Forage Systems for Animal Production and the Environment*. Bulgaria, Pleven. 2003., 1 – 10. ISBN 954-8456-54-0.
8. Pozdíšek, J., Kohoutek, A., Bjelka, M., Nerušil, P. (2004) Utilization of grassland by suckler cow rearing (*in czech*). Praha: ÚZPI, 2004, 103 . ISBN 80-7271-153-9.
9. Sommer, A., et al. (1994) Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. ČAZ, komise výživy hospodářských zvířat, Pohořelice: 198 .

PARTICULARITIES OF HARVESTER SETTINGS DURING THE HARVESTING OF HULLESS BARLEY KOMBAINA REGULĒŠANAS ĪPATNĪBAS KAILGRAUDU MIEŽU RAŽAS NOVĀKŠANAI

¹ Legzdiņa L., ² Gaile Z.

¹ State Priekuli Plant Breeding Institute, Zinatnes str. 1a, Priekuli LV-4126, Latvia
phone +371 64130162, e-mail: lindaleg@navigator.lv

² RSF "Vecauce" of Latvia University of Agriculture, Akademijas str. 11a, Auce LV-3708, Latvia

Kopsavilkums

Kailgraudu mieži ir Eiropā netradicionāls graudaugs, kam raksturīga paaugstināta barības vērtība izmantošanai lopbarībā un veselību uzlabojošas īpašības izmantošanai pārtikā. Kailgraudu miežu selekcija tiek veikta vairākās Eiropas valstīs, ieskaitot Latviju. Kombineina regulēšana, novācot kailgraudu miežu ražu, ir atšķirīga no plēkšņainajiem miežiem. Patēriņa un sēklas materiāla iegūšanai nepieciešami atšķirīgi kombineina noregulējumi.

Kanādā, kur kailgraudu miežu platības ir vislielākās, kvalitātes prasības kailgraudu miežiem pārtikai ir: maksimāli 5% graudu ar neatdalītām plēksnēm, tilpummasa 773 g L⁻¹ un augstāka, sašķelti graudi maksimāli 4%; lopbarības graudiem prasības ir zemākas: maksimāli 15% graudu ar neatdalītām plēksnēm, tilpummasa vismaz 742 g L⁻¹, sašķelti graudi maksimāli 15% (McLelland, 1999). Kailgraudu miežu sēklas kvalitātes prasības Eiropā neatšķiras no plēkšņainajiem miežiem, kaut arī pētījumu rezultātā dota rekomendācija samazināt minimālo pieļaujamo dīgļspēju no 85 uz 75% (Legzdiņa, 2003). Austrālijas un Kanādas zinātnieki iesaka kailgraudu miežu ražu vākt ar mazākiem kuļtrumuļa apgriezieniem nekā plēkšņainajiem miežiem, lai samazinātu graudu un dīgļu traumēšanos, kā arī ar mazāku attālumu starp kuļtrumuli un kuļkurvi, lai sekmētu plēkšņu atdalīšanu no graudiem (Box, Barr, 1997; McLelland, 1999).

Mūsu pētījuma mērķis bija noteikt optimālos kombineina regulēšanas parametrus kailgraudu miežu ražas novākšanai Latvijas apstākļos, analizēt atšķirības starp genotipiem un meteoroloģisko apstākļu ietekmi. Četrus gadus (2003.-2006.) analizējām trīs genotipus (Kanādas šķirni 'CDC Freedom', čehu selekcijas līniju KM-2084 un zviedru selekcijas līniju SW-1291). Lauka izmēģinājumi tika veikti LLU MPS „Vecauce”, izmantojot izmēģinājumu kombineina Hege-140. Katru gadu pārbaudīti 5 kulšanas režīmi (1.tabula), variējot kuļtrumuļa apgriezienus (800-1250 min) un attālumu starp kuļtrumuli un kuļkurvi jeb kuļspraugu (2-5 mm). Tika analizēti patēriņam un sēklas materiālam nozīmīgi rādītāji (graudu daudzums ar neatdalītām plēksnēm, tilpummasa, sašķelto graudu daudzums, dīgļspēja un graudu daudzums ar traumētiem dīgļiem). Meteoroloģiskie apstākļi pirms ražas novākšanas pa gadiem bija atšķirīgi un ietekmēja graudu mitrumu ražas novākšanas laikā. 2003. un 2006. gadā graudi tika novākti sausi, ar optimālu mitruma saturu, 2004. gadā graudu mitrums bija paaugstināts, bet 2005.gadā, kaut arī kulšanas laikā mitrums nebija augsts, graudi bija izmirkuši nedēļu ilgās lietavās un daļēji sadīguši vārpās.

Rezultāti rāda, ka kuļtrumuļa apgriezienu palielināšana ietekmēja graudu un sēklas kvalitāti lielākā mērā nekā kuļspraugas izmaiņas. Pārtikas un lopbarības vajadzībām atbilstošu ražu izdevās iegūt, kuļot ar lielākiem kuļtrumuļa apgriezieniem (1250 apgriezieni minūtē) un 4 mm kuļspraugu. Apgriezienu skaita palielināšana būtiski samazināja graudu daudzumu ar neatdalītām plēksnēm un līdz ar to palielināja graudu tilpummasu un arī sašķelto graudu daudzumu (3. tabula). Paaugstinot apgriezienu skaitu minūtē no 900 uz 1250, šķirnei 'CDC Freedom' 2004. un 2005. gadā samazināts graudu daudzums ar neatdalītām plēksnēm un līnijai KM-2084 2003. gadā palielināta tilpummasa līdz pārtikas prasībām atbilstošiem, bet lopbarības prasībām atbilstoša tilpummasa divos gados iegūta abām selekcijas līnijām. Sašķelto graudu daudzums pārsniedza pārtikai pieļaujamo vienīgi šķirnei 'CDC Freedom' 2005. gadā, kad to veicināja graudu sadīgšana vārpās. Kuļspraugas samazināšana būtiski uzlaboja plēkšņu atdalīšanu no graudiem tikai vienā gadījumā, bet vairākos gadījumos tās ietekme uz sašķelto graudu daudzumu bija būtiska, īpaši gadījumā, ja kulti graudi ar zemāku mitrumu. Sēklas materiāla iegūšanai atbilstošāks bija kulšanas režīms ar zemāku kuļtrumuļa apgriezienu skaitu (900 apgriezieni min) un 4 mm kuļspraugu. Kuļot ar šādu režīmu, sēklas dīgļspēja pārsniedza minimālo pieļaujamo visiem genotipiem, izņemot

'CDC Freedom' 2005.gadā. Pret traumām jutīgiem genotipiem ('CDC Freedom'), kuļot graudus ar nelielu mitruma saturu (2003.gadā), pozitīvs efekts var tikt iegūts, samazinot apgriezību skaitu līdz 800 un palielinot kuļspraugu līdz 5 mm. Apgriezību palielināšana būtiski palielināja graudu daudzumu ar traumētiem dīgliem un samazināja dīgtspēju. Samazinot apgriezību skaitu minūtē no 1250 uz 900, 'CDC Freedom' un KM-2084 divos izmēģinājumu gados izdevās paaugstināt dīgtspēju virs 85%. Attiecīgā gada meteoroloģisko apstākļu ietekme uz visiem pētītajiem rādītājiem bija būtiska un pārsniedza genotipa un kuļšanas režīma ietekmes īpatsvaru uz graudu tilpummasu un sēklas dīgtspēju. Visaugstākais kuļšanas režīma ietekmes īpatsvars (28%) bija uz sašķelto graudu daudzumu.

Abstract

Requirements for harvesting hulless and covered barley are significantly different. Hulless barley for consumption and for seed has to be harvested differently. For consumption it is more necessary to separate hulls from the grain and to increase volume weight, but for seed production retention of germination is essential. In our experiment we analyzed the yield of three hulless barley varieties harvested by using five different harvester settings during four growing seasons. The harvester drum speed and distance between threshing drum and concave was varied. Quality features essential for for feed and food production (volume weight, amount of kernels with undetached hulls and broken kernels) and for seed production (germination ability and amount of kernels with germ damage) were determined. Our results indicate that meteorological conditions during harvesting influenced all tested features significantly ($p < 0.05$). The variety features also influenced the investigated parameters significantly ($p < 0.05$). Grain volume weight correlated significantly less with the amount of kernels with undetached hulls. The increase of the harvester drum speed had a significant positive effect on grain parameters important for consumption in more cases, than the reduction of the distance between the threshing drum and concave. The best results for consumption were reached mainly by using harvester settings recommended for covered spring barley. More appropriate for harvesting hulless barley grain for seed production were harvester settings with lower drum speeds.

Key words

Hulless barley, threshing, volume weight, germination

Introduction

Hulless barley (HB) is a non-traditional cereal in Europe, which is attractive because of its nutritional value for feed and healthy food purposes. Breeding for HB is carried out in several EU countries including Latvia. HB for consumption and for seed has to be harvested differently. For feed and food use it is more necessary to separate hulls from grain and to increase the volume weight, but for seed production retention of germination is essential.

Quality standards for HB grain for human food and animal feed are distinctive. Canadian requirements for food grain are: maximum 5% of grains with hulls, volume weight 773 g L^{-1} , cracked and broken kernels maximum 4%, grain should be fully mature, bright, clean and free of diseased and sprouted kernels. Feed grain standards are easier to reach: hull content less than 15%, volume weight 742 g L^{-1} , sprouted kernels maximum 10% and broken kernels maximum 15%. (McLelland, 1999) Requirements for HB seed quality are currently the same for hulless and covered barley in EU countries. Recommendation to lower minimum acceptable germination for HB seed from 85 to 75 % was given according to research results (Legzdina, 2003).

Harvester settings for hulless and covered barley are significantly different. According to the experience of Australian researchers, harvester drum speed may be up to 250 rounds per minute slower while threshing HB. It will reduce kernel cracking and embryo damage. They recommend decreasing the distance between threshing drum and concave to improve hull separation from grain. To reduce the amount of separated hulls and prevent the grain loss at the same time the rear blower fan speed and the rear cleaning sieve angle have to be increased. (Box, Barr, 1997) Similarly, Canadian recommendations for HB harvesting are to use "tight concave setting and as slow a cylinder speed as possible" (McLelland, 1999). HB grain must be dry to remove hulls successfully. Secondary buffing process can be used if hull removal is not satisfactory.

Threshability is a trait showing hull removal during threshing and it varies between HB genotypes. HB varieties have to be with good threshability, otherwise there is no advantage in comparison to covered barley. Selection for better threshability is done by selecting genotypes with higher volume weight because there is a positive relationship between both traits. (Rossnagel, 1999; Rossnagel, 2000)

The aim of our experiment was to find the optimum harvester settings for HB in Latvian growing conditions, to state the differences between the genotypes and the influence of meteorological conditions. The need for such investigations was pointed out in previous research (Legzdina, 2001; Legzdina, 2003).

Materials and Methods

We analyzed the yield of three hulless barley genotypes harvested by using five different harvester settings during four growing seasons (2003-2006). Genotypes with good yield potential in Latvian growing conditions were selected: the Canadian HB variety 'CDC Freedom', the Czech breeding line KM-2084 and the Swedish breeding line SW-1291. Field trials were carried out in the Research and Study farm "Vecauce" of the Latvia University of Agriculture. Trial was arranged in 4 replication blocks, plot size 5 m². Soil (mainly sod-calcareous leached soil) characteristics: loam with pH_{KCl} = 6.2-7.1; content of available for plants P = 76-114 mg kg⁻¹ and K = 68-130 mg kg⁻¹; humus content 21-29 g kg⁻¹. Plot combine Hege-140 was used; harvesting was done in time as close as possible to full maturity. The harvester drum speed and the distance between the threshing drum and the concave was varied during harvesting (Table 1). The standard threshing mode was the one recommended for covered barley (drum speed 1250 rounds per min (hereafter - rpm), distance between threshing drum and concave 4 mm) and was the same each year. Other threshing modes were changed according to the results obtained. The data were analyzed in three combinations: the influence of the increase of the threshing drum speed (threshing modes 2, 3 and 4), the influence of the reduction of distance between threshing drum and concave at high drum speeds (threshing modes 4 and 5) and low drum speeds (threshing modes 1 and 2).

Table 1 Harvester settings applied and grain moisture content during threshing

Threshing mode	2003		2004		2005		2006	
	Drum speed, rpm	Distance*, mm	Drum speed, rpm	Distance*, mm	Drum speed, rpm	Distance*, mm	Drum speed, rpm	Distance*, mm
1	800	5	800	4	900	3	900	3
2	900	4	900	3	900	4	900	4
3	1100	4	1100	3	1100	4	1100	4
4 (stand.)	1250	4	1250	4	1250	4	1250	4
5	1250	3	1250	3	1250	2	1250	2
Moisture range, %	12.1-16.0		14.5-25.5		11.8-17.2		13.3-15.5	
Mean moisture, %	13.7		17.4		14.7		14.6	

* distance between threshing drum and concave

Meteorological conditions before and during harvesting varied between the years. It influenced grain moisture content during threshing (Table 1). In 2003 and 2006 grain moisture content was close to optimum, but in 2004 grain moisture content was too high because of frequent rainfall around harvesting time. In 2005 the grain moisture content was satisfactory during threshing, but there was one week long period of heavy rain when plants were close to maturity and it caused sprouting. The variety 'CDC Freedom' was particularly susceptible to sprouting.

Quality features essential for consumption for feed and food (volume weight, amount of kernels with undetached hulls and broken kernels) and for seed production (germination ability and the amount of kernels with germ damage) were determined. One sample per plot was analyzed after cleaning with an air separator. The amount of kernels with undetached hulls, broken kernels and kernels with germ damage was determined in 100 g samples and calculated in percent by weight. Feed and food grain quality was compared to the requirements existing in Canada (McLelland,

1999). Germination tests were done for 100 seeds in Petri dishes between moist filter paper layers for 7 days in 20 °C. ANOVA and correlation analysis was used for data processing.

Results and Discussion

Important quality indices for food and feed grain, which can be influenced by the threshing process, are the amount of kernels with undetached hulls, volume weight and the amount of broken kernels. Grain volume weight correlated negatively with the amount of kernels with undetached hulls and the correlation was significant in three growing seasons ($r_{2003} = -0.79$; $r_{2005} = -0.88$; $r_{2006} = -0.77$; $r_{0.05} = 0.51$). In general, grain quality was closest to the optimum for food and feed requirements by using the standard threshing mode (Table 2).

Table 2 Grain and seed quality obtained with the standard threshing mode (2003-2006)

Variety / line	Values	Yield, t ha ⁻¹	Volume weight, g L ⁻¹	Kernels with undetached hulls, %	Broken kernels, %	Germination, %	Kernels with damaged germ, %
KM-2084	Mean	4.8	752	5.6	2.0	88.6	7.7
	Min-max	4.3-5.3	741-785	4.4-8.5	0.7-2.8	80.5-94.3	3.1-12.0
SW1291	Mean	5.7	768	9.0	1.8	90.2	7.9
	Min-max	3.9-7.6	744-792	7.0-17.2	1.0-1.4	88.0-98.8	1.7-7.8
CDC Freedom	Mean	5.2	747	2.6	3.3	77.9	14.2
	Min-max	3.9-6.3	689-797	1.6-4.1	1.2-6.2	51.8-97.0	5.4-19.5
LSD _{0.05} (variety)			7.4	1.68	0.18	1.7	0.61

Grain volume weight was acceptable for food requirements (>773 g L⁻¹) using this harvester setting for all genotypes only in 2003, when the driest grain was harvested. The variety ‘CDC Freedom’ was the only one, for which it was possible to reach the amount of kernels with undetached hulls under the 4% level, but only by threshing grain with low moisture content in 2003 and 2006. Grain of ‘CDC Freedom’ did not correspond to feed grain requirements in 2004 and 2005 due to very low volume weight. Reason for this was high grain moisture content and severe sprouting. Grain volume weight and the amount of kernels with undetached hulls for lines KM-2084 and SW-1291 was satisfactory for feed requirements in all years except for 17.2 % grain with hulls for SW-1291 in 2005. Differences between the amounts of kernels with undetached hulls among the genotypes were significant; it certifies that threshability is a genetically determined trait. The amount of broken kernels was below 4% in all cases except ‘CDC Freedom’ with 6.2% in 2005. This variety was more susceptible to kernel breaking in general, and sprouting in 2005 promoted it. The negative correlation between the amount of kernels with undetached hulls and broken kernels was found, but it was significant only in 2003 ($r_{2003} = -0.57$; $r_{0.05} = 0.51$). It means that in dry conditions the improvement of hull separation may go along with high level of broken kernels.

The increase of drum speed influenced significantly the amount of kernels with undetached hulls in 2003, 2004 and 2006 and volume weight in 2003 and 2004 (Fig.1, Table 3). The influence of variety was significant on both traits in all cases ($p < 0.01$). The difference between the amount of kernels with undetached hulls at a drum speed of 900 and 1250 rpm was significant for SW-1291 (2003, 2006) and KM-2084 (2003, 2004). Hull separation was not significantly improved for the comparatively better threshing variety ‘CDC Freedom’, but it helped to obtain grain with the corresponding hull content requirements for food in years with unfavorable threshing conditions (2004 and 2005). Increase of drum speed improved volume weight significantly for KM-2084 (2003, 2004) and SW-1291 (2006). It elevated volume weight to acceptable levels for food requirements (KM-2084, 2003) and for feed requirements (KM-2084, 2004 and 2006, SW-1291, 2005 and 2006). The amount of broken kernels was influenced by drum speed increase significantly in all years (Table 3). Differences between grain threshed with 1250 and 900 rpm drum speed was significant for ‘CDC Freedom’ in all years (0.9-5.2%), but the amount of broken kernels was raised to unacceptable levels for food (6.2%) only in 2005, when sprouting made grain more easily breakable. For both breeding lines differences were significant in 2004 and 2006.

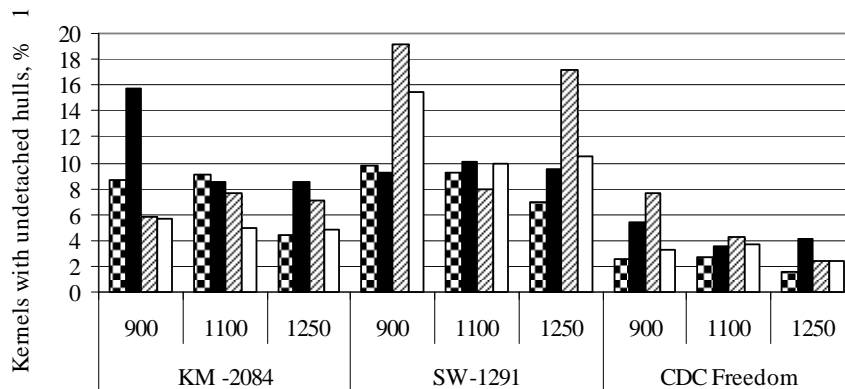


Figure 1. Influence of drum speed increase (rpm) on hull separation:

■ 2003 ■ 2004 ▨ 2005 □ 2006

The reduction of the distance between drum and concave at 1250 rpm drum speed had a significant effect on the amount of broken kernels in dry threshing conditions (2003 and 2006, Table 3, Fig. 2). In both years a significant increase of broken kernels was found for ‘CDC Freedom’, and the amount exceeded the 4% level showing that one should be careful with the reduction of distance between the drum and concave for sensitive varieties. If grain with high moisture content was harvested (2004), the differences in the amount of broken kernels were minor. In most cases this reduction improved hull separation and volume weight, but the effect was significant only for SW-1291 in 2006 (differences 4.3% and 21 g L⁻¹ respectively). It did not advance grain quality for food requirements.

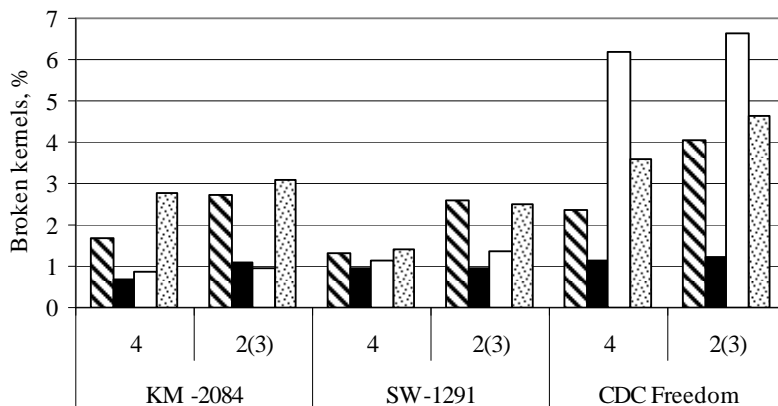


Figure 2. Effect of reduction of distance between threshing drum and concave (mm) on amount of broken kernels using 1250 rpm drum speed:

▨ 2003 ■ 2004 □ 2005 ▨ 2006

Table 3 The Influence of drum speed increase and the reduction of distance between the threshing drum and concave on quality parameters

Threshing modes analysed	Year	Kernels with undetached hulls	Volume weight	Broken kernels	Kernels with germ damage	Germination
Increase of drum speed						
Nr. 2, 3, 4	2003	p<0.01	P<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01
	2004	p<0.01	P<0.01	p<0.01	p<0.01	n.s.
	2005	n.s.	n.s.	p<0.01	p<0.01	p=0.04
	2006	p=0.03	n.s.	p<0.01	p<0.01	p<0.01
The reduction of the distance between the threshing drum and concave at high and low drum speed						
Nr. 4, 5	2003	n.s.	n.s.	p<0.01	p<0.01	n.s.
Nr. 1, 2		n.s.	n.s.	p<0.01	p<0.01	n.s.
Nr. 4, 5	2004	n.s.	P=0.02	n.s.	n.s.	n.s.
Nr. 1, 2		n.s.	n.s.	p=0.02	p=0.03	n.s.
Nr. 4, 5	2005	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Nr. 1, 2		n.s.	n.s.	p=0.04	n.s.	n.s.
Nr. 4, 5	2006	n.s.	P=0.03	p<0.01	p<0.01	p<0.01
Nr. 1, 2		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	p<0.01

If grain is harvested for seed production purposes it is most important to retain germination ability, which can be significantly influenced by germ damage. Significant correlation between germination ability and the amount of kernels with visible germ damage was found in three years ($r_{2004} = -0.59$; $r_{2005} = -0.78$; $r_{2006} = -0.96$; $r_{0.05} = 0.51$). Previous studies stated, that visible germ damage explained 50.3% of all changes of germination ability (Legzdina, 2003). Higher germination ability and more rapid coleoptiles growth of HB kernels with undetached hulls in comparison to kernels without hulls were found (Box et al., 1999). In our study a correlation between germination ability and the amount of kernels with undetached hulls was positive, but it was significant in 2006 only ($r_{2006} = 0.71$; $r_{0.05} = 0.51$). The amount of broken kernels can also influence seed quality and although parts of grain are able to germinate, the seedlings are weaker than those from normal seeds (Box et al., 1999). The correlation between germination ability and the amount of broken kernels was negative and significant in two years ($r_{2004} = -0.55$; $r_{2006} = -0.79$; $r_{0.05} = 0.51$). Seed quality was overall the best, if threshing was done with lower drum speeds (900 rpm) and a 4 mm distance between the threshing drum and concave. Germination ability using this setting corresponded to seed quality requirements for all genotypes in all years except 'CDC Freedom' in 2005 (Table 4) because of sprouting. Highest germination ability was reached in 2004, when grain was harvested with high moisture contents. The amount of kernels with damaged germ was lowest for SW-1291 and highest for 'CDC Freedom', differences between genotypes were significant ($p<0.05$).

Table 4 Parameters influencing seed quality (threshing mode Nr.2, 2003-2006)

Variety / line	Values	Germination, %	Kernels with damaged germ, %	Broken kernels, %
KM-2084	Mean	94.7	2.7	0.4
	Min-max	90.5-97.5	1.8-3.2	0.1-0.6
SW-1291	Mean	95.3	1.4	0.4
	Min-max	91.5-98.8	0.3-2.4	0.2-0.8
CDC Freedom	Mean	83.3	6.7	0.7
	Min-max	55.3-97.3	1.9-9.6	0.3-1.0
LSD _{0.05} (variety)		1.7	0.61	0.18

The decrease of drum speed influenced the amount of kernels with damaged germs and germinating ability significantly (Table 3). The influence of the genotype was also significant on both traits ($p < 0.01$). Differences between germination of grain harvested with 1250 and 900 rpm drum speed was significant for KM-2084 in all years, 'CDC Freedom' in 2003 and 2006 and SW-1291 in 2006. The effect was more pronounced if the grain was harvested with lower moisture contents (2003 and 2006). It was possible to surpass 85% germination by lowering drum speed for KM-2084 (2003 and 2005) and 'CDC Freedom' (2003 and 2006). The decrease of drum speed reduced significantly germ damage for all genotypes in all years except SW-1291 in 2006 (Fig. 3).

The reduction of the distance between the threshing drum and concave (threshing modes Nr. 1 and 2) influenced significantly the germination ability in 2006 and the amount of kernels with damaged germs in 2003 and 2004 (Table 3), but did not cause a decrease of germination under 85%. The increase of distance between threshing drum and concave from 4 to 5 mm in 2003 had a significant effect on germ damage for 'CDC Freedom'. This setting might be useful for sensitive genotypes in dry harvesting conditions.

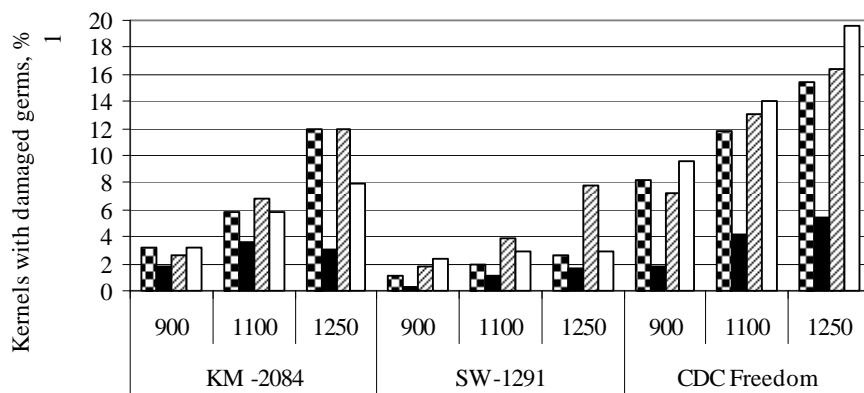


Figure 3. Influence of drum speed increase (rpm) on amount of kernels with damaged germs:

■ 2003 ■ 2004 ▨ 2005 □ 2006

Data analyses showed that the influence of specific meteorological conditions on the investigated traits was significant in all cases ($p < 0.05$) and it surpassed in influence the proportion of genotype and threshing mode for volume weight (30.9-46.3%) and germination ability (35.8-40.3%). The influence proportion of yearly conditions on hull separation was lowest (3.9-9.6%). Threshing mode had the highest influence proportion on the amount of broken kernels when the drum speed was increased (28%). Genotype had the highest influence proportion on the amount of kernels with undetached hulls (29.6-36.8%).

Conclusions

Changes of harvester drum speed influenced the grain quality for food and feed, and seed production to a larger extent than changes of distance between the threshing drum and concave.

Grain quality was more appropriate for food and feed, if higher a drum speed (1250 rpm) and 4 mm distance between the threshing drum and concave was used. The reduction of the distance between the threshing drum and concave improved hull separation only in one case, but also had a negative effect on amount of broken kernels. It can be effective if grain moisture is low and the genotype is resistant to kernel breakage.

For seed production a threshing mode with a lower drum speed (900 rpm) and 4 mm distance between the threshing drum and concave can be recommended.

The new HB varieties have to be tested before release to find out the most appropriate harvester settings. In the HB breeding process attention has to be paid to the improvement of threshability, volume weight and resistance to grain germ damage.

References

- 1.Box A.J., Barr A.R. (1997) Hulless barley in Australia - the potential and progress. In: 8th Australian Barley Technical Symposium, Gold Coast, Queensland, Australia, 7-12 September 1997, 2:4.16-2:4.26.
- 2.Box A.J., Jefferies S.P., Barr A.R. (1999) Emergence and establishment problems of hulless barley - a possible solution. In: Proceedings of the 9th Australian Barley Technical Symposium, Melbourne, AU, 2.19.2-2.19.7.
- 3.Legzdina L. (2001) Problems of hulless barley grain and seed quality. Science for Rural Development, Proceedings of international scientific conference, Jelgava, 12-18. (in Latvian)
- 4.Legzdina L. (2003) Agrobiological evaluation and breeding perspectives of hulless barley. Thesis for obtaining of doctoral degree, Jelgava, 135. (in Latvian)
- 5.McLelland M. (1999) Harvesting hulless barley. Agri-Facts, [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex99](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex99) , 06.03.2007
- 6.Rossnagel B.G. (2000) Hulless barley - Western Canada's corn. In: Proceedings of the 8th International Barley Genetics Symposium, Volume I, 135-142.
- 7.Rossnagel B.G. (1999) Hulless barley - the barley of the future? Technical quarterly - Master brewers Association of the Americas, 36, 365-368.

AGROEKOLOĢISKO APSTĀKĻU IETEKME UZ ZIEMAS KVIEŠU GRAUDU LIPEKĻA SATURU UN TĀ KVALITĀTES RĀDĪTĀJIEM INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL CONDITIONS ON WINTER WHEAT GRAIN GLUTEN QUANTITY AND QUALITY INDICES

Linija A.un Ruža A.

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lielā iela 2, Jelgava, Latvija LV-3001
Latvia University of Agriculture, Liela iel 2, Jelgava, Latvia, LV-3001
Phone: +371 63005629, 1- mail: Anda.Linina@llu.lv ; Antons.Ruza@llu.lv

Abstract

Wheat is the major field crop grown in Latvia. High quality wheat grains are required for the milling and baking industries. Gluten quantity and quality are important qualities indices for technological processing of wheat.

Our objectives were to determine the relative influence of variety (V), year (Y), nitrogen fertilizer (N) on the variation of winter wheat (*Triticum aestivum. L*) gluten quantity and quality indices.

Field experiments with 9 winter wheat varieties of different origin were conducted on brown lessive soils of the Study and Research farm "Peterlauki" of the Latvia University of Agriculture in 2000, 2001, 2002 and 2004.

Split nitrogen fertilization was applied in the following way: early in spring at the beginning of the vegetation period, at the end of tillering and at the end of shooting into stems. The N fertilizer amount applied was four nitrogen fertilizer (90, 90+30, 90+30+30 and 90+30+60 N kg ha⁻¹) treatments for all the studied winter wheat varieties. Wet gluten content (WG), gluten index (GI), dry gluten (DG), water binding capacity in wet gluten (WBC) were measured at the Latvia University of Agriculture, Institute of Agrobiotechnology, Grain and Seed Research Laboratory by ICC No. 155 and. No. 137 /1 (LV ST-275).

Highly significant differences were detected among the environments and varieties for each of the quality variables. Variety and environment and nitrogen fertilizer had a significant effect on wet gluten quality indices. Results showed, that gluten quantity and quality indices were mostly influenced by the genetic peculiarities of a crop variety, to a lesser extent by meteorological conditions in the growing season and by the rate of split N fertilizer.

Close positive correlations were determined between the wet gluten and dry gluten, water binding capacity and dry gluten, water binding capacity and wet gluten.

Key words

Environment, nitrogen fertilizer, wet gluten content, gluten index, dry gluten, water binding capacity

Ievads

Viena no aktuālākām graudkopības problēmām Latvijā ir kvalitatīvu kviešu graudu ieguve. Pārtikas kviešu graudu kvalitāti nosaka vairāki tehnoloģiskās īpašības raksturojošie rādītāji, kas ir atkarīgi no graudu ķīmiskā sastāva un tā veidotajiem kompleksiem. Lipekļa saturs un tā kvalitāte ir nozīmīgākie pārtikas kviešu graudu kvalitātes rādītāji.

Graudu pārstrādes uzņēmumi pieprasa graudus ar minimālo lipekļa daudzumu no 23 līdz 25%. Maizes un maizes produktu izgatavošanai var izmantot tikai tādus kviešus, kuriem lipekļa indekss ir no apmierinoša līdz ļoti labam (40 – 90), ja lipekļis ir neapmierinoši stiprs vai neapmierinoši vājš, tad milti nav noderīgi maizes cepšanai. Lipekļa pamatā ir ūdenī nešķīstošās olbaltumvielas - gliadīni un glutenīni, kas galvenokārt ir izvietotas grauda endospermā. To daudzums ir atkarīgs no kviešu šķirnes, klimatiskajiem apstākļiem, pielietotās agrotehnikas un no slāpekļa mēslojuma normas un tās sadalījuma veģetācija periodā. Šīs olbaltumvielas spēj piesaistīt savas molekulas trešējā struktūrā ievērojamu daudzumu ūdens. Labs mitrais lipekļis, var saturēt līdz divām trešdaļām ūdens no tā kopējās masas (Klāsens, 1994). Ūdens daudzumu, ko spēj uzņemt sausais lipekļis, izsaka procentos un sauc par lipekļa hidratācijas spēju.

Lipekli un tā kvalitātes rādītājus var ietekmēt vairāki savstarpēji saistīti faktori, no kuriem nozīmīgākie ir šķirnes ģenētiskās īpatnības, audzēšanas agrotehnisko pasākumu komplekss un meteoroloģiskie apstākļi, īpaši graudu veidošanās un nogatavošanās laikā (Grausgruber *et al.*, 2000; Masauskiene *et al.*, 2002; Liniņa un Ruža, 2004; Strazdiņa u.c., 2002).

Atsevišķos pētījumos konstatēts, ka dažām šķirnēm lipekļa daudzums un kvalitāte (Grausgruber *et al.*, 2000) ir stabila un nav atkarīga no pielietotās agrotehnikas, bet citām agrotehnisko pasākumu izmaiņas būtiski ietekmē šos rādītājus. Pēc vairāku pētnieku atzinuma lipekļa daudzumam ir noteikta sakarība - pozitīva korelācija ar proteīna saturu (Lukow and McVetty, 1991; Grausgruber *et al.*, 2000; Mladenov *et al.*, 2001; Ruža un Liniņa, 2004). Pētījumos vairāk uzmanības tiek veltīts augu nodrošinājumam ar slāpekli, kas atkarībā no kviešu šķirnes, slāpekļa mēslojuma normām un devām, kā arī to iestrādes laikiem ne tikai nodrošina ražas pieaugumu, bet arī veicina olbaltumvielu sintēzi un proteīna uzkrāšanos graudos. Dažādu šķirņu reakcija uz papildmēslojuma iestrādi bieži vien ir atšķirīga (Roze, 1994). Vairākos pētījumos konstatēts, ka slāpekļa papildmēslojums palielina ne tikai proteīna saturu, bet arī lipekļa daudzumu (Behera *et al.*, 2000). Čehijā (Sip *et al.*, 2000) noskaidrots, ka dalīta slāpekļa mēslojuma ietekmē (N_{50+50}) palielinājās ne tikai graudu raža (par 10.8%) un proteīna saturs graudos (par 1.55%), bet pieauga arī lipekļa daudzums. Ungārijā (Tanacs *et al.*, 1994) veiktie pētījumi rāda, ka nelietojot slāpekļa papildmēslojumu lipekļa daudzums un tā kvalitāte būtiski samazinās. Citos pētījumos konstatēts, ka slāpekļa mēslojuma devas palielināšana kombinācijā ar fungicīdu ne tikai ievērojami palielina graudu ražu un lipekļa saturu, bet pieaug arī sausā lipekļa daudzums (Tanacs *et al.*, 1994).

Latvijas apstākļos iegūtie ziemas kviešu graudi pēc lipekļa satura vai tā kvalitātes ne vienmēr atbilst pārtikas graudu prasībām. Tāpēc izmēģinājumu mērķis bija skaidrot lipekļa un tā kvalitātes rādītāju izmaiņas un to savstarpējās sakarības dažādu ģenētiski atšķirīgu ziemas kviešu šķirņu graudos slāpekļa mēslojuma un pa gadiem mainīgo meteoroloģisko apstākļu ietekmē.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi ar 9 ziemas kviešu (*Triticum aestivum* L) šķirnēm iekārtoti LLU mācību-pētījumu saimniecībā "Pēterlauki" vidēji smaga smilšmāla velēnu karbonātu augsnes (lesivētās brūnaugsnes), kas ir raksturīgas Latvijā galvenajam ziemas kviešu audzēšanas reģionam - Zemgales zonai. Priekšaugš 2000. gada ražai - melnā papuve, bet 2001., 2002. un 2004. gada ražai - aizņemtā papuve - eļļas rutks zaļmēslojumam. Trūdvielu saturs – 22 g kg⁻¹, P₂O₅ – 135 - 140 mg kg⁻¹, K₂O – 130 - 135 mg kg⁻¹, pH_{KCl} – 6.9 – 7.0. Sēja veikta optimālos ziemāju sējas termiņos. Izsējas norma - 500 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m². Pamatmēslojumā reizē ar sēju iestrādāts kompleksais minerālmēslojums 0.25 t ha⁻¹ NPK – 4-20-20. Papildmēslojumā iestrādāts amonija

nitratš (N 34) atbilstoši shēmai N₉₀, N₉₀₊₃₀, N₉₀₊₃₀₊₃₀ un N₉₀₊₃₀₊₆₀: 1. x – visām šķirnēm veģetācijai atjaunojoties – marta beigās, aprīļa sākumā; 2. x – cerošanas fāzes beigās – stiebrošanas sākumā (29. - 31. etapi pēc Zadoks, Chang, Konzak); 3. x – stiebrošanas beigās (47. - 49. etapi).

Raža novākta un uzskaitīta no katra lauciņa atsevišķi, no varianta vidējā parauga noteikts graudu mitrums un tīrība, pēc LVS 271.

LLU Lauksaimniecības fakultātes, Graudu un sēklu mācību - zinātniskajā laboratorijā pēc LVS-275 noteikts mitrā un sausā lipekļa saturs un aprēķināti lipekļa indekss un lipekļa hidratācijas spēja.

Pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, aprēķināti dažādu faktoru ietekmes variācijas koeficienti un rādītāju savstarpējās sakarības. Izmantojot datu matemātisko apstrādi, noteiktas sakarības par mitrā lipekļa daudzumu, lipekļa indeksu, sausā lipekļa un lipekļa hidratācijas spējas izmaiņām meteoroloģisko apstākļu, N mēslojuma un šķirnes ģenētisko īpašību ietekmē.

Trīs faktoru dispersijas analīzē noteikts šķirnes (σ^2_{ξ}), gada (σ^2_G), N papildmēslojuma (σ^2_N), šķirnes un gada mijiedarbības ($\sigma^2_{\xi \times G}$) un kļūdas (σ^2_k) ietekmes (Comstock and Moll., 1963), kā arī šķirnes un N mēslojuma mijiedarbības ($\sigma^2_{\xi \times N}$), gada un N mēslojuma mijiedarbības ($\sigma^2_{G \times N}$) un visu 3 faktoru mijiedarbības ($\sigma^2_{\xi \times G \times N}$) būtiskuma līmenis uz graudu kvalitātes rādītājiem. Katra faktora izkliedes kvadrātu summu dalot ar kopējo izkliedi, kura veidojas saskaitot visu faktoru izkliedes kvadrātu summas un kļūdu, noteikts katra ietekmes faktora īpatsvars, tas izteikts procentos (Singh *et al.*, 1993). Aprēķināta proporcija faktoru mijiedarbībai: šķirnei/šķirnes un gada kā ietekmes faktoram ($\sigma^2_{\xi} / \sigma^2_{\xi \times G}$) (Peterson *et al.*, 1992).

Meteoroloģiskie apstākļi četros izmēģinājuma gados Zemgales zonā savstarpēji būtiski atšķīrās.

2000.gada pavasarī veģetācija atjaunojās agri – jau 27.-28. martā. Aprīlī un maijā mēneša pirmajā pusē bija ļoti sauss un neraksturīgi karsts. Mitruma trūkuma rezultātā novērota sārdzinumu atmiršana. Pirmās vērs ņemamais lietus bija tikai 20. maijā (16 mm), kā rezultātā ziemāju stāvoklis nedaudz uzlabojās. Jūnijā jau bija 10 lietainas dienas, bet jūlijā - 15 ar atsevišķām lietusgāzēm. Lietus gāzes, kā arī vējainais laiks izraisīja masveida sējumu veldrēšanu. Šādi meteoroloģiskie apstākļi kopumā būtiski ietekmēja ne tikai kviešu augšanu un attīstību, bet arī graudu nogatavošanās procesu. Agrīnākām šķirnēm nebija iespējams savlaicīgi veikt novākšanu un graudi sāka uzbriest kas ietekmēja ražas kvalitāti. Vēlīnākām šķirnēm ar garāku veģetācijas periodu mitrais laiks līdz novākšanai jūtami neietekmēja graudu dīģšanas procesa sākumu vārpās.

Veģetācijas periods 2001. gada pavasarī atjaunojās 3. – 5. aprīlī. Aprīlis bija mēreni silts, bet aprīļa otrā dekāde raksturojās ar palielinātu nokrišņu daudzumu – nolija pilna mēneša norma, bet kopā visā mēnesī bija 1.3 reizes vairāk nokrišņu, salīdzinot ar ilggadīgajiem vidējiem rādītājiem. Maijā un jūnijā bija palielināts nokrišņu daudzums, attiecīgi 146% un 223%, salīdzinot ar šī perioda normu. Augiem veidojās liela veģetatīvā masa. Pēc šāda nokrišņu daudzuma atsevišķās vietās uz lauka bija vērojama sējumu applūšana. Arī jūlijs bija karsts, ar vidējo gaisa temperatūru – 20.5 - +25 °C un bagātīgu nokrišņu daudzumu – 188% no normas. Vējainās lietusgāzes izsauca masveida veldrēšanu un tikai atsevišķas šķirnes izrādījās veldres noturīgas. Augusts bija salīdzinoši labvēlīgs graudu nogatavošanās procesam un ražas novākšanai.

Veģetācijas periods 2002. gada pavasarī atjaunojās 20. martā. Aprīļa pirmā puse bija sausa, bet vēsāka, mēneša vidējais nokrišņu daudzums 60% no ilggadīgā vidējā rādītāja. Maijā mēnesis bija sauss - 28% no ilggadīgā vidējā rādītāja un salīdzinoši silts, bet ar krasām temperatūras svārstībām. Sausais un saulainais laiks ievērojami pasteidzināja ziemāju attīstību. Jūnijā mēnesī bija nepastāvīgi laika apstākļi ar krasām temperatūras svārstībām. Mēneša kopējā nokrišņu summa bija 235% no ilggadīgā rādītāja. Lielākais nokrišņu daudzums bija atsevišķu lietusgāžu veidā. Jūlija mēneša nokrišņu summa bija 78% no ilggadīgā rādītāja ar salīdzinoši karstu gaisa temperatūru - atsevišķās dienās tā sasniedza pat vairāk par 30 °C. Salīdzinoši agrā pavasara un siltās vasaras rezultātā, graudu novākšanu varēja uzsākt jau jūlija beigās augusta sākumā. Graudu nogatavošanās un ražas novākšanas periods bija ilgstoši sauss un saulains, kas būtiski pozitīvi ietekmēja graudu kvalitātes rādītājus.

2004.gadā aprīlis raksturojās ar niecīgu nokrišņu daudzumu - tikai 18% salīdzinot ar ilggadīgajiem vidējiem rādītājiem. Ziemas kviešu normālu attīstību un augšanu aizkavēja salnas maijā 2. dekādē. Kopumā maijs bija vēss un samērā lietains – nolija 58 mm. Jūnijā gaisa vidējā temperatūra bija normas robežās, bet nokrišņu daudzums par 2 reizēm lielāks par šī perioda normu.

Jūlija beigās bija novērojamas spēcīgas lietus gāzes. Augusta mēneša pirmā dekāde bija karsta, ar nelielu nokrišņu daudzumu un kopumā labvēlīga graudu nogatavošanās procesam.

Rezultāti

Latvijas tai skaitā arī Zemgales zonā gada meteoroloģiskā situācija ir viens no svarīgākajiem faktoriem, kas būtiski ietekmē ne tikai ziemas kviešu graudu ražas līmeni, bet arī to kvalitāti. No veģetācijas perioda meteoroloģiskās situācijas lielā mērā atkarīga arī slāpekļa mēslojuma kopumā un atsevišķu tā devu efektivitāte dažādām pēc veģetācijas perioda garuma un intensitātes atšķirīgām šķirnēm.

Pētījumu gados atšķirīgo meteoroloģisko apstākļu ietekmē neatkarīgi no slāpekļa mēslojuma normas vidējais mitrā lipekļa saturs visām šķirnēm bija mainīgs (1.tab.). Šī rādītāja izmaiņu amplitūda dažādām šķirnēm bija atšķirīga par ko liecina to variācijas koeficienti (s%). Tā visagrīnākajai no izmēģinājumos iekļautajām šķirnēm 'Donskaja polukarļikovaja' mitrā lipekļa saturs svārstījās robežās no 29.2 – 42.3%. Šī šķirne vienmēr izceļas ar augstu lipekļa saturu, bet tai meteoroloģisko apstākļu ietekmē ir arī lielākā svārstību amplitūda – s% 19.8. Arī šķirnēm 'Kobra' un 'Tarso' meteoroloģiskie apstākļi būtiski ietekmē mitrā lipekļa saturu, variācijas koeficienti s% attiecīgi ir 13.8 un 12.0. Stabils pret meteoroloģisko apstākļu ietekmi izrādījās šķirnes 'Stava', 'Zentos' un 'Moda'.

1.Tabula Gada ietekme uz mitro lipekli un tā kvalitātes rādītājiem / Table 1. Year interaction of gluten quantity and quality indices average in 4 year

Šķirnes /	ML / WG		LI / GI		SL / DG		LHS / WBC	
	min- max	s%	min- max	s%	min-max	s%	min-max	s%
Donsk. poluk.	29.2-42.3	19.8	9-44	85.7	0.97-1.38	18.2	190-324	28.6
Moda	24.8-28.4	6.8	21-67	56.4	0.82-0.90	3.6	147-185	10.4
Kobra	24.4-31.5	13.8	17-51	49.5	0.85-0.90	6.5	144-215	20.3
Kosack	22.6-27.9	9.2	23-62	50.5	0.79-0.88	5.4	148-181	15.0
Kontrast	23.7-29.3	8.6	32-83	36.1	0.73-0.94	10.5	162-193	15.3
Zentos	24.8-28.2	5.9	25-74	42.5	0.82-0.88	4.2	151-180	9.2
Stava	25.7-27.5	3.4	26-71	36.4	0.80-0.85	3.0	150-176	6.7
Tarso	23.4-29.8	12.0	23-49	28.7	0.74-0.92	10.4	150-198	17.4
Gunbo	25.4-29.6	7.6	24-54	30.0	0.73-0.90	11.3	151-196	14.9
Vid.	26.9		41		0.86		169	
s%		9.7		35.9		7.5		15.0

ML / WG – mitrais lipekļis / wet gluten; LI / IG – lipekļa indekss / gluten index; SL / DG – sausais lipekļis / dry gluten; LH / WBC – lipekļa hidratācijas spēja / water binding capacity.

Lipekļa kvalitātes rādītājs lipekļa indekss ir visjūtīgākais no rādītājiem, kas gandrīz visām šķirnēm ir atkarīgs no meteoroloģiskās situācijas graudu veidošanās un nogatavošanās fāzē. Mazāk labvēlīgos gados, kādi pārsvarā bija izmēģinājumu periodā (izņemot 2004. g.) lielai daļai šķirņu (izņemot 'Kontrast', 'Zentos', 'Stava') lipekļa indekss bija mazāks par pārtikā izmantojamo kviešu graudu minimālo normatīvo prasību – 40. Augstākie lipekļa indeksa rādītāji konstatēti graudu nogatavošanās periodā labvēlīgajā 2004. gadā. Ar salīdzinoši augstu un stabilu lipekļa indeksa rādītāju izceļas šķirnes 'Kontrast', 'Zentos', 'Stava' un nedaudz zemāku šķirnes 'Gunbo' un 'Tarso'. Salīdzinoši zems un pa gadiem nestabils lipekļa indekss ir šķirnēm 'Donskaja polukarļikovaja', 'Moda', 'Kobra' un 'Kosack'. Lipekļa hidratācijas spēja un arī sausā lipekļa saturs ir palīgrādītāji, ko graudu tirgū pagaidām neuzskaita, bet tie būtiski ietekmē maizes cepamības. Pēc lipekļa hidratācijas spējas visām šķirnēm (izņemot 'Donskaja polukarļikovaja') optimālais rādītājs (170 – 250) šo pētījumu zonā iegūts tikai gados ar ļoti labvēlīgu meteoroloģisko situāciju graudu nogatavošanās laikā (2004. g.). Svārstību amplitūda (s%) starp šķirnēm mazāk izteikta, bet pēc šī rādītāja stabilākas ir šķirnes 'Stava' un 'Zentos', s% attiecīgi ir 6.7 un 9.2.

Lai arī tiek uzskatīts, ka slāpekļa mēslojums ir viens no svarīgākajiem agrotehniskajiem pasākumiem lipekļa satura palielināšanai kviešu graudos, pētījumu rezultāti liecina (2. tab.), ka labi

iekoptās augsnēs, kādas bija izmēģinājumu laukā, slāpekļa normas palielināšanai un dažādām tās devām nebija izšķiroša nozīme lipekļa satura un tā kvalitātes nodrošināšanā.

2.tabula Slāpekļa mēslojuma ietekme uz mitrā lipekļa un tā kvalitātes rādītājiem / Table 2. Nitrogen fertilizer influence of gluten quantity and quality indices average in 4 year

Šķirnes / Varieties	ML / WG		LI / GI		SL / DG		LHS / WBC	
	min-max	s%	min-max	s%	min-max	s%	min-max	s%
Donsk. Poluk.	31.5-33.5	2.6	19-20	2.9	1.05-1.11	2.9	215-230	3.3
Moda	24.5-27.1	4.5	33-42	10.5	0.83-0.90	3.3	146-168	6.6
Kobra	25.0-28.3	5.5	27-34	10.6	0.82-0.87	4.6	154-178	7.0
Kosack	24.4-28.5	2.6	32-39	8.3	0.81-0.86	2.7	143-164	6.8
Kontrast	25.3-28.2	5.3	57-60	2.7	0.81-0.90	4.6	153-180	7.8
Zentos	24.4-27.6	5.4	59-69	7.0	0.78-0.88	14.1	145-165	6.2
Stava	25.0-27.7	5.2	47-57	8.0	0.78-0.87	5.7	152-171	7.2
Tarso	24.8-26.9	3.9	38-40	2.7	0.78-0.82	2.4	151-153	0.8
Gunbo	25.5-27.4	3.4	37-43	7.7	0.79-0.82	1.2	155-160	1.6
Vid.	26.9		41		0.86		168	
S%		3.9		3.9		3.2		4.9

Kvalitātes rādītāju paskaidrojums dots 1. tabulā / Traits explanatory notes are given in Table 1.

Slāpekļa mēslojuma ietekmē visām šķirnēm lipekļa saturs un tā kvalitātes rādītāji palielinājās, bet variāciju koeficienti (s%) mitrajam lipeklim bija robežās no 2.6 – 5.5. Arī lipekļa kvalitātes rādītāju variācijas koeficienti gandrīz visām šķirnēm nepārsniedza 10 %. Slāpekļa mēslojuma ietekme uz lipekļa saturu un tā kvalitātes rādītājiem lielā mērā atkarīga no gada meteoroloģiskās situācijas.

3 faktoru dispersijas analīzē iegūtie rezultāti liecina, ka gan šķirne, gan gads kā ietekmes faktors, gan N mēslojums ar augstu būtiskuma līmeni $P < 0.05$ ietekmē mitrā lipekļa daudzumu, un tā kvalitātes rādītājus, jo $F > F_{krit}$ Starp šiem faktoriem pastāv mijiedarbības efekts. Katra faktora ietekmes īpatsvars uz kvalitātes rādītājiem, izteikts procentos, parādīts 3. tabulā. Šķirnes ietekmes īpatsvars uz kvalitātes rādītājiem ir robežās no 32.99 līdz 45.66 %. Gada, kā ietekmes faktors variēja no 20.84 % sausajam lipeklim līdz 36.83 % lipekļa indeksam. Viszemākā ietekme uz kvalitātes rādītājiem ir N mēslojumam: no ļoti zema (0.43 %) lipekļa indeksam līdz 6.46 % mitrajam lipeklim, tāpēc arī šķirnes un slāpekļa mēslojuma mijiedarbība ietekmē kvalitātes rādītājus maz: no 1.10- 1.49 %.

3. tabula Gada, slāpekļa mēslojuma un šķirnes ietekmes īpatsvars uz ziemas kviešu lipekļa rādītājiem / Table 3. Ratios of variances estimated for the variety, year and nitrogen fertilizer main effect and their interaction for various traits in wheat

Ietekmes faktori / Source of variation	ML /WG	LI /WG	SL / DG	LH / WBC
σ^2 šķirne (Š) / σ^2 Variety (V)	34.74	39.10	45.66	32.99
σ^2 Gadi (G) / σ^2 Year (Y)	34.90	36.83	20.84	36.53
σ^2 N mēslojums (N) / σ^2 N fertilizer (N)	6.46	0.43	4.28	5.96
σ^2 klūda (k) / σ^2 error (e)	0.4	0.3	1.0	0.4
σ^2 Š x G / σ^2 V x Y	17.28	19.11	18.71	17.09
σ^2 Š x N / σ^2 V x N	1.49	1.10	1.63	1.49
σ^2 G x N / σ^2 Y x N	0.77	0.30	2.02	0.89
σ^2 Š x G x N / σ^2 V x Y x N	3.92	2.86	5.81	4.65
σ^2 Š / σ^2 Š x G // σ^2 V / σ^2 V x Y	2.01	2.05	2.44	1.93

Kvalitātes rādītāju paskaidrojums dots 1. tabulā / Traits explanatory notes are given in Table 1.

Šķirnes un gada mijiedarbība ir relatīvi augsta (17.09 – 19.11 %) un parāda, ka šķirnes ģenētiskās īpašības ietekmē visus lipekļa kvalitātes rādītājus līdzvērtīgi.

Gada, kā ietekmes faktora un N mēslojuma ietekme ir maza - no 0.30 (lipekļa indeksam) līdz 2.02 % (sausajam lipeklim). Kopumā, visu 3 faktoru mijiedarbība arī ir neliela no 2.86 % līdz 5.81 %.

Svarīgs rādītājs ir šķirnes un gada ietekmes mijiedarbības attiecība pret šķirnes ģenētisko faktoru, ko izsaka ar proporciju : $\sigma^2_{\xi} / \sigma^2_{\xi \times G}$. Ja proporcija šķirnei ir > 1.0 , tā parāda lielāku ietekmi un relatīvi lielāku noturību ģenētiskajam faktoram, nekā šķirnes un gada ietekmes faktoriem (Peterson et al., 1992). Kvalitātes rādītājiem proporcija ir no 1.93 % (lipekļa hidratācijas spējai) līdz 2.44% (sausajam lipeklim), tas nozīmē, ka mitrais lipekļis, lipekļa indekss, sausais lipekļis un lipekļa hidratācijas spēja vairāk ir atkarīga no šķirnes ģenētiskajām īpašībām.

Novērota būtiska lineāra korelācija starp mitro lipekli (x) un lipekļa hidratācijas spēju (y) ($r = 0.915 > r_{\text{krit } 0.01} = 0.230$; $n = 144$). Sakarību atspoguļo regresijas vienādojums $y = 8.73x - 69.45$; $R^2 = 0.830$ ($p < 0.001$). Regresijas analīze rāda, ka lipekļa hidratācijas spēja (y) un sausais lipekļis (x) ir saistīti, sakarību raksturo vienādojums $y = 239.29x - 38.40$; $R^2 = 0.713$ ($p < 0.001$).

Cieši pozitīva korelācija ($r = 0.889$) pastāv arī starp mitro (x) un sauso lipekli (y), to raksturo regresijas vienādojums $y = 0.03x + 0.05$; $R^2 = 0.790$ ($p < 0.001$).

Diskusija

Graudu kvalitāte ir komplekss rādītājs, kas atkarīgs no šķirnes ģenētiskajām īpatnībām un no konkrētas šķirnes reakcijas uz mainīgiem meteoroloģiskajiem apstākļiem (gada kā ietekmes faktora). Visiem kvalitātes rādītājiem konstatēta augstāka šķirnes ietekme, salīdzinot ar šķirnes un gada mijiedarbību. Šie rezultāti atbilst arī vairāku citu valstu zinātnieku pētījumiem (Mladenov et al., 2001; Peterson et al., 1992; Lukow and Mc Vetty, 1991; Basset et al., 1989). Noskaidrots, ka lipekļa un tā kvalitātes rādītāji atkarīgi galvenokārt no šķirnes ģenētiskajām īpatnībām, tad gada meteoroloģiskajiem apstākļiem un mazāk no slāpekļa mēslojuma pētītajos apstākļos konkrētai šķirnei. Konstatēta cieša pozitīva korelācija starp mitro un sauso lipekli, starp mitro lipekli un ūdens hidratācijas spēju, sauso lipekli un ūdens hidratācijas spēju.

Pētījumi liecina, ka kvalitatīvo rādītāju stabilitāte mainīgos meteoroloģiskos apstākļos dažādām šķirnēm ir būtiski atšķirīga. Līdzīgi rezultāti iegūti arī citos pētījumos (Grausgruber u.c., 2000). Slāpekļa mēslojuma efektivitāte ir cieši saistīta ar gada meteoroloģisko situāciju, bet tā ir atšķirīga dažādām šķirnēm par ko liecina variācijas koeficientu izkliede starp šķirnēm.

Secinājumi

Šķirnes ģenētiskās īpatnības un gada meteoroloģiskā situācija ir nozīmīgākie mitrā lipekļa un tā kvalitāti ietekmējošie faktori.

Kvalitatīvu ziemas kviešu pārtikas graudu ieguvei jāizvēlas šķirnes ar stabilāku, mainīgā meteoroloģiskā situācijā noturīgāku lipekļa saturu un tā indeksu. Kā stabilākās, pētāmo šķirņu ietvaros, bija šķirnes 'Stava' un 'Zentos'.

Visām šķirnēm un katru gadu nevar būt vienotas slāpekļa mēslojuma normas un devas, tās nepieciešams diferencēt atkarībā no šķirnes veģetācijas perioda garuma, šķirnes potenciālās ražības, kvalitatīvo rādītāju iespējamā lieluma un ,galvenokārt, no veģetācijas perioda rakstura.

Literatūra

1. Bassett L. M., Allan R. E. and Rubenthaler G. L. (1989) Genotype x environment interactions on soft white winter wheat quality. *Agron. J.* 81. 955 - 960.
2. Behera U. K., Choungule B. A., Thakur R. S., Ruwali KN., Bhawsar RC., Pandey HN. (2000) Influence of planting dates and nitrogen levels on yield and quality of durum wheat (*Triticum durum*). *Indian J.Agric. Sci.* 70(7), 434 - 436.
3. Comstock R. E. and Moll R. H. (1963) Genotype - environment interactions. In: Hanson W.D. and Robinson H.F.: *Statistical Genetic and Plant Breeding*. National Academy of Sciences-national Research Council. Washington, 164 - 196.
4. Grausgruber H., Oberforster M., Werteker M., Ruckebauer P., Vollmann J.(2000) Stability of quality traits in Austrian - grown winter wheats. *Field Crops Research*, 66. 257 - 267.
5. Klāsen V. (1994) Kas tad īsti ir lipekļis?// Ražība, Nr.7. - 18. - 19.

6. Lukow O.M. and McVetty P.B.E. (1991). Effect of cultivar and environment on quality characteristics of spring wheat. *Cereal Chem.* 68. 597 - 601.
7. Masauskiene A., Gaurilcikiene I., Masauskas V. (2002). Effects of plant protecting substances applied individually or in combination with the nitrogen fertilizers on the quality of winter wheat grain and the quality of dough. *Maisto scemija ir technologija: LMAI ir Mokslo darbai.* – Kaunas, Lithuania, 74 - 81.
8. Mladenov N., Przulj N., Hristov N., Djuric V., Milovanovic M. (2001). Cultivar - by environment interactions for wheat quality traits in seminar conditions. *American Association of Cereal Chemists*, Vol. 78, 3. 363 - 367.
9. Linina A. and Ruza A. (2004). Variety and environment effects on quality traits in Latvian - grown winter wheat. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, Brisbane, Australia. 6 pp: [www.cropscience.org.au](http://www.cropsscience.org.au).
10. Peterson C.J., Grabosch R.A., Baezinger P.S., Grombacher A.W. (1992). Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Sci.* 32. 98 - 103.
11. Roze M. Kviešu kvalitāte (1994) // *Latvijas Lauksaimnieks*, Nr.10.-5. - 6.
12. Singh, M., Ceccarelli.S., Hamblin J. (1993). Estimation of heritability from trials data. *Theor. Appl. Genet.* 86. 437 - 441.
13. Šip V., Skorpik M., Čhrpova J., Sotnikova V., Bartova S. Effect of cultivar and cultural practices on grain yield and bread- making quality of winter wheat. (2000) *Rostlinna Vyroba.* 46. 159 - 167.
14. Strazdina V., Malecka S., Krotovs M., Ruza A, Kreita Dz., Linina A., Katamadze M. (2002) Winter wheat productivity and grain quality in Latvian agro-climatical conditions. *Agriculture Research works of biomedical sciences, agronomy. Lithuanian University of Agriculture.* 35 - 41.
15. Tanacs L. Matuz J. Hampel G. Nagy M. (1999) Effect of pesticide treatment on the gluten content and falling number of the grain yield in wheat varieties / *Novenytermeles, Hungary* 48 (5), 485 - 496.

INFLUENCE OF POTASSIUM, MAGNIUM AND SULFUR FERTILIZERS ON ECOLOGICALLY CULTIVATED PERENNIAL GRASSES

Pekarskas J., Spruogis V.

Lithuanian University of Agriculture, Studentu 11, Akademija, Kaunas distr., LT-53061
phone: +370 67103749, e-mail: juozas.pekarskas@lzuu.lt

Abstract

Investigations carried out over the period of 2000-2005 on the ecological farm of the Center of Agroecology at the Lithuanian University of Agriculture have shown that fertilizing with a $K_{90}S_{51}Mg_{30}$ rate of potassium magnesia increased the harvest of hay from 0.73 to 1.30 t ha⁻¹ or 16.5 – 33.8 per cent, the amount of green protiens increased from 0.71 to 1.16, the amount of fats increased from 0.31 to 0.43. Fertilization with a $K_{90}S_{32.4}$ rate of potassium sulphate significantly increased the harvest of perennial herbage hay from 0.98 to 1.27 t ha⁻¹ or from 23.7 to 32.9 per cent, while fertilization with $K_{30}S_{10.8}$ – $K_{90}S_{32.4}$ caused an additional increase in the amount of green proteins. Potassium magnesia and potassium sulphate did not have an essential influence on the amounts of green fibre and green ashes in perennial grasses. Inverstagation has determined that kieserite did not have any significant influence on the harvest of hay of perennial herbage, amount of green fats, fibre and ashes, however it essentially increased the amount of green proteins in the hay of perennial herbage. Fertilizing with potassium magnesia and potassium sulphate increased the share of grasses in the botanical composition of perrenial herbage, however, it decreased the amount of legumes, while fertilization with kieserite had a contrary effect: it increased the amount of legumes and decreased the share of grasses.

Key words

Perennial grasses, fertilizers, chemical composition, botanical composition.

Introduction

Potassium is of great importance to legumes. When legumes lack potassium, it makes it more difficult for them to hold themselves in the sward, quality of forage deteriorates, clover falls

ill with fungal diseases. On an ecological farm fertilizers of potassium and phosphorus increase the pastures' harvest in one third. (Кутузова, Привалова, 1982; Blagoveschensky, 2000).

There are varying opinions about potassium fertilizers' rates during the period of vegetation. In Russia, it is recommended to scatter the annual rate of potassium in two or three goes when it outgrows 60 kg ha⁻¹. German scientists think that scattering the annual rate in two or three goes is not superior to that of one go (Daugėlienė, 1995; Csatho *et al.*, 2000). Investigations carried out in Lithuanian soils of different genesis demonstrated that potassium rate could be extended to 120 kg ha⁻¹ of active matter. There is no need to increase potassium rate any further as an undesirable amount of potassium accumulates in plants. Research on divisions of the annual rate of potassium fertilizers determined that it is not worth scattering the annual rate in several goes. Scattering fertilizers in spring before the period of plant vegetation starts or in autumn proved the most useful (Vasiliauskienė, Brunienė *et al.*, 1986, Daugėlienė, 1995).

It is as important to determine the effect of different fertilizers on the harvest of perennial herbage and its chemical composition. Such investigations carried out under conditions of ecological farming are very few. This has been much researched under conditions of intensive farming. It was found that amounts of feeding matters as well as chemical elements mostly depend on perennial herbage's phase of vegetation of. As perennial herbage mature, the amount of green proteins, ashes and fats decreases and the amount of fibre grows. Amount of green proteins, ashes and fats decreases even more after blooming and the amount of fibre increases (Juraitis, 1997, 1998). Investigations carried out under the conditions of intensive farming have shown that nitrogen fertilizers were the ones to increase the amount of green proteins in perennial herbage most. Effects on potassium on the harvest of perennial herbage depended on the amount of potassium in soil. Potassium did not significantly influenced chemical composition of herbage (Daugėlienė, Arlauskienė, 1989; Vasiliauskienė *et al.*, 1996).

Investigation carried out under the conditions of intensive farming determined that botanical composition of perennial herbage was mostly influenced by application of nitrogen fertilizers. Under the influence of nitrogen the amount of clover in sward decreased and the greater rates of nitrogen exterminated clover at all. Phosphorus fertilizers helped legumes hold themselves in a sward. The botanical composition of the sward deteriorated mostly due to the lack of phosphorus fertilizers and on-sided fertilization with nitrogen and potassium fertilizers. (Daugėlienė, Arlauskienė, 1989; Vasiliauskienė, Dapkus, 1990; Vasiliauskienė *et al.*, 1996; Daugėlienė, 2002).

Fertilization with mineral potassium, magnesium and sulphur fertilizers as follows: potassium salt, potassium chloride, potassium magnesia, and potassium sulphate as well as a fertilizer of magnesium and sulphur (kieserite) is allowed on Lithuanian ecological farms (Pekarskas, 2005).

Objectives of this research are to investigate the effect of potassium magnesia, potassium sulphate, and kieserite fertilizers on the harvest of perennial herbage, its chemical and botanical composition.

Materials and Methods

Influence of potassium, magnesium and sulphur fertilizers on the harvest and quality of ecologically cultivated perennial herbage was investigated in 2000, 2001 and 2005 on the ecological farm of Agroecology center at the Lithuanian University of Agriculture. The soil of investigation was *Endohypogleyi-Eutric Planosols – PLe-gln-w*. The soil was neutral pH_{KCl} 6.8, 2.27 % of hummus, it contained 161.6 mg kg⁻¹ of phosphorus and 140.2 mg kg⁻¹ of potassium, 495.5 mg kg⁻¹ of magnesium and 0.160 % of total nitrogen

Investigation was carried out with potassium magnesia, potassium sulphate, kieserite fertilizers of natural origin. A mix of perennial grasses was composed of 50 % timothy "Gintaras" and 50 % red clover "Liepsna". A seed rate was 16 kg ha⁻¹. Fertilization took place in the third decade of April and the first decade of May in the beginning of perennial herbage's vegetation period and they were harvested in the first decade of June.

pH of the soil was determined by potesimetric method 1 N KCl extract and humus was determined with the apparatus of Chereus, amounts of P₂O₅ and K₂O A-L, and total nitrogen were determined by Kjeldahl method. Amount of dry materials was determined by drying them in

thermostat in the temperature of 105 °C, exposure of hay was calculated with 15 % humidity, chemical composition of perennial herbage was determined with a computer infrared ray analyser.

Investigation was carried out in four repetitions. The total area of a test site was 48 m² (4×12), area of the calculated site was – 15 m² (3×5). Data of investigation was mathematically assessed by method of disperse analysis with a programme ANOVA.

Results

The biggest part of the harvest of the first year's perennial herbage was obtained by fertilizing the sward with a K₉₀S₅₁Mg₃₀ rate of potassium magnesia. Essential increase in the amount of hay was achieved 0.73 – 1.30 t ha⁻¹ or 16.5 – 33.8 per cent when compared to perennial herbage with no fertilizers applied or the ones fertilized with K₃₀S₁₇Mg₁₀. The rate being increased from K₆₀S₃₄Mg₂₀ to K₁₂₀S₆₈Mg₄₀, no significant increase in the amount of hay was observed. Most green proteins and fats accumulated when a rate of K₉₀S₅₁Mg₃₀ was applied. Essential increase in green proteins (0.71 – 1.16 per cent) and fats (0.31 – 0.43 per cent) was obtained compared to unfertilized herbage and the one fertilized with K₃₀S₁₇Mg₁₀. Fertilization with potassium magnesia caused a slight decrease in green fibre and increase in green ashes. Fertilization with potassium magnesia slightly increased the amount of grasses and decreased the amount of legumes in a botanical composition of the sward (see Table 1 and 2).

Table 1. Effect of potassium magnesia rates on the harvest and chemical composition of perennial herbage

No.	Index	K ₀ S ₀ Mg ₀	K ₃₀ S ₁₇ Mg ₁₀	K ₆₀ S ₃₄ Mg ₂₀	K ₉₀ S ₅₁ Mg ₃₀	K ₁₂₀ S ₆₈ Mg ₄₀	LSD ₀₅
1.	Harvest of hay, t ha ⁻¹	3.85	4.42	4.71	5.15	5.12	0.64
2.	Green proteins, %	11.73	12.18	12.54	12.89	12.43	0.59
3.	Green fats, %	0.82	0.94	1.17	1.25	1.19	0.24
4.	Green fibre, %	30.04	29.77	29.34	29.97	29.96	1.25
5.	Green ashes, %	2.05	2.23	2.32	2.28	2.31	0.39

Table 2. Effect of potassium magnesia rates on botanical composition of perennial herbage

No.	Index	K ₀ S ₀ Mg ₀	K ₃₀ S ₁₇ Mg ₁₀	K ₆₀ S ₃₄ Mg ₂₀	K ₉₀ S ₅₁ Mg ₃₀	K ₁₂₀ S ₆₈ Mg ₄₀	LSD ₀₅
1.	Clover, %	85.08	86.14	85.25	84.36	83.83	5.20
2.	Grasses, %	13.81	12.61	13.32	14.46	14.82	2.41
3.	Other herbage, %	1.11	1.25	1.43	1.18	1.35	0.53

The greatest harvest of the first year's perennial herbage was obtained by fertilization with a rate of potassium sulfate K₉₀S_{32.4}. Essential increase of the harvest was achieved 0,98 - 1,27 t ha⁻¹ or 23,7 – 32.9 per cent. When the rate was increased from K₆₀S_{21.6} to K₁₂₀S_{43.2}, no significant increase in the amount of harvest was observed. Most green proteins accumulated with a fertilization rate of K₆₀S_{21.6}, and the greatest amount of green fats accumulated when the rate of K₉₀S_{32.4} was applied. Increasing the rate of potassium sulphate even further caused a decrease in these indexes of perennial herbage. When rates of K₃₀S_{10.8} – K₉₀S_{32.4} were applied, the amount of green proteins increased comparing to K₁₂₀S_{43.2}, the greatest rate of potassium sulphate and the herbage with no fertilizers applied. The amount of green fats essentially increased only compared to herbage with no fertilization applied, and there were no significant differences between separate treatments. Fertilization with potassium sulphate caused a slight decrease in the amount of green fibre and an increase in the amount of green ashes. Fertilization also had an effect on the botanical composition of the sward, causing an increase in the amount of grasses and a decrease in legumes (see Table 3 and 4).

Table 3. Effect of potassium sulphate rates on the harvest and chemical composition of perennial herbage.

No.	Index	K ₀ S ₀	K ₃₀ S _{10,8}	K ₆₀ S _{21,6}	K ₉₀ S _{32,4}	K ₁₂₀ S _{43,2}	LSD ₀₅
1.	Harvest of hay, t ha ⁻¹	3.85	4.14	4.59	5.12	4.82	0.69
2.	Green proteins, %	11.74	13.11	13.15	12.64	11.98	0.41
3.	Green fats, %	0.86	1.04	1.21	1.27	0.94	0.37
4.	Green fibre, %	31.14	30.36	29.85	29.91	31.29	2.32
5.	Green ashes, %	2.08	2.14	2.21	2.43	2.31	0.62

Table 4 Effect of potassium sulphate rates on botanical composition of perennial herbage

No.	Index	K ₀ S ₀ Mg ₀	K ₃₀ S _{10,8}	K ₆₀ S _{21,6}	K ₉₀ S _{32,4}	K ₁₂₀ S _{43,2}	LSD ₀₅
1.	Clover, %	85.08	85.48	85.03	84.74	84.41	6.42
2.	Grasses, %	12.81	12.76	13.46	13.60	14.14	2.07
3.	Other herbage, %	2.11	1.76	1.51	1.66	1.45	0.72

The greatest harvest of the first year's perennial herbage was obtained by fertilizing herbage with a Mg₁₂₀S_{32,4} rate of kieserite. Kieserite fertilizers did not have essential effect on the harvest of first year's perennial herbage. Fertilization with kieserite caused an essential increase in the amount of green proteins but there was no essential effect on the amount of green fats, fibre and ashes in the hay of perennial herbage. Fertilization caused a slight decrease of grasses, however there was a slight increase in legumes in the botanical composition of the sward (see Tables 5-6).

Table 5 Effect of kieserite rates on the harvest and chemical composition of perennial herbage

No.	Index	Mg ₀ S ₀	Mg ₃₀ S ₂₄	Mg ₆₀ S ₄₈	Mg ₉₀ S ₇₂	Mg ₁₂₀ S ₉₆	LSD ₀₅
1.	Harvest of hay, t ha ⁻¹	4,33	4,34	4,35	4,46	4,51	0,42
2.	Green proteins, %	11,75	12,43	12,55	12,41	12,47	1,13
3.	Green fats, %	1,22	1,28	1,26	1,36	1,22	0,28
4.	Green fibre, %	30,11	28,51	28,91	29,14	28,67	2,34
5.	Green ashes, %	3,27	2,58	2,66	3,12	3,20	1,12

Table 6 Effect of kieserite rates on botanical composition of perennial herbage

No.	Index	Mg ₀ S ₀	Mg ₃₀ S ₂₄	Mg ₆₀ S ₄₈	Mg ₉₀ S ₇₂	Mg ₁₂₀ S ₉₆	LSD ₀₅
1.	Clover, %	82,94	84,22	83,63	83,96	84,68	7,12
2.	Grasses, %	16,50	15,24	15,87	15,45	14,68	2,64
3.	Other herbage, %	0,56	0,54	0,50	0,59	0,64	0,18

Discussions

Investigating the effect of potassium magnesia, potassium sulphate and kieserite on the harvest of perennial herbage, we found that when optimum rates K₆₀₋₉₀ of fertilizers were applied the harvest increased 32.9 – 33.8 per cent. Similar results were obtained in Russia (Blagoveschensky, 2000). It was determined in the way of investigation that for the soils of the ecological farms medium in potassium the optimum potassium rate would be K₆₀₋₉₀ and there is no need to increase it. According to the research carried out by different authors, the optimum rate of potassium under the circumstances of intensive farming is K₁₀₀₋₁₅₀ or K₆₀₋₁₂₀ (Кутузова, Привалова, 1982; Vasiliauskiene V. *et al.*, 1986).

Under the influence of plant feeding with potassium magnesia and potassium sulphate the amount of green proteins and green fats essentially increased in ecologically cultivated perennial herbage and kieserite feeding caused an essential increase only in green proteins. In the conditions of intensive farming, nitrogen fertilizers are known to increase the amount of green proteins most. The effect of potassium on the harvest of perennial herbage and its quality mostly depended on the amount of potassium in soil. Potassium had little effect on the chemical composition of herbage (Daugėlienė, Arlauskienė, 1989; Vasiliauskienė *et al.*, 1996).

Fertilization with potassium magnesia, potassium sulphate and kieserite did not have effect on the botanical composition of ecologically cultivated perennial herbage. Under the circumstances of intensive production it was found that botanical composition on the sward deteriorates as a result of on-sided fertilization with nitrogen and potassium fertilizers (Vasiliauskienė, Dapkus, 1990; Vasiliauskienė *et al.*, 1996).

Conclusions

Fertilizing with a $K_{90}S_{51}Mg_{30}$ rate of potassium magnesia, essentially increased 0.73 – 1.30 t ha⁻¹ or 16.5 – 33.8 per cent the harvest of hay, 0.71 – 1.16 per cent the amount of green proteins, and 0.31 – 0.43 per cent the amount of green fats, compared to herbage with no fertilizers applied and to fertilization with a rate of $K_{30}S_{17}Mg_{10}$. Fertilization with a $K_{90}S_{32.4}$ rate of potassium sulphate essentially 0.98 – 1.27 t ha⁻¹ or 23.7 – 32.9 per cent increased the hay harvest compared to unfertilized herbage and fertilization with $K_{30}S_{10.8}$.

Fertilization with rates of $K_{30}S_{10.8}$ – $K_{90}S_{32.4}$ essentially increased the amount of green proteins compared to the greatest rate of potassium sulphate of $K_{120}S_{43.2}$ and unfertilized herbage. The amount of green fats essentially increased only compared to unfertilized perennial herbage. Kieserite fertilizers did not have effect on the harvest of perennial herbage, however it increased the amount of green proteins in it.

Fertilization with potassium magnesia and potassium sulphate slightly increased the amount of grasses in the botanical composition of perennial herbage, however they decreased the amount of legumes. On the contrary, kieserite caused an increase in legumes and a decrease in the amount of grasses.

Referentes

1. Blagoveschensky G.V. (2000) The productivity of grasslands in Russia, Conventional and ecological grassland management: Proceedings of the international symposium, 49-55.
2. Csatho P., Debreczeni K., Sardi K. (2000) Correlation between soil K and winter wheat K contents in a network of Hungaria National long-term fertilization trials, Communications in soil Science and Plant Anglysis, 31, 2081-2092.
3. Daugėlienė N., Arlauskienė E. (1989) Skirtingų įvairiai azotu tręšiamų ganyklų žolynai, Žemdirbystė, 37, 107-122.
4. Daugėlienė N. (1995) Agrocheminių savybių kitimas įvairios reakcijos velėniniame jauriniame dirvožemyje, priklausomai nuo ganyklos tręšimo, LŽI mokslo darbai, 48, 145-153.
5. Daugėlienė N. (2002) Žolininkystė rūgščiuose dirvožemiuose, Lietuvos žemdirbystės institutas, 261.
6. Juraitis V. (1997) Daugiamečių varpinių žolių maisto medžiagų ir cheminių elementų kiekio kitimas vegetacijos laikotarpiu, Veterinarija ir zootechnika, 3 (25), 90-93.
7. Juraitis V. (1998) Maisto medžiagų ir cheminių elementų kiekio kitimas daugiametėse ankštinėse žolėse per vegetaciją, Veterinarija ir zootechnika, 5 (27), 98-100.
8. Pekarskas J. (2005) Ekologinio ūkininkavimo įtaka dirvožemio agrocheminėms savybėms ir augalų mitybos problemų sprendimas, 107.
9. Vasiliauskienė V., Brunienė L., Butkuvienė E. (1986) Metinės kalio trąšų normos paskirstymas ganiavoms skirtingų dirvožemių ganyklose, Žolių ūkis: mokslo darbai, 34, 23-33.
10. Vasiliauskienė V., Dapkus R. (1990) Rates of Nitrogen and their distribution during the vegetation of pasture swards of different earliness, Soil – Grassland – Animal Relationships, 267-271.
11. Vasiliauskienė V., Kadžiulis L., Daugėlienė N. (1996) Dirvožemio ir mineralinių trąšų įtaka ganomų ir šienaujimų žolynų derliui ir kokybei, Žemės ūkio mokslai, 2, 77-84.
12. Кутузова А.А., Привалова К.Н. (1982) Эффективность калийных удобрений, Кормпроизводство, 3, 14-15.

ESTIMATION OF THE COMPETITIVE RELATIONS AND THE INDIVIDUAL PRODUCTIVITY OF FIELD BEANS IN MODEL EXPERIMENTS

Petrychenko V.F., Kobak S.Y.

Feed Research Institute of UAAS, Yunosti avenue, 16, Vinnytsya, Ukraine, 21100

Telephone/fax: 8 (0432) 46-41-16, e-mail: fri@mail.vinnica.ua

Abstract

The investigation of the competitive relationship between the plants of field beans was carried out in a model experiment, the scheme of which included sowing by the ray-stretching method. The offered method of plant location which takes into account the peculiarities of modern intensive varieties of crops enables the researcher to evaluate a great number of densities from 2061 to 269 thousand plants per hectare, inter-row width from 10 to 77 cm and areas of nutrition from 48 to 386 cm² in a wide diapason and to describe their competitive relations. This approach can be used when carrying out similar experiments with other grain-legume and fodder crops. It has been determined that the increase of nutrition the area and inter-row width and the reduction of plant density results in the increase of plant weight, thickness of the stem base, quantity of productive nodes, beans, seed weight per plant and the weight of 1000 seeds. It has been established that the character of the change of these indices is rectilinear. But plant height, the height of the bottom bean location, quantity of nodes on a plant and the level of grain productivity have a parabolic character. It will be shown that under conditions of Forest-Steppe on grey forest soils there is a certain interval of the nutrition area, inter-row width and plant density which facilitates the increase of the grain productivity of field beans. The highest grain productivity of field beans of the variety Orion is formed in the nutrition area from 176 to 278 cm² with inter-row width 33-35 cm and plant density 596-359 thousand per hectare. Further increase or reduction of the nutrition area, inter-row width and plant density results in changes of the elements of individual productivity of field bean plants towards reduction which has a negative influence on the formation of grain yield formation per unit of area.

Key words

Competitive relations, individual productivity, field beans, model experiments.

Introduction

The process of the formation of high productive field beans is expected to meet all biological needs of certain varieties for heat, light, nutrition, moisture and gas regime due to optimization of technological techniques of their growing. This is especially typical for the right-bank Forest-Steppe of Ukraine where moisture can be a limiting factor for field beans. Field beans as water-resistant plants have a great variability of certain the productivity depending on species on growing conditions, so, they extensively react to changes in the nutrition area and the methods of plant location in agrobiocenose. As a result the, manifestation of competitive relationships and possible density intervals between the plants in field bean agrobiocenose, in order to reveal the mechanism responsible for plant reaction within the limits of the determined intervals of their density as well as the study of the possible biological potential for individual productivity formation, have become an important scientific problem and require the theoretical substantiation of the growing technology models taking into account characteristics of soil and climatic conditions of the regions of Ukraine.

Materials and Methods

Research into the competitive relationship between field bean plants was carried out in model trials during 1998-2006 in the Feed Research Institute of the UAAS. Soils were grey forest mid-loams; their topsoil contained: humus (by Tyurin) – 2,1-2,3 %, easily hydrolyzed nitrogen (by Cornfield) – 90-112 mg per 1 kg of soil, labile phosphorus and exchange potassium (by Chirikov) correspondingly 121-142 and 81-116 mg per 1 kg of soil, pH (salt) – 5,2-5,4, level of soil base

saturation – 85,7-87,3 %. Mid-ripe field bean variety Orion was sown in the trial. Its vegetation period is 98-101 day. The variety is resistant to diseases, bean cracking and lodging.

On the basis of the research carried out on soybean and field beans by the scientists A.O. Babych and V.F. Petrychenko (Babych A.O., Petrychenko V.F., 1994) modification of the system model J.A. Nedler (Nedler J.A., 1962), described by W.G. Duncan (Duncan W.G., 1986) and D.B. Egli (Egli D.B., 1988), which requires planting by the ray-stretching method, was offered. Taking into consideration the ability of the new varieties selected in Ukraine to increase productivity when there is constricting row-space, optimizing mineral nutrition and enlarging plant density per unit of area, the trial was organized in a way to enable the nutrition area of a plant to increase gradually while removing it from the center of the circle. Such a method enables the researcher to evaluate a great number of densities of field bean varieties which are widely studied on comparatively small trial plots.

To avoid the harmful influence of the first plants on one other from the neighbour rays which come from the circle center and create identical conditions for plants studied in variants as well as increase reliability of the obtained trial results, one more circle with the diameter equaling the width of the basic row-spacing in existing growing technologies in the region was made in the centre of a big circle. In our researches the width of row-spacing was 45 cm. It should be mentioned that ray quantity depends on the group of variety ripeness. The circle should be divided into 32 or 64 rays for early- and mid-ripe varieties, and into 16 and 32 rays for late-ripe ones. Model trials on field beans included 32 rays. Each plant presented a separate variant. Repetition of the trial equaled 32. Plants with the distance between the rays of 45 cm were taken for control. The distance between the plants in a ray was 5 cm (fig. 1).

When it is necessary to study the reaction of some varieties to space and quantitative plant location in the area, the circle is divided into 2 or 4 sectors, i.e. 16 or 8 rays in each one. It let plants function as protection strips. Biometric research is carried out on plants located in the internal rays of the sector.

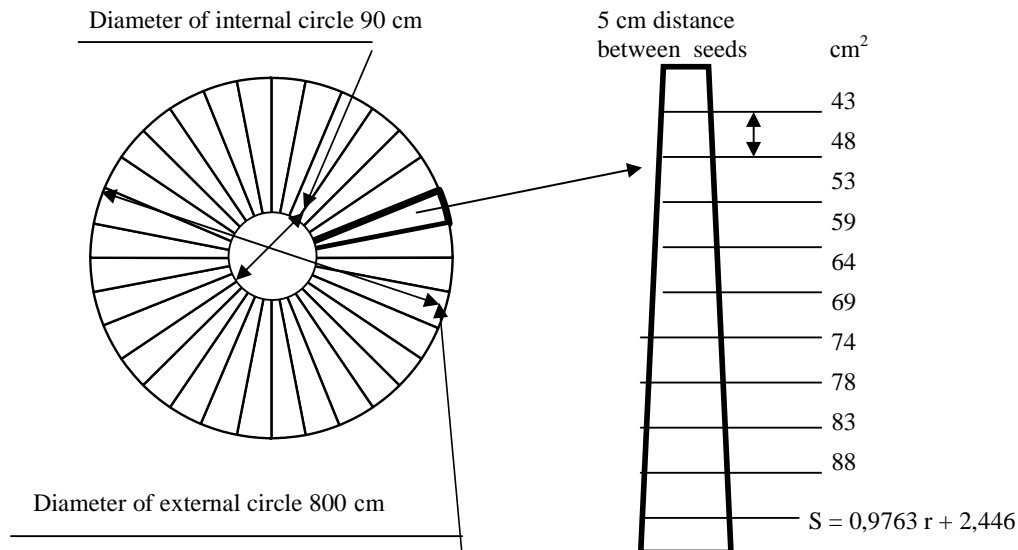


Figure 1. Scheme of plant location in the model trial and the area of their nutrition

Results and Discussion

The use of the system method of trial result evaluation shows that the change of the nutrition area of plants and, therefore, plant density results in the formation of different structures and influences the individual productivity of the crop.

The research reveals that the increase of the nutrition area and interrow width as well as the reduction of plant density per unit of area facilitates the increase of seed weight, the thickness of the stem base, the quantity of productive nodes, beans, seeds, seed weight per plant and the weight of 1000 seeds. These changes are rectilinear. But plant height, the height of the bottom node

location, the quantity of nodes per plant and the level of yield capacity has a parabolic character, i.e. these indices increased the margin of the nutrition area, interrow width and plant density. Further increase of the nutrition area and interrow width and the reduction of plant density counting the unit of the area did not provide an increase of the indices of the structure and yield capacity of field beans, but their gradual reduction (fig.2).

Thus, when increasing the nutrition area from 48 to 303 cm², and the interrow width from 10 to 75 cm and reducing the plant density from 2016 to 266 thousands per hectar plant weight increased from 5,8 to 42,5 g, the thickness of the stem base – from 0,4 to 1,65 cm, the quantity of productive nodes per plant – from 2,9 to 9,5 units., beans – from 3,2 to 10,8 units, seeds – from 7,2 to 27,0 units., seed weight per plant – from 1,2 to 12,4 g (table 1, 2).

Dependence of field bean plant weight on the nutrition area, interrow width and plant density can be presented by the following regression model:

$$Y_1 = - 81,1791 - 2,1245X_1 + 16,1903X_2 + 1,1574X_3$$

where,

Y_1 – plant weight, g

X_1 – nutrition area, cm²

X_2 – plant density, thousands per hectar

X_3 – interrow width, cm

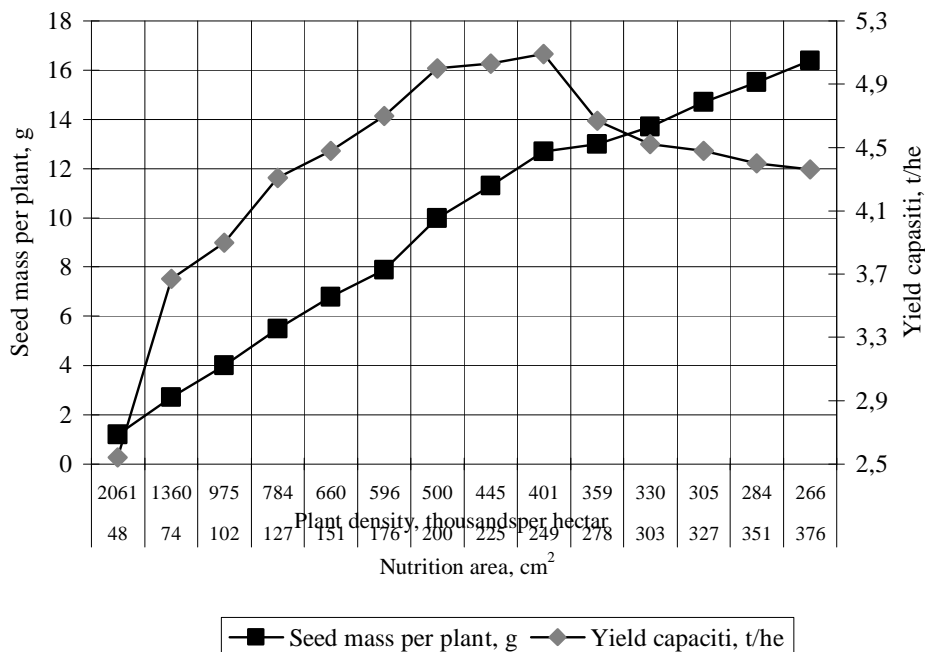


Figure 2 The characteristics of the changes of individual field beans and the grain productivity of field beans depending on the influence of space and quantitative plant location

A strong positive connection is observed between the plant weight and the nutrition area, interrow width and plant density. The coefficient of multiple correlations equals 0,966. It is established that field beans are inclined to lodging when the thickness of the stem base is reduced up to 0,63 cm. As a rule this is an interval of the nutrition area 48 to 127 cm², interrow width from 10 to 25 cm, plant density from 2061 to 784 thousands per hectar.

Dependence of node quantity per plant on the nutrition area, interrow width and plant density is described by the equation of multiple regression:

$$Y_2 = - 17,1126 + 1,1748X_1 - 0,1304X_2 + 0,2769X_3$$

where,

Y_2 – quantity of productive nodes, units.

X_1 – nutrition area, cm^2

X_2 - plant density, thousands per hectar

X_3 – interrow width, cm

A strong positive connection is observed between the quantity of productive nodes and factors studies in the model trial ($r = 0,988$).

Table 1. The formation of the indices of field bean structure depending on the influence of space and quantitative plant location (in average in 1998-2006)

Nutrition area, cm^2	Interrow width, cm	Plant density, thousands per hectar	Plant weight, g	Plant height, cm	Height of the bottom bean location, cm	Thickness of the stem base, cm
48	10	2061	5,8	80,5	49,8	0,40
74	15	1360	7,3	82,9	46,7	0,45
102	20	975	8,6	84,2	46,4	0,52
127	25	784	10,2	86,4	46,0	0,63
151	30	660	12,1	88,6	44,9	0,75
176	35	596	12,5	90,9	43,5	0,78
200	40	500	16,8	91,7	43,0	0,86
225	45	445	20,3	92,2	43,0	0,93
249	50	401	21,5	93,5	43,0	1,00
278	55	359	22,0	85,3	40,5	1,15
303	60	330	23,1	87,0	38,6	1,27
327	65	305	25,9	82,2	38,3	1,35
351	70	284	35,5	81,8	38,0	1,57
376	75	266	42,5	80,9	31,8	1,65

Dependence of bean quantity per plant on the nutrition area, interrow width and plant density is described by the equation of multiple regression:

$$Y_3 = - 5,2077 + 0,3121X_1 + 1,1103X_2 + 0,0542X_3$$

Y_3 – quantity of beans, units

X_1 – nutrition area, cm^2

X_2 - plant density, thousands per hectar

X_3 – interrow width, cm.

For effective index Y_3 coefficient of multiple correlation equals 0,993. It testifies to a close positive connection.

The size of the nutrition area, interrow width and plant density also influence the seed quantity per plant and the weight of these seeds. Revealed dependences are described by the following equations of multiple regression:

$$Y_4 = - 19,1209 + 1,4842X_1 + 1,7387X_2 + 0,2229X_3$$

Y_4 – seed quantity per plant, units.

X_1 – nutrition area, cm^2

X_2 - plant density, thousands per hectar

X_3 – interrow width, cm

$$Y_5 = - 13,0450 + 0,8093X_1 + 1,4746X_2 + 0,0828X_3$$

Y_5 – seed weight per plant, g

X_1 – nutrition area, cm^2

X_2 - plant density, thousands per hectar

X_3 – interrow width, cm

For effective indices Y_4 and Y_5 coefficients of multiple correlation equal 0,994 and 0,997 correspondingly.

Table 2. The formation of the indices of individual productivity of field bean plants depending on the influence of space and quantitative plant (in average in 1998-2006)

Nutrition area, cm ²	Interrow width, cm	Plant density, thousands per hectar	In average on a plant, units.				Seed weight per plant, g	Weight of 1000 seeds, g	Yield, t/he
			nodes	Productive nodes	beans	seeds			
48	10	2061	18,4	2,9	3,2	7,2	1,2	170	2,54
74	15	1360	18,6	3,0	3,7	8,7	2,7	310	3,67
102	20	975	18,7	3,3	3,9	9,8	4,0	408	3,90
127	25	784	20,3	3,4	5,1	11,8	5,5	466	4,31
151	30	660	20,6	3,7	6,2	14,4	6,8	472	4,48
176	35	596	21,0	3,9	7,0	15,5	7,9	509	4,70
200	40	500	22,1	4,5	8,0	18,1	10,0	552	5,00
225	45	445	22,9	5,3	8,2	20,4	11,3	553	5,03
249	50	401	25,1	6,0	9,1	22,7	12,7	561	5,09
278	55	359	23,8	7,0	9,2	23,0	13,0	565	4,67
303	60	330	22,7	7,7	9,6	24,1	13,7	568	4,52
327	65	305	22,4	7,8	10,2	25,5	14,7	578	4,48
351	70	284	22,6	8,1	10,7	26,5	15,5	584	4,40
376	75	266	22,6	9,5	11,0	27,3	16,4	600	4,36

Dependence of the weight of 100 seeds on the quantitative and space location of plants in the area is described by the equation of multiple regression:

$$Y_6 = 1145,9452 - 22,4016X_1 + 23,3250X_2 - 19,7489X_3$$

Y_6 – weight of 1000 seeds, g

X_1 – nutrition area, cm²

X_2 – plant density, thousands per hectar

X_3 – interrow width, cm

A very positive connection between the weight of 1000 seeds and the nutrition area, interrow width and plant density is revealed. The coefficient of multiple correlation equals 0,997.

It should be mentioned that seed productivity of field beans in re-calculation for a unit of area increase from 2,54 to 5,0 t/he when the nutrition area was increased from 48 to 200 cm², which corresponds to the interval of the interrow width from 10 to 40 cm and plant density from 2061 to 500 thousands per hectar. Further changes in the nutrition area, interrow width and plant density resulted the of yield capacity staying at almost the same level 5,03-5,09 t/he. There was a reduction of the level of field bean grain yield from 4,67 to 4,36 t/he. Analogical dependence was demonstrated in the trials with soybean (Babych A.O., Petrychenko V.F., 1995; Babych A.O., Petrychenko V.F *et.al.* 1998).

Conclusion

Thus, the high plasticity of the field bean variety Orion to changes in the nutrition area, interrow width and plant density was determined. In other words, there is a certain interval of the nutrition area, interrow width and plant density which facilitates the increase of grain productivity of field bean plants. The highest grain yield of field bean variety Orion (5,03-5,09 t/he) is formed when the nutrition area is 176 to 278 cm² with interrow width 35-55 cm and plant density 596-359 thousands per hectar, maximum (5,09 t/he) – when nutrition area is 249 cm², with plant density 401 thousands per hectar and interrow width 50 cm. Further increase or reduction of the nutrition area,

interrow width and plant density results in changes in the individual productivity of field bean plants towards reduction with a negative influence on the level of grain yield per unit of area.

So, the formation of a rational optical-biological structure for field bean sowings is growing in importance as it is one of the determining factors when studying and evaluating the models of bean field sowing growing technology.

References

1. Babych A.O., Petrychenko V.F. (1994) Rozrobka metodologichnyh aspektiv vyvchennya konkurentnyh vzaemovidnosyn v agrobiotsenozah zernobobovyh kultur. Mizhvidomchy naukovi zbiryk. Problemy agropromysloвого kompleksu. Chernivtsi, 9-17.
2. Nedler J.A. (1962) New kids of systematic for spacing experiments, *Biometrics*, V. 18, 283-307.
3. Duncan W.G. (1986) Planting patterns and soybean yields, *Crop Science*, Vol. 26, 584-588.
4. Egli D.B. (1988) Plant Density and soybean yield, *Crop Science*, Vol. 28, 977-980.
5. Babych A.O., Petrychenko V.F. (1995) Osoblyvosti provedennya doslidzhen pry vyvchenni konkurentnyh vzaemovidnosyn v agrobiotsenozah soi. Mizhvidomchy tematychnyi naukovi zbiryk Kormy I Kormovyrobnytstvo. Vyp. 40, 35-41.
6. Babych A.O., Petrychenko V.F., Kolisnyk S.I., Ivanyuk S.V., Opanasenko G.V., Petrychenko N.M. (1998) Vyvchennya sortovoi reactsii soi ta kormovyh bobiv na velychynu ta formu ploschi zhyvlennya v modelnyh doslidah. Mizhvidomchy tematychnyi naukovi zbiryk Kormy I Kormovyrobnytstvo. Vyp. 45, 36-38.

PHOTOSYNTHETIC RADIATION USE EFFICIENCY OF DIFFERENT OAT CULTIVARS UNDER DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION

¹Piotrowska W., ¹Pietkiewicz S., ²Wyszyński Z., ²Michalska B.

¹Department of Plant Physiology, Faculty of Agriculture and Biology, Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Poland, e-mail: wieslawa_piotrowska@sggw.pl

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture and Biology, Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Poland, e-mail: zdzislaw_wyszynski@sggw.pl, beata_michalska@sggw.pl

Abstract

In a field experiment conducted with two oat's morphotypes (hulled and naked), fertilized with differentiated nitrogen rates (0, 30, 60, 90 and 120 kg N ha⁻¹ the biomass production of plants in canopy was evaluated using indices of energetic analysis, coefficient of radiation use efficiency (RUE) by the plants in the canopy among others. It was found the hulled oat's morphotype characterizes with bigger degree of transformation radiant energy into biomass as compared to the naked one (on average for whole experiment the energy yield for cv. Chwat was 15.0 while for cv. Akt 13.6 MJ m⁻². Maximum transformation of radiant energy into biomass was found for traditional morphotype at 90 kg N ha⁻¹, while for naked one already at 30 kg N ha⁻¹, (respectively). Radiation use efficiency (RUE) for grain production was bigger in cv. Chwat as compared to cv. Akt, being 2.77 and 1.49 g d.m. MJ⁻¹, respectively. RUE for biomass production also was bigger in hulled morphotype, being 3.36 vs 3.20 g d.m. MJ⁻¹ in naked one. The rate 90 kg N ha⁻¹ for cv. Chwat and 30 kg N ha⁻¹ for cv. Akt seem to be physiologically optimal.

Key words

Nitrogen, fertilization, oat, PAR, solar radiation, RUE

Introduction

According to the model elaborated by Monteith (1977) there is a possibility to present biomass production as a linear function of photosynthetic active radiation (PAR, wavelength 400-700 nm) intercepted by a canopy. Varlet-Grancher *et al.* (1993) improved this semi-empiric model of dry matter accumulation in canopy, by relating PAR to energy yield of crop. The basic component of both models is a concept of radiation use efficiency (RUE), being the ratio of total biomass produced and unit of PAR intercepted by the canopy (Faber, 2000). RUE is also principal

tool in modeling plant growth and dry matter accumulation, especially in canopy, where there is no limitation of development due to unavailability of water or mineral nutrients, and eventually to other unfavorable climatic conditions, diminishing value of RUE (Stockle and Kiniry, 1990; Runyon *et al.* 1994; Ruimy *et al.*, 1995). The RUE depends mainly on the crop, developmental phase, intensity of CO₂ assimilation, nitrogen nutrition of plants, occurrence and severity of eventual droughts, temperature and degree of plant infestation with diseases (Faber, 2000, Reynolds *et al.* 2000). It is strictly joint to the canopy architecture, being according to Ross (1981) 'a set of features involving shape, size, geometry and external structure of plant'. A reciprocal of RUE is used in Varlet-Grancher formula.

A substantial progress in breeding cereals has been observed last years in Poland. Forms with reduced contribution of hulls to grain in the case of hulled species (barley, oat) were developed. Such new forms are called hullless (barley) or naked (oat), in the literature (Nita, 1999). Developing of these forms may increase both nutritional and forage value of grain. Newly introduced to the national register oats cultivars differ among others in the view of needs to fertilize them with nitrogen. Appropriate nitrogen fertilization enables this crop to develop and maintain the adequate for effective PAR absorption canopy, thus affecting the yielding. Recognition of physiological responses of plants forming oat canopy to differentiated nitrogen fertilization will enable much better exploitation of yielding potential of newly registered varieties.

The aim of investigation was to evaluate a capacity of solar energy absorption and its use for biomass production in two oat morphotypes (hulled or naked) cultivated under differentiated nitrogen fertilization.

Materials and Methods

Two factorial field experiment in randomized blocks with 4 replications was conducted in Department of Agronomy of Warsaw University of Life Sciences experimental field Chylice. The soil was a degraded black earth formed from clay sand of ice accumulation on light burden clay and was that of rye good complex. There were two oat cultivars investigated: Chwat (hulled morphotype) and Akt (naked one). Nitrogen was provided as ammonium nitrate at 5 rates (0, 30, 60, 90 and 120 kg N ha⁻¹). The all rates 30 and 60 kg N ha⁻¹ were applied two days presowing (27.03), whereas in the case of rates 90 and 120 kg N ha⁻¹, first 60 kg N ha⁻¹ were provided also presowing, while the remaining 30 or 60 kg N ha⁻¹ at culm growth (30.05). Thus, with two cultivars and 5 rates of nitrogen fertilization there were 10 experimental combinations resulting in 40 plots (20 for each cultivar). Plot area was 30 m² (12 m x 2,5 m).

During vegetation on five occasions 1.05 (32 day after emergence DAE, according to Zadocks *et al.*, 1974), 16.05 (47 DAE), 28.05 (59 DAE), 13.06 (75 DAE) and 28.06 (90 DAE) above ground plant dry mass (g m⁻²) to calculate maximum dry matter biomass and PAR transmission to the bottom of canopy were determined. The latter was done one directly above canopy, then three times at its bottom with two replicates, using AccuPAR Model PAR-80 (Decagon Inc., USA). Grain yield was determined at harvest.

Taking into account data characterizing global radiation reaching the canopy (R_s) measured at experimental field Chylice meteorological station, PAR recorded by ceptometer and crop biomass, the following indices (Varlet-Grancher *et al.* 1993) were calculated: e_b = CdW_c / PAR_c - biological efficiency of transformation PAR intercepted by canopy, e_c = 1 - PAR_c / PAR_i - efficiency of PAR absorption by the canopy, RUE, e - energy yield being a product of e_b, e_c, e_r and R_s; assuming the e_r fraction of R_s global solar radiation in the PAR range as 0.476 (according to station and ceptometer instructions) and C - free energy released during hydrolysis of chemical bonds of photosynthetic products as 17 KJ g⁻¹ (Varlet-Grancher *et al.*, 1993); dW_c - biomass formed in given time period. Obtained data were analyzed using two-way ANOVA (Statgraphics 3.1). First order factor was cultivar, second one - rate of nitrogen fertilization.

Results

Differences in above ground dry matter biomass of oats were much smaller as compared for that in grain yield (Table 1). It points to much better distribution of assimilates in cv. Chwat than cv. Akt. On average, naked morphotype yielded worse by 52.8 % as compared to traditional one.

Table 1. Grain yield in dependence on cultivars and nitrogen fertilization, t ha⁻¹

Cultivars	Nitrogen rate, kg N ha ⁻¹	Biomass d.m., g m ⁻²	Grain yield, g m ⁻²
Chwat	0	3260	2755
	30	3652	3058
	60	4465	3188
	90	4580	3266
	120	4018	3058
	Mean	3995	3065
Akt	0	3240	1385
	30	4083	1429
	60	3806	1741
	90	3747	1853
	120	4153	1836
	Mean	3806	1649

In the case of hulled morphotype nitrogen fertilization up to 90 kg N ha⁻¹ increased both biomass dry matter and grain yield, while with the hullless one although the effect of this rate was the same in the case of grain yield, the 30 kg N ha⁻¹ was quite enough for canopy growth. Efficiency of PAR absorption by the oat canopy fertilized or not fertilized with applied in experiment nitrogen rates was higher in traditional cultivar Chwat (Table 2, significance of differences see Table 4). Nitrogen fertilization affected efficiency of PAR absorption by the canopy (e_c) as well as that of biological transformation of intercepted radiation in both studied oat morphotypes.

Table 2. Indices of energetic analysis in dependence on cultivars and nitrogen fertilization

Cultivars	Nitrogen rate, kg N ha ⁻¹	Indices of energetic analysis	
		e _c	e _b
Chwat	0	0.596	0.034
	30	0.617	0.038
	60	0.656	0.046
	90	0.668	0.047
	120	0.651	0.042
	Mean	0.638	0.041
Akt	0	0.559	0.034
	30	0.604	0.042
	60	0.625	0.039
	90	0.622	0.039
	120	0.624	0.043
	Mean	0.607	0.039

e_b – biological efficiency of transformation PAR intercepted by canopy,

e_c – efficiency of PAR absorption by the canopy, RUE,

e_r – 0.476 the fraction of global solar radiation in the PAR range

Value of e_c for cv. Chwat, was increasing with fertilization rate up to 90 kg N ha⁻¹, while efficiency of PAR absorption in cv. Akt canopy increased with fertilization rate up to 60 kg N ha⁻¹. Efficiency of biological transformation of PAR absorbed by the canopy (e_b) was similar for control treatment of both cultivars. In the case of cv. Chwat taken across the combinations it was a bit higher in cv. Chwat as compared to cv. Akt (0.041 vs 0.039). The e_b in this cultivar increased following nitrogen fertilization till the rate of 90 kg N ha⁻¹. In naked morphotype fertilization with 30 kg N ha⁻¹ caused substantial increment of e_b by 0.009 as compared to the control. Combinations fertilized with 60 or 90 kg N ha⁻¹ characterized with a bit less e_b values comparing to that fertilized with 30 kg N ha⁻¹. The combination of naked morphotypes given the highest fertilization rate of nitrogen (120 kg N ha⁻¹) showed maximum biological efficiency of PAR transformation. Analysis of energy yield (e) of studied cultivars showed again cv. Chwat prevailed over cv. Akt in this respect (Fig. 1).

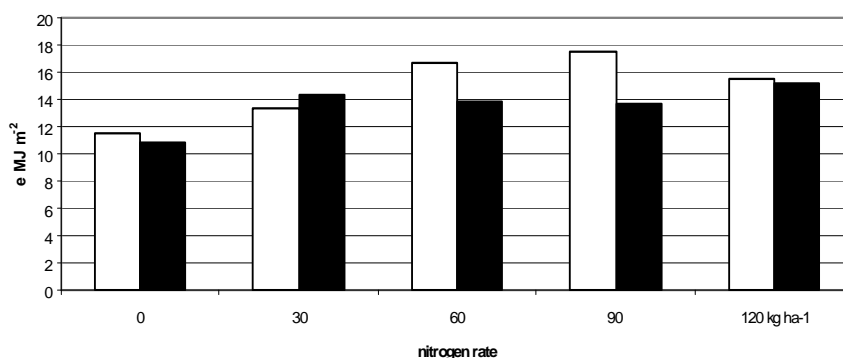


Figure 1. Energy yield (e) (MJ m⁻²) in dependence on cultivars and nitrogen fertilization (□ – cv. Chwat, ■ – cv. Akt).

The range of e for cv. Chwat varied from 11.4 to 17.9 MJ m⁻², on average 15 MJ m⁻², while that for cv. Akt from 10.6 to 15.2 and averaged 13.6 MJ m⁻². The data on mean energy yield of biomass for global radiation energy 1191 MJ m⁻² reaching canopy during vegetation indicate efficiency of use this energy which was 1.26 % for cv. Chwat and 1.24 % cv. Akt. The radiation use efficiency in biomass production across studied cultivars and rates ranged 2.72 – 3.85 g MJ⁻¹ (Fig. 2).

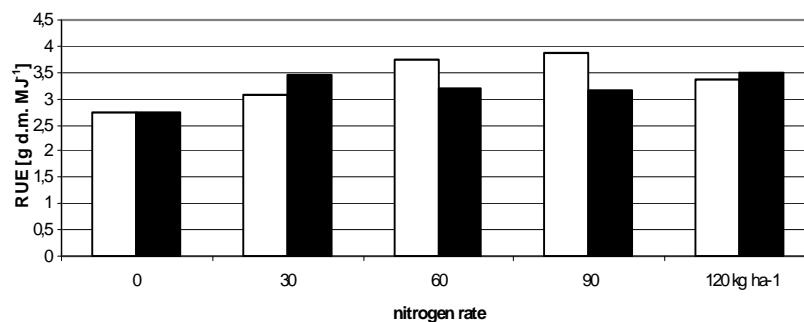


Figure 2. Radiation use efficiency of PAR (RUE) values for whole photosynthetic production in dependence on cultivars and nitrogen fertilization, g d.m. MJ⁻¹ (□ – cv. Chwat, ■ – cv. Akt)

On average, in traditional cultivar it was 3.36, while in naked one 3.20 g MJ⁻¹. The highest RUE increase for new morphotype was found already between the control and 30 kg N ha⁻¹. The value found at 30 kg N ha⁻¹ was simultaneously the highest for this cultivar. RUE for cv. Chwat till 90 kg N ha⁻¹ was still increasing, at this rate it was the highest, but the highest increase was observed 30 vs 60 kg N ha⁻¹.

On the average, grain RUE across vegetation period was nearly twice higher in cv. Chwat as compared to cv. Akt (2.77 vs 1.49 g MJ⁻¹, Table 3).

Table 3. Radiation use efficiency (RUE) for grain yield in dependence on cultivars and nitrogen fertilization, g d.m. MJ⁻¹

Cultivars	Nitrogen rate, kg N ha ⁻¹	RUE grain, g.d.m. MJ ⁻¹
Chwat	0	2.38
	30	2.91
	60	2.94
	90	2.96
	120	2.65
	Mean	2.77
Akt	0	1.23
	30	1.31
	60	1.60
	90	1.65
	120	1.64
	Mean	1.49

When analyzed across all applied nitrogen rates, a significant increase in RUE for nitrogen treatments vs control ones is visible. It was the highest with 30 kg N ha⁻¹, already. Further increase in fertilization to 60 and 90 kg N ha⁻¹ did not increase RUE, moreover oat under 120 kg N ha⁻¹ do manifest a decline in this index. When about Akt it was until 60 kg N ha⁻¹ the significant increase of RUE occurred. Increasing thereafter nitrogen rate was not effective at all.

Table 4. Influence of analyzed factors – summary of analysis of variance.

Energy trait	Source of variation		
	Cultivar	Nitrogen rate	Cultivar x Nitrogen rate
l	2	3	4
e _b	n.s.	*	*
e _c	*	*	**
e	n.s.	n.s.	n.s.
RUE grain	**	n.s.	n.s.
RUE biomass	*	*	n.s.

n.s. – not significant difference ; * - significant at $\alpha=0.05$; ** - significant at $\alpha=0.01$

Discussion

The data gathered in literature show no more than 5.0 % PAR reaching canopy level is transformed. However, they were averaged across many experiments conducted in various locations all over the World, under various climatic conditions (Hay and Walker, 1997). Obtained in this experiment data are a bit smaller than reported for other cereal species by Nichiporovich (1988). Increases of energy yield followed the similar way as increasing biological efficiency of transformation PAR absorbed for both oat morphotypes. Interestingly, there was similar energy yield found for both varieties at the rate of 120 kg N ha⁻¹. The compensation of these yields was reached following significant drop of e value for cv. Chwat as compared to 90 kg N ha⁻¹ and due to substantial increase in cv. Akt comparing with 30 kg N ha⁻¹. These two rates much more stimulated e in respective cultivars. It can be that traditional oat morphotype characterizes with increasing energy yield till some given level of fertilization is reached (90 kg N ha⁻¹ in our experiment) and further increase in fertilization rate does not ameliorate analyzed physiological parameters. If so, then, naked morphotype, represented here by registered in 1997 cv. Akt seems to be still unstable when about reaction to nitrogen fertilization. Both, the drop of e_b for cv. Akt at 60 or 90 kg N ha⁻¹ and unexpected increase in this parameter at 120 kg N ha⁻¹ as well as the maximum efficiency of PAR absorption at 60 kg N ha⁻¹ indicate that the application of rates higher than 60 kg N ha⁻¹ under conditions of performed experiment is not necessary.

The obtained RUE in our experiments are conformed by literature ones (Aufhammer 1998, Hay and Walker 1997). Data from the literature show radiation use efficiency in biomass production used to increase with the level of nitrogen fertilization (Muchov and Davis, 1988; Sinclair and Horie, 1989; Hammer and Wright, 1994). It was confirmed with traditional oat

morphotype, represented by cv. Chwat in our experiment. On the contrary, the lack of such relationship in naked morphotype, represented by cv. Akt proved the variety seems to be adapted to effective use of smaller nitrogen rates for biomass production. Morphologically, cv. Akt differs from traditional morphotype only in the respect to reduction of hull share in grain, whereas other features e.g., plant height are nearly the same as in traditional one. Very interesting seems to be to compare the degree of relationship between nitrogen fertilization and RUE for just now developed naked, semidwarf oat morphotypes. The semidwarf one, having only 1.28 % contribution of hull to the grain mass, yet characterizing with short culm (enabling some limitation of energy losses for photoassimilate transport from leaves to kernels and their accumulation there (Starck 2003) should be an intensive form, same as in the case of e.g. wheat and triticale.

Following some correction of grain yield of cv. Chwat involving average contribution 25.0 % of hull (according to data of Breeding Company Strzelce Ltd.), the yielding of cv. Akt was smaller by 28.3 %. The experiment referred now was conducted in unfavorable for oat growth and development conditions, what enabled us to register bigger negative response of cv. Akt under these conditions.

It seems the higher RUE in cv. Chwat resulted, even after subtraction of hulls from the grain, in 28.01 % higher grain yield as compared to cv. Akt. It means that leaving aside the unfavorable weather conditions, the production potential of cv. Akt was significantly smaller in the experiment. Noteworthy, differences between studied morphotypes in dry matter yield produced during vegetation were smaller than in the case of grain yield. It points to less profitable distribution of photoassimilate to the grain in cv. Akt, comparing to the traditional one.

The obtained in the experiment data show the importance of nitrogen effective use by the analyzed oats in the view of environmental effect. Physiologically optimum nitrogen rate 30 kg N ha⁻¹ found for naked cv. Akt and quite small increase in yield in traditional cv. Chwat fertilized with physiologically optimum rate 90 kg N ha⁻¹ prompt the possibility to limit nitrogen input to the environment. Furthermore mentioned above improved semidwarf morphotype of naked oat if it confirms the effective use of smaller nitrogen rate combined with high yielding would be an interesting solution.

Conclusions

Hulled oat morphotype represented by cv. Chwat characterizes both with higher efficiency of solar radiation absorption and biological transformation of intercepted PAR than naked morphotype, represented by cv. Akt.

Physiologically optimum nitrogen rate for new morphotype of oat is 30 kg N ha⁻¹, as there is negligible decline of PAR absorption by the canopy, while efficiency of biological transformation of intercepted radiation and energy yield are at maximum.

Physiologically optimum nitrogen rate for traditional oat morphotype is 90 kg N ha⁻¹, as there is maximum of efficiency of PAR absorption by the canopy, efficiency of biological transformation of intercepted radiation and energy yield of biomass.

Similar experiment should be conducted with the newly released semidwarf morphotypes of naked oat.

References

1. Aufhammer W. (1998) Getreide- und andere Kernerfruchtarten. Verl. Eugen Ulmer. Stuttgart. 560 pp.
2. Cooper J.P. (1970) Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. *Herbage Abstracts*, 40, 1 – 13.
3. Faber A. (2000) Efektywność wykorzystania promieniowania świetlnego przez pszenicę ozimą uprawianą na różnych glebach. *Fragm. Agron.* 4, 46 - 51.
4. Hammer GL, Wright GC. (1994) A theoretical analysis of nitrogen and radiation effects on radiation use efficiency in peanut. *Australian Journal of Agricultural Research* 45, 575–589.
5. Hay, R.K.M. , Walker K.J. (1997) *An Introduction to the Physiology of Crop Yield*. John Wiley and Sons.
6. Monteith J. L. (1977) Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 281, 277-294.

7. Muchow R. C, Davis R. (1988) Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment. II. Radiation interception and biomass accumulation. *Field Crops Research* 18, 17–30.
8. Nichiporovich A.A. (1988) Fotosinteticheskaia deyatel'nost' rastenij kak osnova ikh produktivnosti v biosfere i zemledelii, *Fotosintez i Produktsionnyj Protsses*, (1988), Nauka, Moscow.
9. Nita Z. (1999) Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *PTTZ. Żywność – Nauka, Technologia, Jakość*. Kraków 1 (18), 186 – 192.
10. Reynolds M.P., van Ginkel M., Ribaut J. (2000) Avenues for genetic modification of radiation use efficiency in wheat *J. Exp. Bot.*; 51, 459 - 473.
11. Ross, J. (1981) *The Radiation Regime and Architecture of Plant Stands*. Dr Junk, The Hague.
12. Ruimy A., Jarvis P.G., Baldocchi D.D., Saugier B. (1995) CO₂ fluxes over plant canopies and solar radiation: a review. *Advances in Ecological Research* 26, 1–68.
13. Runyon J., Waring R.H., Goward S.N., Welles J.M. (1994) Environmental limits on net primary production and light use efficiency across the Oregon transect. *Ecological Applications* 4, 226–237.
14. Sinclair T. R, Horie T. (1989) Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Science* 29, 90–98.
15. Starck Z. (2003) *Transport i dystrybucja substancji pokarmowych w roślinach*. Wyd. SGGW, Warszawa.
16. Stockle C.O., Kiniry J.R. (1990) Variability in crop radiation-use efficiency associated with vapor-pressure deficit. *Field Crop Research*, 41, 633–644.
17. Varlet-Grancher C., Bonhomme R., Sinoquet H. (1993) *Crop structure and Light Microclimate: Characterization and Applications*. INRA, 518.
18. Zadocks J.C, Chang T.T, Konzak C. F (1974) A decimal code for the growth stage of cereals. *Weed Research* 14, 415-421.

THE INFLUENCE OF PERMANENT GRASSES ON WINTER WHEAT PRODUCTIVITY IN ORGANIC AND SUSTAINABLE FARMING SYSTEMS

Repsiene R. and Skuodiene R.

Lithuanian Institute of Agriculture, Vezaiciai Branch, Vezaiciai, Klaipeda distr., Lithuania,
phone: +370 46 458233, e-mail: regina@vezaiciai.lzi.lt

Abstract

The trial was conducted in light loamy *Dystric Albeluvisol* in Western Lithuania. The influence of mixture (80 % *Trifolium pratense* L. (Tp) cv. Liepsna + 20 % *Phleum pratense* L. (Pp) cv. Gintaras II) as green manure on the productivity of wheat was investigated in the organic farming system.

No pesticides and mineral fertilisers were used in Cattle manure 60 t ha⁻¹ was applied only. Red clover aftermath was used as green manure. Mineral fertilisers and pesticides according to plant needs and 60 t ha⁻¹ of cattle manure were applied in the sustainable farming system. Perennial grasses were grown for hay. Independently of the farming system red clover content in sward during the trial execution was 98.0-99.4 %. The dry mater (DM) yield of red clover regrowth was low (1.17-1.24 t ha⁻¹), because of the lack of precipitation. Higher winter wheat yield (6.72 t ha⁻¹) was obtained from the sustainable farming system. Maintenance with nutrients was better in sustainable than in the organic farming system, where the wheat yield was 1.8 times lower. Less nitrogen and phosphorus (2.8 and 2.6 times respectively) were applied to soil with green manure in the organic farming system when compared with the sustainable farming system.

Key words

Red clover, organic and sustainable farming systems, winter wheat

Introduction

The maintenance of potential soil fertility is related to soil humus conservation (Teit, 1990). Humus reduction is often observed in intensive farming systems (Abdallahi and Dayegamiye, 2000; Tate, 1991). In order to preserve soil fertility organic material, should be applied. Plants are attributed as being one of the major factors responsible for soil fertility.

As a result, soil fertility depends on the organic carbon content, left by preceding crops, and on its decomposition rate (Burke *et al.*, 1998; Tate, 1987). These processes are determined by the different biological properties of plants, their chemical composition, soil chemical and physical properties, climatic conditions and soil as well as crop cultivation management (Larsen *et al.*, 1994; Johnston, 1986). Many authors suggest that perennial legumes due to abundant root residues, rich in biologically fixed nitrogen, exert a positive effect lasting for several years on the soil that has not been disturbed for some time (Abdallahi and Dayegamiye 2000; Robles and Burke, 1997; Romanovskaja, 2001). Therefore, due to the high demand for nutrients, it is most rational to grow winter wheat after legumes. The second cut of perennial grasses can be used as green manure for wheat (Wivstad, 1999; Arlauskienė and Maikstenienė, 2001).

The hypothesis of the trial. In the organic farming system for winter wheat fertilization the green manure-red clover aftermath was used. The mineral fertilizers were used in the sustainable farming system. Hopefully the winter wheat yield obtained from the organic farming system will be close to the yield which will be grown in the sustainable farming system.

The objective of the present study was to determine the biological value of red clover as a preceding crop for winter wheat grown on West Lithuania's *Dystric Albeluvisol*.

Materials and Methods

Experiments were carried out at the Vezaiciai Branch of the Lithuanian Institute of Agriculture (West Lithuania's region) during 2001-2004. The mixture composed of *Trifolium pratense* L. (Tp) cv. Liepsna or *Phleum Pratense* L. (Pp) cv. Gintaras II (80 % red clover + 20 % timothy) was grown in: 1) organic farming system – without pesticides and mineral fertilizers, with 60 t ha⁻¹ solid cattle manure, the second cut of perennial grasses was used as green manure, 2) sustainable farming – solid cattle manure (60 t ha⁻¹) and mineral fertilizers, pesticides were used according to the plant need. Mineral fertilizer needs were calculated according to soil agrochemical indicators. Perennial grasses were grown in the following crop rotation: 1) potatoes, 2) barley with undersown perennial grasses, 3) perennial grasses, 4) winter wheat. The soil of the experimental site is light loam *Dystric Albeluvisol*. Soil agrochemical characteristics in the organic farming system: pH_{KCl} 6.3 ± 0.06, available P₂O₅ and K₂O 155 ± 5.60 and 201 ± 11.4 mg kg⁻¹, respectively, N_{total} 0.11 ± 0.01%, humus 2.0 ± 0.12%. The soil agrochemical characteristics of the sustainable farming system are: pH_{KCl} 6.0 ± 0.07, available P₂O₅ and K₂O 191 ± 9.33 and 201 ± 15.5 mg kg⁻¹, respectively, N_{total} 0.11 ± 0.01%, humus 2.0 ± 0.10%. The chemical composition of solid manure: dry matter 28.9 %, N 0.31 %, P₂O₅ 0.21 %, K₂O 1.16%. The climatic conditions of individual months of the perennial grasses' growing season were diverse. Favourable conditions for perennial grasses were in April, May and June. In terms of temperature and rainfall amount, these months were similar to the long-term average. The most unfavourable conditions for herbage growth were in July, when the rainfall was 50 % lower and the air temperature about 3 °C higher than the long-term average. Perennial grasses were cut twice. The first cut was taken in June, and the herbage was used as hay. The second cut was taken in July, and the herbage was used as green manure.

Soil agrochemical properties (in the 0-20 cm soil layer) were established using the following methods: pH_{KCl} – by electrometric method, available phosphorus and potassium by A-L method, nitrogen by Kjeldhal, humus by Turin. The metabolizable energy was calculated by T. Tamulis (Tamulis, 1986; Jankauskas *et al.*, 2000).

The chemical composition of plants and farmyard manure was determined using the following techniques: nitrogen by Kjeldahl, phosphorus and potassium by flame photometry.

The data were processed using the software package "SELEKCIJA" (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Correlations-regressions were computed using *STAT_ENG* programme (*Excel* vers. 1.55). Symbols used in the paper: ** – data significant at a 99 % probability level.

Results and Discussion

Botanical sward analysis of different cuts was done to estimate the effects of red clover as a preceding crop on winter wheat productivity in the two farming systems (Table 1). In both the

organic and sustainable farming systems, the content of clover in the swards in the first and second cuts was similar 98.0 - 99.4 %.

Table1. The effect of farming systems on red clover content, dry matter (DM) yield and metabolizable energy (ME)

Farming system	Cut of swards	Clover content in the sward, %		DM yield, t ha ⁻¹		ME, GJ ha ⁻¹	
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V, %
Organic	1 st cut	98.2 ± 0.74	1.50	5.46 ± 0.27	9.80	44.6 ± 2.17	9.74
	2 nd cut	98.7 ± 0.53	1.08	1.17 ± 0.19	33.1	9.54 ± 1.58	33.0
Sustainable	1 st cut	98.0 ± 1.31	2.67	5.28 ± 0.31	11.8	43.1 ± 2.52	11.7
	2 nd cut	99.4 ± 0.51	1.02	1.24 ± 0.21	34.1	10.1 ± 1.73	34.2

The content of metabolizable energy varied depending on the dry matter yield of perennial grasses ($y = 0.1224x + 0.0032$, $R^2 = 0.990$, $r = 0.995^{**}$). In both farming systems (organic and sustainable) the highest metabolizable energy contents (44.6 and 43.1 GJ ha⁻¹) were accumulated in the sward yield of the first cut. Due to the unfavourable climatic conditions, mainly a shortage of moisture, (amount of rainfall 48 mm - half of the long-term rate), which resulted in a reduction in dry matter yield in the second sward cut, the content of metabolizable energy also declined.

The variation coefficient according to red clover content variation in the swards was identified for each cut in the two farming systems. Low variation coefficients (1.02-2.67 %) suggest that the red clover content (%) in the dry matter yield is stable. While analysing the amount of red clover dry matter yield (DM) and metabolizable energy (ME) variation, it was noted that it was far greater than the clover content. In the organic and sustainable farming systems the first cut of the swards is characterised by a medium DM and ME content variation (variation coefficients 9.74-11.7 %). In both farming systems the variation of DM and ME content in the second sward cut was high (33.0-34.2 %).

When crops demanding high nitrogen amounts (potatoes, wheat) are grown in the organic farming system, there is a great chance that the yield will significantly decrease. However, this may not happen if the mineral fertilizer nitrogen is effectively replaced by farmyard manure or other organic fertilizers (Bate and Foster, 1993). Unfavourable climatic conditions had a major effect on the amount of green manure (aftermath of red clover). Due to the shortage of rainfall, the herbage yield of red clover aftermath in the organic farming system was low. The soil received 1.17 t ha⁻¹ dry matter with clover which corresponds to about 4 t ha⁻¹ of solid manure. With the clover aftermath the soil received about 10 % more potassium, but 2.6 times less phosphorus and 2.8 times less nitrogen, and the grain protein content was 3.05 percentage points lower in comparison with the sustainable farming system in which mineral fertilizers were used. In the organic farming system the winter wheat grain yield was 1.8 times lower than that in the sustainable farming system.

Table 2 The effect of farming systems on the content of nutrients incorporated into the soil as well as on the winter wheat yield and its quality

Farming system	N	P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	K ₂ O	Wheat grain yield, t ha ⁻¹	Concentration of albuminous N in wheat grain, %
Organic	31.8 ± 4.54	7.52 ± 0.91	32.8 ± 5.02	3.70 ± 0.14	9.35 ± 0.63
Sustainable	90.0 ± 1.50	20.0 ± 0.50	30.0 ± 1.60	6.72 ± 0.33	12.4 ± 0.68

Conclusions

Red clover used as green manure does not have a acceptable effect on the winter wheat yield. The winter wheat yield obtained in the organic farming system made 3.70t ha⁻¹ or it was 1.8 times lower in comparison with the yield which was obtained using the sustainable farming system. The amount of red clover aftermath (used for green manure) was low (1.17 t ha⁻¹ DM) due to the shortage of rainfall. So the content of nitrogen incorporated into the soil with the red clover aftermath was 2.8 times and phosphorus 2.6 times less when compared with mineral fertilization

treatments. Sustainable farming system provided a better nutrient supply to winter wheat, which had a positive effect on grain yield, which amounted to 6.72 t ha⁻¹.

References

1. Abdallahi M. M., Dayegamiye A. N. (2000) Effect of green manures on soil physical and biological properties and on wheat yields and N uptake. *Canadian Journal of Soil Science*, 80 (1), 81-89.
2. Arlauskienė A., Maikstienė S. (2001) Biological value of leguminous plants as preceding crops in the agroecosystem. *Agricultural Sciences. The Lithuanian academy of sciences*, 1, 23-29 (In Lithuanian).
3. Bate M. T., Forster D. I. (1993) Organic agriculture in Ohio: An economic perspective. *Production Agriculture*, 6 (4), 536-542.
4. Burke I. C., Lauenroth W. K., Vinton M. A. et al. (1998) Plant – soil interactions in temperate grasslands. *Biochemistry*, 49 (3), 121-143.
5. Jankauskas B., Jankauskienė G., Svedas A. (2000) Comparison of the methods for the calculation of food energy value. *Agriculture. Scientific Articles*, 72, 239-251 (In Lithuanian).
6. Johnston A. E. (1986) Soil organic matter effects on soils and crops. *Soil Use and Management*, 3, 596-624.
7. Larsen W. E., Eynard A., Hadas A. et al. (1994) Control and avoidance of soil compaction in practice. Soil compaction in crop production. Amsterdam, the Netherlands Elsevier Science B.V. 597-625.
8. Tamulis T. (1986) *Chemical composition of forage and sustenance*. Mokslas Vilnius, Lithuanian -278.
9. Tarakanovas P., Raudonius S. (2003) Statistical analysis of the data of agronomical investigations in using computer programs ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT from package SELEKCIJA and IRRISTAT. *Akademija*, 57 (In Lithuanian).
10. Tate R. L. (1987) Soil organic Matter-Biological and Ecological Effects. Wiley, New York. 218-237.
11. Robles M. D., Burke I. C. (1997) Legume, grass and conservation reserve program effects on soil organic matter recovery. *Ecological Application*, 7 (2), 345-357.
12. Romanovskaja D. (2001) The effect of organic fertilizers on accumulation of organic matter and on dynamics of mineral nitrogen in soddy-podzolic sandy loam soil. *Agricultural Sciences. The Lithuanian academy of sciences*, 1, 3-10 (In Lithuanian).
13. Wivstad M. (1999) Nitrogen mineralization and crop uptake of N from decomposing N-15 labelled red clover and yellow sweet clover plant fractions of different age. *Plant and Soil*. 208 (1), 21-31.

SEED PRODUCTION OF FODDER GALEGA (GALEGA ORIENTALIS LAM.) AND SEED STORAGE

Slepetys J.

Department of Plant Nutrition and Agroecology, Lithuanian Institute of Agriculture, Akademija 58344, Kedainiai distr., Lithuania, e-mail: jonas.slepetys@lzi.lt

Abstract

The objectives of this work were as follows: 1) to identify fodder galega optimal seed harvesting time and method; 2) to study changes in seed germination during storage. Experiments were carried out during 1996-2006. Seed harvesting was studied for four years in the seed production crop of the first-fourth year of use. Fodder galega seed was harvested using two methods after 60 %, 80 %, and 90 % of pods had matured and 14 days after the last term. In 1999 the harvested seed was placed for storage. Seed quality changes were studied for seven years, storing the seed in a heated and unheated storage in paper bags. The highest seed yield was obtained when fodder galega was harvested using direct combine harvesting with prior defoliation, when 90 % of pods had matured. In drier weather the seed can be harvested using the swath harvesting method. Due to the low seed shattering it is not expedient to hasten fodder galega harvesting, and is better to adjust to more favourable weather conditions. In the dry year of 1999 seed germination was not dependent on the harvesting time and method and was 92-98%. After five years' storage in a heated storage seed germination (82-89 %) changed little, in an unheated storage seed germination declined to 19-40 %. In an unheated storage the seed preserved best when was completely mature. A conclusion can be made that in an unheated storage in paper bags the seed can be securely stored for only two years and in a heated storage – for five -six years.

Key words

Galega orientalis, seed yield, harvesting time, seed storage

Introduction

In Lithuania the total area with perennial grasses was 1.33 million hectares in 2006. The most important legumes are white clover, red clover and lucerne, which are commonly grown with grasses. Farmers are looking for new legumes, characterised by longevity and a high adaptability to growing conditions. Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) is one of the longest – persisting plants in swards, which is capable of fixing atmospheric nitrogen and notable for a high productivity (Virkajarvi and Varis, 1991; Raig, 1994; Adamovich 2000). Attempts have been made to grow fodder galega on extensively used or conserved soils, used up quarries and dug off peatbogs. Fodder galega cultivation protects the soil from erosion and prevents the spread of weeds. (Vavilov and Kondratjev, 1975). Galega can be grown on various soils if they are not acid and waterlogged. (Raig and Nommsalu, 2001) According to soil requirements, fodder galega is similar to lucerne and saifoin, but can produce very high yield. Experimental data show that this long – lived plant survives in pure stand for 15-19 years (Drikis, 1995; Adamovich, 2000). Fodder galega has some disadvantages, such as very slow development in the sowing year and in the first year of use and sensitivity to frequent cutting or grazing (Raig, 1994; Lillak and Laidna, 1999; Moller et al., 1997). Compared with other legumes (clover, lucerne) little research has been done on its cultivation. Research evidence on fodder galega cultivation for seed is even scarcer. During the recent years the demand for galega seed has been on a steady increased, however, the amounts produced still cannot meet the demand. As a result, it is very important to increase galega seed yield. The experimental objectives were as follows: 1) to identify fodder galega optimal seed harvesting time and method; 2) to study changes in seed germination during storage.

Materials and Methods

Experiments were carried out during 1996-2006. Four field experiments were carried out on a sod gleyic loam soil (Epicalcari – Endohypogleic Cambisol in the central part of Lithuania (55023' N, 230 51' E). The soil contained on average 2.63% of humus, 0.17N, 104mg kg⁻¹ of P, 125mg kg⁻¹ of K and pH 7.0. Fodder galega (cv. 'Gale') was sown at a seed rate of 10 kg ha⁻¹ and at row spacing of 23 cm with a cover crop of spring barley. The experiment was designed as a randomized complete block with 4 replications and a plot size of 2.5m × 14.0m. Seed harvesting was investigated for four years in a fodder galega seed production crop of the first – fourth year of use. Fodder galega seed was harvested using swath and direct combine harvesting after 60±5%, 80±5% and 90±5% of pods had matured and 14 days after the last term. The analysis of galega pods maturity was made twice a week starting with the fifth – sixth week from the beginning of flowering. For this purpose, 4-6 samples from each 0.25m² plot were cut from representative places of the stand. The pods picked from a stem were divided into 4 groups of maturity: green, yellowish – green, yellow – semibrown and dark brown. Seed harvesting time was determined according to the number of brown and yellow – semibrown pods, expressed in per cent. Prior to direct harvesting fodder galega crops defoliated using 5 l ha⁻¹ Reglon. The crop was thrashed by a combine Sampo 500 after 5-7 days. Fodder galega cut into thin swaths was dried on 20-30 cm high stubble for the same number of days. Then it was thrashed by a combine. The seed was dried, cleaned and seed quality was estimated. Seed yield data were corrected to 100% purity and 13% moisture content. In 1999 the seed was left for quality testing. The seed was stored for 5 years in different conditions in 1kg paper bags in two different places, in a winter-heated room and unheated wooden storage at a relative air humidity varying from 35% to 85%.

Results and Discussion

Fodder galega crop flowered for 24-48 days irrespective of the weather conditions. Due to the lengthy flowering, seed ripening was uneven. Even when most of the pods had turned brown, part of pods were still green, underdeveloped, and part of the inflorescences were still flowering. Having marked individual inflorescences we determined seed quality in the groups of various

ripeness for the treatments harvested by different methods (Table 1). When fodder galega pods were green, the seed harvested by different methods were still underdeveloped, 1000 seed weight amounted to 4.11-5.31g. Seed germination was low 52-72% and did not meet the standard. In more mature yellow or semibrown pods the seed had reached the weight maximum and the germination still had a tendency to increase. The quality of the seed of this pod maturity group was similar to the quality of fully ripe seed. Consequently, harvesting time of fodder galega seed crop can be determined according to the content of yellow and brown pods in the crop.

Table 1 Fodder galega seed quality of different maturation and harvested by different methods (mean of 1996-1999)

Harvesting method	Green pods, green seed		Yellowing-green pods, green seed		Yellow pods, light yellow seed		Brown pods, yellow seed	
	1000 seed weight, g	germination, %	1000 seed weight, g	germination, %	1000 seed weight, g	germination, %	1000 seed weight, g	germination, %
Swath	4.11	62	6.32	81	7.19	87	6.70	90
Direct after defoliation	4.24	52	6.02	81	6.89	82	6.88	92
Direct without defoliation	5.31	72	7.10	88	6.95	82	6.69	89
LSD _{0,05}	1.01	29	0.54	5	0.54	8	0.46	6

Fodder galega seed yield is generally higher than that of other legumes and depends on the age of the crop and the weather conditions (Vavilov and Kondratjev, 1975; Raig, 1994). During our experimental period the highest rate of precipitation fell in 1998. The driest growing season occurred in 1999. The lowest seed yield was produced by fodder galega in the first year of use (Table 2). Due to the drought and frosts in May the seed yield in the fourth year of use declined more than twice compared with the seed yield in the second and third year of use. Averaged data from four years indicate that the highest seed yield 521 kg ha⁻¹ was obtained when fodder galega was direct-harvested after 90% of pods had ripened. Comparison of swath harvesting and direct harvesting involving defoliation shows that for two years significantly higher seed yield was obtained in the direct harvesting treatment, in the other two years the seed yield was similar for both harvesting methods. When the seed was harvested without defoliation the seed yields obtained were significantly lower. Only in very dry year 1999 the seed yields were similar for both direct harvesting with prior application of the defoliant region and for seed harvesting without defoliation. Most researchers consider direct harvesting method as the main and recommend harvesting fodder galega after 70-80% pods had matured (Vavilov and Kondratjev, 1975; Spruogis,1999). Early harvesting of fodder galega when 60% of pods had ripened was not justified. Lower seed yields were obtained in all years of use. A two-week delay in harvesting resulted in a seed yield reduction, however, this decline was significant not every year.

Table 2. Fodder galega seed yield, harvested by different methods and at different times

Method of harvesting	Matured pods, %	Seed yield, kg ha ⁻¹				Average
		1996	1997	1998	1999	
Swath	60±5	107	532	493	184	329
Swath	80±5	144	643	703	239	432
Direct	80±5	187	639	748	272	462
Swath	90±5	192	737	728	282	485
Direct	90±5	235	758	775	315	521
Direct×	90±5	183	662	685	316	462
Swatha		177	650	714	272	453
Direct a		202	655	709	315	470
Directa×		168	603	673	332	444
LSD _{0,05}		14	56	80	33	26

a - harvesting 14 days after last term

× - direct harvesting without defoliation

Consequently, fodder galega harvesting should not be hastened and one can adjust to the weather conditions. In drier weather one can use swath harvesting, while in wetter years one should use direct harvesting with prior defoliation of the crop. Seed germination when the crop was harvested at the earliest dates only in 1996 did not meet the standard (80%). Galega seed quality indicators averaged over four years are presented in Table 3. Even when the seed had been harvested at the earliest date, its germination was 86 %. When thrashing later, seed germination insignificantly increased. The highest germination was achieved when 90 % of pods had ripened, when 66 days had elapsed from the start of flowering. Harvesting method and delay of harvesting did not have any significant effect on seed germination. The lowest 1000 seed weight was recorded when the seed was harvested at the stage when 60 % of pods had matured. With delayed harvesting after complete maturity the seed weight consistently declined. The highest moisture content of thrashed seed and chaff was identified when galega had been thrashed direct without desiccation. The moisture content of pure seed was low 11.1-14.7 % in all treatments.

Table 3. Fodder galega seed quality, harvested by different methods (mean of 1996-1999)

Method of harvesting	Sum of days from start of flowering to harvesting	Moisture seed and chaff after harvesting	Moisture pure seed, %	Weight of 1000 seed, g	Germination, %
Swath	53	25.2	12.8	6.82	86
Swath	60	23.4	13.7	7.02	90
Direct	60	31.8	14.7	7.00	86
Swath	66	22.2	11.1	7.09	87
Direct	66	23.5	11.2	7.21	92
Direct×	66	38.4	13.4	7.04	86
Swatha	80	27.4	10.7	6.92	90
Directa	80	33.4	11.5	6.94	88
Directa×	80	43.4	11.7	6.98	90
LSD _{0.05}		9.1	2.9	0.22	8

a - harvesting 14 days after last term

× -direct harvesting without defoliation

In 1999 germination of the seed that was placed for a seven-year storage period amounted to 92-98% (Table 4).

Table4. Variation of fodder galega seed germination harvested in 1999 and stored in a heated (ht) and in an unheated (un) storage over seven years, %

Method of harvesting	Matured pods, %	Germination, %										
		1999	2001		2002		2004		2005		2006	
			ht	un	ht	un	ht	un	ht	un	ht	un
Swath	60±5	95	84	86	91	49	82	22	74	22	46	11
Swath	80±5	96	89	81	90	62	86	29	70	21	52	12
Direct	80±5	95	86	85	84	60	84	19	83	20	58	16
Swath	90±5	98	88	83	91	64	87	33	78	36	76	18
Direct	90±5	95	89	84	91	59	86	40	80	29	61	17
Direct×	90±5	97	91	86	92	64	85	37	82	22	57	21
Swatha		95	93	89	89	55	85	31	79	24	50	20
Directa		92	91	82	82	53	89	23	84	21	38	11
Directa×		95	89	87	87	59	86	22	82	24	49	13
For trial		3	8		7		5		5		7	
LSD _{0.05}												
Mean		95	89	85	89	58	79	32	79	24	54	15
For storage		3	3		2		2		2		2	
LSD _{0.05}												

a - harvesting 14 days after last term.

× - direct harvesting without defoliation

The average content of hard seed was 26% (16-41%), seed moisture 8.5-9.6%. A sharp significant decline (up to 49-64%) in the germination of the seed stored in the unheated storage occurred in the third year of storage, whereas in the heated storage the seed germination varied insignificantly and totalled 84-91%. In the fifth storage year in the unheated storage better germination was exhibited by the seed harvested when matured pods accounted for 90%. The germination of seed stored in the heated room differed inappreciably and met the standard. In the sixth year of storage (2005) seed germination declined to 70-84 %. The greatest reduction occurred when the seed had been swath - harvested immature at the first harvesting dates. This leads to the conclusion that when immature seed is harvested it loses germination more rapidly during storage compared with the seed harvested at complete maturity. The seed germination sharply declined to 54 % (38-76 %) in the seventh year of storage (2006). The germination of seed stored in an unheated storage was extremely low 11-21 %. In order to preserve seed germination (viability) for a longer period, it should be stored in heated storage.

Conclusions

The best seed harvesting time of fodder galega is when 90% of pods have ripened. Due to the strong attachment of pods to stems it is not expedient to hasten harvesting. Harvesting time and method can be chosen subject to the weather conditions. In rainy weather it is better to use direct harvesting with a prior defoliation. After three years in an unheated storage seed germination dramatically declines and does not meet the standard. In an unheated storage in paper bags the seed can be securely stored for only two years and in a heated storage – for five -six years.

References

1. Adamovich, A. (2000) Productive longevity of eastern galega (*Galega orientalis* Lam.) / grass sward. In: Soeggard, K. et al. (eds) Grassland farming. Grassland Science in Europe, Vol. 5, 100-103.
2. Drikis, J. (1995) Eastern galega and alfa alfa grown in pure stands and in mixtures, their yielding capacity and yield quality. Jelgava, 84.
3. Lillak, R. and Laidna, T. (1999) Productivity of long - term forage legumes depending on growing conditions. In: Bartkaitė, O. et al. (eds). Horticulture and vegetable growing. Baktai, Vol. 19(3)-2, pp. 62-72.
4. Moller E., Hostrup S.B., Boelt B. (1997) Yield and quality of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) at different harvest managements compared with lucerne (*Medicago sativa* L.) // Acta Agricultural Scandinavica. Soil and Plant Science.- 1997, 47, 89-97.
5. Raig, H. (1994) Advances in the research of the new fodder crop *Galega orientalis* Lam. In: Nommsalu, H.(ed.) Fodder Galega (*Galega orientalis* Lam.) research in Estonia. The Estonian Research Institute of Agriculture, Saku, 5-24.
6. Raig, H. and Nommsalu, H. Biological characterisation of fodder galega. In: Nommsalu H. (ed.) Fodder galega. Saku. 2001, 15-22.
7. Spruogis, V. (1999) Technology of growing fodder galega for forage and seed. Kaunas,- 70 . (In Lithuanian)
8. Vavilov, P.P. and Kondratev, A.A. (1975) New fodder crops. Moscow, 227-247 (In Russian).
9. Virkajarvi, P. and Varis, E. (1991) The effect of cutting times on goat's rue. (*Galega orientalis* Lam.) leys. Journal of Agricultural Science in Finland, 63, 391-402.

INTEGRATED EFFECTS OF ACID SUBSTRATUM AND HEAVY METALS (COPPER AND CADMIUM) ON RED CLOVER

Slepetyš J.¹, Siksnianienė J.², Brazaitė A.², Kadziulienė Z.¹ and Duchovskis P.²

¹Lithuanian Institute of Agriculture, LT-58344 Akademija, Kedainiai distr., Lithuania

²Lithuanian Institute of Horticulture, LT-54333 Babtai, Kaunas distr., Lithuania,

e-mail: jonas.slepetyš@lzi.lt

Abstract

The aim of the present work was to study the integrated effects of substratum acidity and heavy metals (copper and cadmium) on the adaptation of red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivar Liepsna at different ambient temperatures in the phytotron of the Lithuanian Institute of Horticulture. Changes in photosynthetic pigment system, plant height and shoot mass were indicators of plant adaptation to unfavourable environmental factors. We identified the number of clover inflorescences, concentration of nitrogen and sulphur in stems, leaves and inflorescences. At temperatures above (27-20°C) clover produced a lower shoot mass and was more sensitive to the effect of pollutants and adapted less to this effect than clover growing at optimal temperatures (21-17°C). Higher temperature enhanced sulphur accumulation in clover stems and inflorescences. Copper increased shoot mass of clover and acted as a fertilizer at optimal temperature. Copper decreased clover mass at higher temperature. It was established that in many cases after primary effect of pollutants plant photosynthetic pigment system adjusted to any additional effects of other pollutants.

Key words

Trifolium pratense, heavy metals, substratum acidity, carotenoids, chlorophylls.

Introduction

The ability of plants to adjust to the changing climate and environmental conditions is currently becoming one of the most relevant scientific issues and has an undoubted practical significance. Environmental pollution with heavy metals or acid rain has become an important factor that determines plant growth, development and productivity (Hoffmann, Persons, 1997). Such stress causes changes in physiological processes, and the consequences of the effect are determined by plant species, the outcome of the exposition is determined by plant species, variety, exposition time or strength (Larcher, 1995; Das *et al.*, 1997; Alexieva *et al.*, 2003). Most heavy metals are necessary for plants, however, their excess inhibits growth and development, suppresses photosynthesis, synthesis of photosynthetic pigments, metabolism and other processes (Das *et al.*, 1997; Peralta *et al.*, 2000). Acidification of field and forest soils is an undesirable phenomenon, since agricultural crop yields decline in acid soils. Acid rain promotes soil acidification and various crops respond differently to this situation (Larcher, 1995; Tong GuanHe, 2005). Some crop species grow better, some do not respond and some perform worse (Neufeld *et al.*, 1985; Tong GuanHe, 2005).

One of the indicators which allows determination of plant adaptive properties could be the operation of photosynthetic apparatus and the content of pigments in leaves which determine its performance. Cadmium was found to strongly inhibit the accumulation of chlorophylls in the leaves of maize (Lagriffoul *et al.*, 1998), beans (Neelu *et al.*, 2000), barley while carotenoids were found to be less sensitive to its effect (Neelu *et al.*, 2000). High copper content inhibits photosynthetic processes and reduces chlorophyll content which is related to internal breakdown of chloroplast structure (Maksymiec, 1997). The effect of acid rain on the performance of photosynthetic apparatus is determined by a plant species. For some species the content of pigments declines, and for instance, in the needles of various pine species it does not change or even increase (Anderson *et al.*, 1997).

The objective of the present study was to investigate physiological response of red clover to the exposure to differentiated and complex acid substrate and cadmium and copper ions and to explore plant adaptive capacity to adjust to these stressors.

Materials and Methods

Experiments were done at the Lithuanian Institute of Horticulture's phytotron complex where we investigated the effects of substrate acidity and heavy metals on red clover (*Trifolium pratense* L.) cv. 'Liepsna' at different ambient temperatures. For this experiment we chose one of the most toxic heavy metals cadmium and copper, which is attributed to trace elements. The plants were grown in peat substrate in 5 l pots, in three replications. Each pot was sown with 30 seeds of clover. The emerged seedlings were singled leaving 10 per pot. Clover was grown in a greenhouse for 45 days at 20°C. At 4-5 leaf stage the plants were transferred to phytochambers to induce flowering and were kept for 35 days at +4°C at 8 h photoperiod. After flowering induction the plants were transferred to phytotron chambers (in one chamber the temperature during the daytime was 21°C, at night 17°C (optimal), in the other chamber 27°C during the daytime and 20°C at night (high), photoperiod 16 h, source of light SON-T Agro (PHILIPS) lamps.

The experiment was done in two stages. For adaptation tests acid concentration was 6 ml H₂SO₄ l⁻¹ water, the concentration of cadmium ions was 0.16 mM 3CdSO₄·8H₂O (0,123g l⁻¹), and the concentration of copper ions was 2 mM CuSO₄·5H₂O (0,499g l⁻¹). Before sowing, peat substrate of slightly acid reaction (pH 6-6.5) was irrigated with these solutions. Each pot received 0.5 l solution. The pH level of the acid-irrigated substrate was 4.0. The acid concentration for the main exposure was 6 ml H₂SO₄ l⁻¹ water, the concentration of cadmium was 0.16 mM 3CdSO₄·8H₂O (0.123g l⁻¹), the concentration of copper was 4 mM CuSO₄·5H₂O (0.998g l⁻¹). Each pot received 0.5 l of the solution. The ions of cadmium and copper did not change substrate acidity, whereas the pH of the substrate irrigated with acid solution increased (pH 3.3 – 3.8). The check plants were irrigated with tap water. Upon completion of the adaptation period, which lasted for 10 days, plant height was measured and analysis of photosynthetic pigments was carried out. After the main exposure which lasted for 14 days, we measured again plant height and overground phytomass and carried out analysis of photosynthetic pigments. The number of flowers per pot was identified, as well as nitrogen and sulphur concentration in stems, leaves and inflorescences.

Pigment content in green leaves of clover was measured in 100% acetone extraction using a spectrophotometer "Genesys 6" ThermoSpectronic, USA (Wettstein, 1957). Nitrogen and sulphur concentrations were analysed by dry combustion using "Vario EL III" instrument.

Results

Before the first (adaptation) stage clover was 33-35 cm in height, at the beginning of bud formation growth stage. Having exposed to contaminants, after adaptation stage, which lasted for 10 days, clover height was uneven. Only water-irrigated clover at optimal temperature grew up to 39.5-41.7 cm, and the clover plants exposed to 2 mM copper sulphate solution were 44.2-46.1 cm in height. The height of plants exposed to cadmium ions or acid at optimal or higher temperatures changed inappreciably during the adaptation period (Table 1).

Table 1. Height, phytomass dry matter (DM), and number of inflorescences (heads) of clover as affected by exposure to contaminants

Treatment*	Optimal temperature				High temperature			
	clover height, cm		DM g/pot	heads per pot	clover height, cm		DM g/pot	heads per pot
	after adaptation	at the end of the test			after adaptation	at the end of the test		
K+K	41.7	48.8	13.2	19	40.6	42.9	8.4	17
K+R	40.3	44.6	12.7	21	39.5	42.6	9.5	15
K+Cu	42.1	53.2	14.6	22	37.2	38.4	8.2	14
K+Cd	39.5	45.5	12.1	19	37.4	38.7	8.7	21
R+K	43.3	50.3	11.7	16	38.4	40.5	6.5	11
R+R	40.2	45.3	10.8	15	39.0	40.3	7.4	14
R+Cu	39.4	48.4	10.8	8	39.1	39.9	6.5	7
R+Cd	42.7	48.7	9.9	10	40.6	42.7	7.5	12
Cu+K	44.3	50.5	12.9	17	40.1	42.9	9.7	15
Cu+R	46.1	53.6	14.4	23	41.4	43.7	7.0	7
Cu+Cu	43.2	55.7	15.2	23	40.7	42.7	6.0	12
Cu+Cd	44.2	54.4	12.5	17	41.3	44.4	9.4	16
Cd+K	41.3	48.3	13.6	17	38.0	38.4	5.6	8
Cd+R	42.2	53.4	16.0	22	44.1	49.4	7.8	7
Cd+Cu	43.2	54.3	15.3	26	39.4	40.8	7.3	9
Cd+Cd	41.0	47.7	12.8	18	38.4	38.9	7.0	12
LSD _{0,05}	8.8	4.6	1.6	5.1	4.3	4.2	1.2	4.8

*The first letter-mode of exposure during the adaptation stage. The second letter -during the main stage. K – Plants irrigated by water. R –Exposed to 6 ml H₂SO_{4 up} to one litre diluted water solution
 Cd –Exposed to 0.16 mM 3 CdSO₄·8 H₂O solution. Cu –During adaptation stage irrigated with 2 mM CuSO₄·5 H₂O solution. During the main stage –irrigated with 4 mM CuSO₄·5 H₂O solution.

After the main stage clover flowered abundantly at optimal temperature, the plants were taller than those that grew at higher temperature and were at the end of flowering stage. Plants grew the tallest when at least once had been exposed to copper ions during the adaptation or main stage.

At optimal temperature the highest increase in plant height was obtained when copper sulphate had been used during the adaptation and the main stage or during the first stage the plants had been exposed to cadmium ions and during the second stage to acid or copper ions. This is also confirmed by the dry matter data of clover overground phytomass. In these treatments phytomass was significantly higher than in the check treatment where clover was irrigated by water. At higher temperature, significantly more phytomass was accumulated only in one case when in adaptation stage the plants were exposed to copper ions and in the main stage the plants were irrigated by water. Phytomass significantly declined, unlike at lower temperature, when in adaptation and main stages clover was exposed to copper ions. Our findings suggest that clover that grew at higher temperature produced less overground phytomass than that grown at optimal temperature, and contaminants reduced overground phytomass of clover. The clover that grew at optimal temperature formed more inflorescences than the clover that grew at higher temperature. Heavy metal salts with acid (R+Cu, Cu+R, Cd+R) had the greatest inhibiting effect on inflorescence formation.

After exposure of the clover plants in the main stage at optimal temperature to Cu ions, the content of photosynthetic pigments declined, except for the plants that had been exposed to acid in adaptation stage. Exposure to Cu and Cd ions in the adaptation stage did not exert any effect on the content of photosynthetic pigments (Fig. 1a). The content of chlorophyll a in the plants that grew at high temperature increased only for the plants that had been exposed to Cu ions in the adaptation stage, however, the differences were not significant (Fig. 1b).

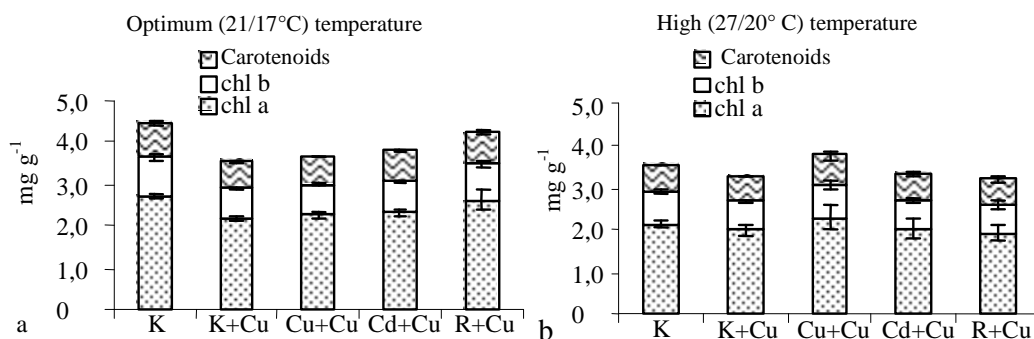


Figure 1. The impact of copper ions and temperature on the accumulation of photosynthetic pigments in red clover leaves after the main effect

K – plants irrigated by water. K+Cu – in the adaptation stage irrigated by water, in the main – 4 mM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ solution. Cu+Cu – in the adaptation stage irrigated by 2 mM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ solution, in the main – 4 mM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ solution. Cd+Cu – in the adaptation stage irrigated by 0.16 mM $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ solution, in the main – 4 mM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ solution. R+Cu – in the adaptation stage irrigated by 6 ml $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{l}^{-1}$ water, in the main 4 mM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ solution

After the main stage, having exposed to Cd ions, the content of photosynthetic pigments declined for the plants growing at optimal temperature, except for the plants that had been exposed to acid in the adaptation stage in which the content of photosynthetic pigments increased (Fig. 2a). The content of photosynthetic pigments in the plants that grew at high temperature increased only for those that had been exposed to Cu ions in the adaptation stage or for those that had not been exposed to any contaminants at this stage (Fig 2b).

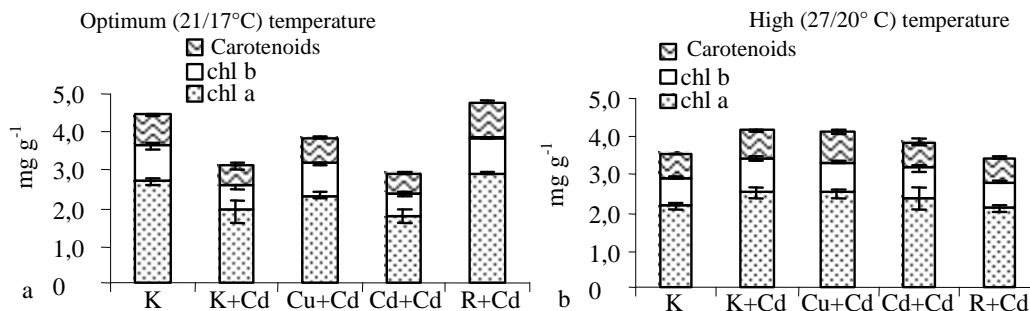


Figure 2. The impact of cadmium ions and temperature on the accumulation of photosynthetic pigments in red clover leaves after the main exposure

K – plants irrigated by water. K+Cd – in the adaptation stage irrigated by water, in the main – 0.16 mM $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ solution. Cu+Cd – in the adaptation stage irrigated by 2 mM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ solution, in the main – 0.16 mM $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ solution, Cd+Cd – in the adaptation stage irrigated by 0.16 mM $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ solution, in the main – 0.16 mM $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ solution, R+Cd – in the adaptation stage irrigated by 6 ml $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{l}^{-1}$ water, in the main 0.16 mM $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ solution

Higher contents of sulphur accumulated in the stems and leaves of clover plants that grew at higher temperature, whereas nitrogen contents were similar to those identified in the plants grown at optimal temperature. The highest contents of sulphur accumulated when in the adaptation stage the plants had been exposed to acid, and in the main stage to acid or heavy metal ions. The ratio of nitrogen to sulphur in the vegetative parts (stems and leaves) was higher when plants grew

at optimal temperature. Lower contents of sulphur accumulated in inflorescences both for the plants grown at higher and lower temperatures, while nitrogen contents were similar to those in the vegetative plant parts. As a result, nitrogen to sulphur ratio in inflorescences was higher than in the vegetative parts.

Discussion

Red clover like other plants and living organisms, when exposed to a complex of environmental factors, respond respectively and adjust. Optimal temperature for red clover to grow is 20-25°C, but it also grows at 7-40°C. Temperatures above optimal and those above 30°C had a greater negative effect on root growth rather than on stem growth (Frame *et al.*, 1998). In our experiments higher temperatures exerted a negative impact on clover growth and adaptation.

As many authors indicate, the effect of stress on plants is determined by stress duration and strength (Larcher, 1995; Godbold, 1998; Alexieva *et al.*, 2003). After the adaptation period, when the effect of acid, copper and cadmium ions was relatively low, the content of chlorophylls a and b did not change and that of carotenoids declined. In plants grown at high temperature, after adaptation exposure to contaminants, the contents of chlorophylls a and b declined (Fig 1). Other authors suggest that with increasing temperatures the toxic effect of heavy metals increases (Öncel *et al.*, 2000).

Assuming that in the case when at initial (adaptation) stage plants exposed to certain contaminants after the second exposure synthesize the same amount or more photosynthetic pigments, we can assert that they adapt to the effects of contaminants and either do not respond to additional exposure or respond less. After the main exposure to acid and copper ions, at optimal temperature the content of chlorophylls a and b increased compared with adaptation stage. After the main exposure to cadmium ions the contents of chlorophylls a and b increased only for those plants that had been exposed to copper ions and acid at adaptation stage (Figs. 1a, 2a). Our findings suggest that red clover adapted to a certain extent to the effects of contaminants. Previous research showed that in the adaptation stage plant pigment system rather often responds to the exposure to contaminants by increased concentration of chlorophylls and carotenoids in leaves (Dukhovskis *et al.*, 2003). In plants that in the adaptation stage had been exposed to cadmium ions and had been additionally exposed to cadmium ions, the content of chlorophylls markedly declined. This indicates that exposure to cadmium ions during adaptation period did not trigger clover adaptation mechanisms for additional exposure to cadmium. After exposure to acid, copper and cadmium ions at high temperature, the content of chlorophylls either increased or remained unchanged (Figs. 1b, 2b). As a result, we can state that at high temperature plants also adapted to the effects of contaminants to a certain degree.

Conclusions

The clover plants that grow at higher temperature (27-20°C) produce less overground phytomass, are more sensitive to the exposure to contaminants and adapt harder to such effect than the plants that grow at optimal temperature (21-17°C). Higher temperature promotes sulphur accumulation in clover stems and inflorescences.

Copper stimulates accumulation of clover overground phytomass and at optimal temperature acts as a fertilizer. At higher temperature copper reduces phytomass.

After initial exposure to contaminants (acids, cadmium and copper ions) the system of photosynthetic pigments of clover adapts to any exposure to other substances.

References

1. Alexieva A., Ivanov S., Sergiev I., Karanov E. (2003) Interaction between stresses // Bulgarian Journal of plant physiology, Special issue, 1-17.
2. Anderson Paul D., Houpi James L.J., Helms Jonh A., Momen Bahran. (1997) Seasonal variation of gas Exchange and pigmentation in branches of three grafted cones of mature ponderosa pine exposed to ozone and acid rain // Environ. Pollut. Vol.97. N 3, 253-263.
3. Das P., Samantaray S., Rout G.R. (1997) Studies on cadmium toxicity in plants: a review // Environmental Pollution. Vol. 98. N 1, 29-39.

4. Dukhovskis P., Juknys R., Brazaityte A., Zukauskaitė I. (2003) Plant response to integrated impact of natural and anthropogenic stress factors // Russian Journal of Plant Physiology. Vol. 50. N 2, 147-154.
5. Godbold D.L. (1998) Stress concepts and forest trees // Chemosphere. Vol. 36. N 4-5, 859-864.
6. Frame J., Charlton J.F.L., Laidlaw A.S. Temperate Forage Legumes. UK, Wallingford: CAB International, 1998.- 327.
7. Hoffmann A., Persons P. A. (1997) Extreme Environmental Change and Evolution. Cambridge university press, UK. -259.
8. Lagriffoul A., Mocquot B., Mench M., Vangronsveld J. (1998) Cadmium toxicity effects on growth, mineral and chlorophyll contents, and activities of stress related enzymes in young maize plants (*Zea mays* L.) // Plant and Soil. Vol. 200. N, 241-250.
9. Larcher W.P. (1995) Physiological Plant Ecology. N.Y. Springer-Verlag -506.
10. Maksymiec W. (1997) Effect of copper on cellular processes in higher plants // Photosynthetica. Vol. 34. N 3, 321-342.
11. Neelu M. K., Manju T., Bhatnagar A.K. (2000) Influence of cadmium on growth and development of *Vicia faba* Linn. // Indian Journal of Experimental Biology. Vol. 38. N 8, 819-823.
12. Neufeld H.S. Jernstedt J.A., Haines B.L. (1985) Direct foliar effects of simulated acid rain. I. Damage, growth and gas exchange // New Phytol. No.99, 389-405.
13. Öncel I., Keles Y., Üstün A.S. (2000) Interactive effects of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in wheat seedlings // Environ. Pollut.. Vol. 107. N 3, 315-320.
14. Peralta J.R., Gardea-Torresdey J.L., Tiemann K.J., Gomez E., Arteaga S., Rascon E., Parsons J.G. (2000) Study of the effects of heavy metals on seed germination and plant growth on alfalfa plant (*Medicago sativa*) grown in solid media // Proceedings of the Conference on Hazardous Waste Research, Denver, Colorado, May 23-25, 134-140.
15. Tong GuanHe. (2005) Effect of simulated acid-rain-induced acidification of soil on growth and development of wheat seedlings // Rural Eco-Environment. Vol. 21. N 1, 47-50.
16. Wettstein D. (1957) Chlorophyll Letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden. Experimental cell research 12, 427.

**DAŽU AGROTEHNISKO METOŽU IZVĒRTĒJUMS KARTUPEĻU SĒKLAUDZĒŠANĀ
BIOĻĢISKAJĀ LAUKSAIMNIECĪBĀ
THE EVALUATION OF SOME GROWING METHODS IN POTATO SEED
PRODUCTION FOR ORGANIC FARMING**

Skrabule I.

Valsts Priekuli laukaugu selekcijas institūts, Zinātnes iela 1A, Priekuli, Cēsu raj. Latvija, LV 4126,
State Priekuli Plant Breeding Institute, Zinatnes 1A, Priekuli, Cesis, Latvia, LV-4126
phone: +371 64130162, e-mail: skrabuleilze@navigator.lv

Abstract

The application of mineral fertilisers and pesticides is not allowed in organic farming. The exploitation of some crop management methods were evaluated in potato seed production. The choice of the potato variety that is able to use the nutrition from soil effectively and is resistant to most harmful pathogens is essential in organic farming. Three varieties with different maturity time and relative resistance to the most dangerous potato disease – late blight (LB) were included in the trials: ‘Borodjanskij Rozovij’ (early, LB sensitive), ‘Lenora’ (second early, LB medium resistant), ‘Sigunda’ (medium late, LB resistant). The shortening of the growing season would help potato plants avoid from pest’s attacks. The potato seed tuber presprouting hastens plant development in the field. About two to four weeks old presprouted tubers and tubers without sprouting were used as seed material. The microclimate between sparse plants is less favourable for pest development. Three different planting distances were used in the trial: 0.30, 0.15, 0.45 m. The yield, starch content, tuber size and pest damage were evaluated and compared between the variants. The potato variety determined LB and early blight damage on potato leaves, yield, and tuber size. The presprouting of seed tubers influenced the germination speed, the amount of germinated plants from planted tubers, in some cases yield, early blight damage on the leaves and tuber size. The planting distance had a significant impact on tuber size; in some cases on tuber yield.

Key words

Organic farming, potato, variety, presprouting, planting distance.

Kopsavilkums

Pētījuma mērķis bija izvērtēt dažādu agrotehnisko metožu izmantošanas efektivitāti kvalitatīva kartupeļu sēklas materiāla ieguvē bioloģiskajā lauksaimniecībā. Pētījums veikts divas audzēšanas sezonas - 2005. un 2006. gadā Valsts Priekuļi LSI bioloģiski sertificētās augu sekas laukā. Bioloģiskajā saimniecībā būtiski izvēlēties kartupeļu šķirni, kura efektīvi izmanto augsnē pieejamās barības vielas un ir izturīga pret kaitīgākajiem patogēniem. Pētījumā tika iekļautas trīs dažāda agrinuma kartupeļu šķirnes ar relatīvi atšķirīgu izturību pret vienu no postošākajām kartupeļu slimībām – lakstu puvi (LP): ‘Borodjanskij Rozovij’ (agra, LP jutīga), ‘Lenora’ (vidēji agra, LP vidēji izturīga), ‘Sigunda’ (vidēji vēla, LP izturīga). Lai izvairītos no slimību un kaitēkļu izplatības uz augiem, iespējami jāsaīšina laiks, kad kartupeļu augs atrodas uz lauka, veidojot jauno ražu. To var nodrošināt izmantojot šķirnes, kuras ražu veido īsā periodā, kā arī kartupeļus pirms stādīšanas diedzējot, tādejādi uzsākot auga attīstību pirms nokļūšanas uz lauka. Stādīšanai tika izmantota nediedzēts un divas nedēļas pirms stādīšanas diedzēts sēklas materiāls. Slimību izplatību uz lauka varētu ierobežot retāks augu izvietojums. Šādā stādījumā gaisa kustība notiek brīvāk un neuzkrājas mitrums uz augu lapām. Kartupeļu stādījums bija iekārtots trīs dažādos stādīšanas attālumos: 30, 15 un 45 cm. Pētījuma gaitā izvērtēta bumbuļu raža, bumbuļu lielums, slimību un kaitēkļu bojājumi.

Kartupeļu stādījuma LP un sausplankumainību bojājumu apjoms uz lapām, ražas lielums, bumbuļu lielums atkarīgs no šķirnes īpatnībām. Kartupeļu bumbuļu diedzēšana pirms stādīšanas ietekmē sadīgšanas ātrumu, diedzēti bumbuļi sadīgst ātrāk; sadīgušo augu daudzumu, diedzētiem bumbuļiem mazāk slimību bojājumu un vairāk stādīto bumbuļu sadīgst; atsevišķos gados arī ražas lielumu, diedzētiem sēklas bumbuļiem lielāka raža; sausplankumainību bojājumu pakāpi, šķirnei ‘Lenora’ nediedzētiem bumbuļiem bija mazāk bojājumu uz lapām; kā arī bumbuļu lielumu, augiem no diedzētiem bumbuļiem veidojās lielāki jaunās ražas bumbuļi. Kartupeļu stādīšanas attālums būtiski ietekmē bumbuļu lielumu, lielākā stādīšanas attālumā veidojas lielāki bumbuļi; atsevišķos gados sausplankumainību izplatību, jo lielāks stādīšanas attālums, jo mazāka izplatība. Stādīšanas attālums konkrēta gada apstākļos var ietekmēt ražas lielumu, jo lielāks stādīšanas attālums, jo zemāka bumbuļu raža, un bumbuļu lielumu, lielākā stādīšanas attālumā jaunās ražas bumbuļi veidojas lielāki.

Ievads

Sertificētam kartupeļu sēklas materiālam, kas audzēts bioloģiskos laukos, jāatbilst tām pašām prasībām, kas noteiktas konvencionālos laukos audzētai sēklai. Bet bioloģiskajā lauksaimniecībā nav pieļaujama minerālmēsļu un ķīmiski ražotu pesticīdu izmantošana. Tāpēc pētījumā tika izvērtēta dažādu bioloģiskai lauksaimniecībai atbilstošu metožu efektivitāte kartupeļu slimību ierobežošanai uz lauka, nodrošinot augstas kvalitātes sēklas materiāla ražošanu.

Kartupeļu bumbuļu diedzēšana pirms stādīšanas dod iespēju paātrināt ražas veidošanos uz lauka, līdz ar to saīsinās kartupeļu audzēšanas laiks un samazinās slimību infekcijas izplatības iespējas (Finckh *et al.*, 2006; Skrabule *et al.*, 2005; Skrabule and Legzdina, 2006; Tiemens-Hulscher *et al.*, 2002).

Augiem retākā stādījumā mitrums, kas veidojas uz lapām kondensējoties gaisa sastāvā esošajam ūdenim un arī nokrišņu rezultātā, ātrāk nožūst un tādejādi neveidojas labvēlīgi apstākļi patogēnu attīstībai (Finckh *et al.*, 2005; Finckh *et al.*, 2006; Tiemens-Hulscher *et al.*, 2002). Bez tam, retākā stādījumā ir vairāk telpas jaunās ražas bumbuļu veidošanai, tāpēc ražai nevajadzētu atšķirties no ciešāka stādījuma, bumbuļu kvalitāte varētu būt labāka (Haase *et al.*, 2002; Lenc *et al.*, 2006).

Kartupeļu šķirnes, kuras ražu veido īsā laika periodā jeb agrās šķirnes, efektīvāk izmanto augsnes barības vielas un izveido jauno ražu pirms slimību un kaitēkļu izplatība apdraud stādījumu, jo augs īsāku laiku pakļauts dažādu patogēnu ietekmei (Haase *et al.*, 2002; Skrabule *et al.*, 2005; Tiemens-Hulscher *et al.*, 2002).

Pētījuma mērķis bija izvērtēt šādu agrotehnisko metožu izmantošanas efektivitāti kvalitatīva kartupeļu sēklas materiāla ieguvē bioloģiskajā lauksaimniecībā: piemērota genotipa jeb šķirnes izvēle, sēklas bumbuļu diedzēšana pirms stādīšanas un dažādu stādīšanas attālumu.

Materiali un metodes

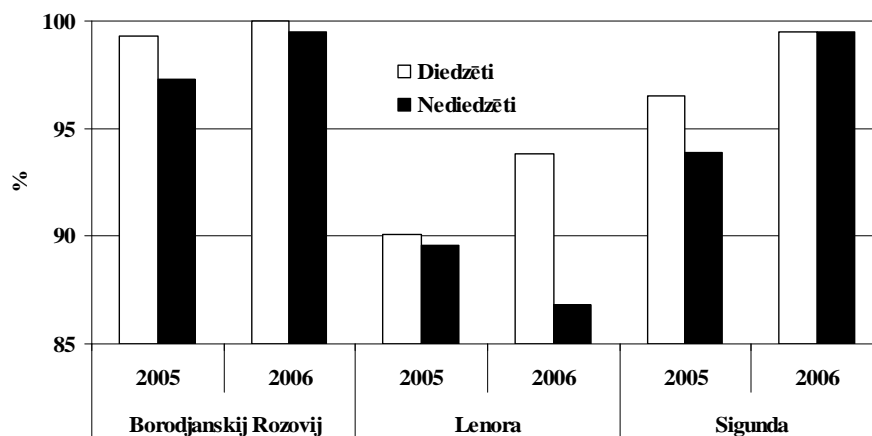
Pētījuma gaitā tika izvērtēta pirmssējas kartupeļu diedzēšanas un dažādu stādīšanas attālumu radītā mikroklimata nozīme slimību ierobežošanā un kvalitatīvas ražas iegūšanā kartupeļu sēklu laukos dažāda agrinuma šķirnēm. Pētījums veikts divas audzēšanas sezonas - 2005. un 2006. gadā Valsts Priekuļi LSI bioloģiski sertificētās augu sekas laukā. Pētījumā iekļautas trīs dažāda agrinuma kartupeļu šķirnes ar relatīvi atšķirīgu izturību pret vienu no bīstamākajām kartupeļu slimībām – lakstu puvi (LP): ‘Borodjanskij Rozovij’ (agra, LP jutīga), ‘Lenora’ (vidēji agra, LP vidēji izturīga), ‘Sigunda’ (vidēji vēla, LP izturīga). Kartupeļu stādījums bija iekārtots trīs dažādos stādīšanas attālos: 30, 15 un 45 cm. Izmēģinājumu laukā tika iestādīts kartupeļu sēklas materiāls (frakcija 35 – 55 mm), kas atbilst bāzes (‘Borodjanskij Rozovij’) un sertificētas sēklas (‘Lenora’, ‘Sigunda’) kategorijas kvalitātes prasībām. Stādīšanas laikā 2-4 nedēļas diedzētajiem bumbuļiem bija nelieli (3 – 5 mm) zaļi asni un bumbuļu mizai bija zaļa nokrāsa. Savukārt, nediedzētajiem bumbuļiem asnošana vēl nebija sākusies. Kopā izmēģinājumā 18 varianti, izmēģinājums iekārtots četros atkārtojumos, lauciņu izvietojums randomizēts. Uzskaites lauciņa lielums 10 m².

Pētījuma gaitā izvērtēta augu sadīgšana uz lauka (uzskaitīts dienu skaits no stādīšanas līdz sadīguši 80 % augu un kopējais sadīgušo augu skaits no iestādītajiem sēklas bumbuļiem), bumbuļu raža, bumbuļu lielums (masa), slimību bojājumi uz augiem veģetācijas periodā (slimību bojāto lapu virsma % no kopējās, dinamikas uzskaitē veikta slimības izplatības periodā ik pēc 10 dienām). Pētījumā iegūtie dati analizēti ar dispersijas analīzes metodi.

Abos gados pētījums iekārtots velēnu podzolētā augsnē ar salīdzinoši līdzīgām augsnes īpašībām. Augsne raksturojās ar vāju skābuma līmeni (pH_{KCl} 2005. – 5.8, 2006. – 6.0), organisko vielu saturs augsnē bija attiecīgi 18 g kg⁻¹ un 19 g kg⁻¹. Abos gados augsnē bija ļoti augsts nodrošinājums ar augiem viegli pieejamiem fosfora savienojumiem (attiecīgi P - 88 un 90 mg kg⁻¹), kā arī augsts nodrošinājums ar kālija savienojumiem (abos gados K - 142 mg kg⁻¹). Meteoroloģisko apstākļu ziņā 2005. gadā kartupeļu stādījumos ilgstoši vēsais un mitrais veģetācijas perioda sākums maijā un jūnija pirmajā dekādē (2005. gada jūnija pirmajā dekādē gaisa temperatūra par 1.2 °C zemāka par ilggadīgiem datiem, otrā dekādē par 1.3 °C augstāka) aizkavēja un palēnināja augu attīstību. Tāpēc nevarēja konstatēt lielas atšķirības diedzētu un nediedzētu kartupeļu attīstībā. 2006. gada jūnijā nokrišņu līmenis neatšķīrās no iepriekšējā gada, bet gaisa temperatūra bija par 5.3°C augstāka kā iepriekšējā gada jūnijā. Līdz ar to, augu attīstība bija straujāka. Samērā sauss un siltais laiks jūnija beigās un jūlijā pirmajās divās dekādēs abos gados (nokrišņi jūlijā 2005. gadā 79 % no ilggadīgiem novērojumiem, 2006. gadā – 7 %), veicināja sausplankumainību attīstību uz kartupeļu lapām. Lielais nokrišņu daudzums augusta pirmajā dekādē 2005. gadā (398 % no ilggadīgajiem datiem) veicināja strauju lakstu puves attīstību jutīgākām kartupeļu šķirnēm (‘Borodjanskij Rozovij’). Bet relatīvi izturīgajai šķirnei ‘Sigunda’ augu veģetācija turpinājās vēl pēc lietavām līdz lakstu nopļaušanai. Toties 2006. gadā nokrišņi jūlijā un augusta divās pirmajās dekādēs bija tikai 0.8 līdz 26 % no ilggadīgiem novērojumiem. Vidējā gaisa temperatūra šai laikā pārsniedza iepriekšējā gada par 1.8 °C. Sausais un siltais laiks šai gadā nebija piemērots lakstu puves attīstībai un kartupeļu stādījumos infekcija netika konstatēta. Ļoti zemais nokrišņu līmenis 2006. gadā nenodrošināja augsnē pietekamu mitruma līmeni un augi cieta no mitruma deficīta, bija palēnināta barības vielu uzņemšana, daļa augu pat novīta.

Rezultāti

Veicot fenoloģiskos novērojumus uz lauka abos gados tika novērots, ka pirmajai 80 % sadīgušu augu konstatēja agrājam kartupeļu šķirnei ‘Borodjanskij Rozovij’ diedzētu bumbuļu stādījumā. Salīdzinot abos gados veiktos izmēģinājumus, kartupeļi 2006. gadā sadīga apmēram desmit dienas agrāk. Vidēji vēlās šķirnes ‘Sigunda’ diedzētie bumbuļi sadīga divas dienas, bet vidēji agrās šķirnes ‘Lenora’ – vienu līdz četras dienas vēlāk kā šķirnes ‘Borodjanskij Rozovij’ diedzēto bumbuļu stādījumos abos pētījuma gados. Visām šķirnēm nediedzēto bumbuļu stādījumos, salīdzinot ar diedzētiem, 80 % sadīgšana tika konstatēta 2 līdz 5 dienas vēlāk 2005. gadā un 1 līdz 2 dienas vēlāk 2006. gadā. Visos stādīšanas attālumos šķirņu sadīgšana noritēja vienādi.



1. att. Sadīgušie augi % diedzētu un nediedzētu kartupeļu stādījumā 2005. un 2006. gadā

Salīdzinot diedzētu un nediedzētu bumbuļu stādījumus, visām šķirnēm, izņemot ‘Sigunda’ 2006. gadā, diedzētam sēklas materiālam novērots lielāks sadīgušo augu daudzums (1. attēls). Diedzētajiem bumbuļiem asni jau bija izveidojušie pirms stādīšanas, gaismas iedarbībā bumbuļos bija izveidojušies arī hlorofils un glikoalkoloīdi, kas varēja paaugstināt bumbuļu izturību pret slimībām. Patogēniem labvēlīgos vides apstākļos uz nediedzēto bumbuļu asniem varēja attīstīties infekcijas, piemēram, rizoktonija (*Rhizoctonia solani* Kuhn).

Abos pētījuma gados kartupeļu stādījumos novērota sausplankumainību (*Alternaria* un *Makrosporium*) izplatība, bojājumu pakāpe bija galvenokārt atkarīga no šķirņu izturības. Sausplankumainību bojājumi 2005. gada augusta sākumā šķirnei ‘Borodjanskij Rozovij’ bija vidēji 1 % no lapu virsmas, ‘Lenora’ – 5 %, bet ‘Sigunda’- 10 %. 2006. gadā visām šķirnēm tika konstatēta būtiska atšķirība bojājumu apjomā starp stādījumiem ar dažādu stādīšanas attālumu. Jo lielāks stādīšanas attālums, jo mazāka slimību skarto lapu virsma (1. tabula). Šķirnei ‘Lenora’ 2006. gadā būtiski atšķīrās arī sausplankumainības izplatība diedzēto un nediedzēto bumbuļu stādījumā, diedzēto bumbuļu stādījumā slimības bojājumu uz lapām bija būtiski vairāk. Diedzēto bumbuļu stādījumā augi bija vairāk attīstījušies, lapu virsma lielāka, iespējams tāpēc infekcijai bija lielāka iespēja izplatīties.

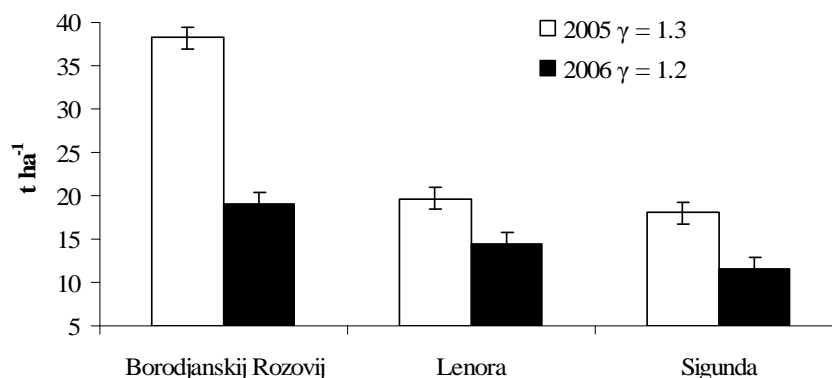
1.tabula Sausplankumainību bojājumi uz kartupeļu šķirņu lapām 2006. gada 18. augustā

Šķirnes	Stādīšanas attālums, cm	Diedzēšana pirms stādīšanas	Sausplankumainību bojājumi, % no lapu virsmas				
			Vidēji šķirnēm, $\gamma_{0.05}=9.6$	Vidēji stādīšanas attālumos	$\gamma_{0.05}$	Vidēji diedzētiem un nediedzētiem	$\Gamma_{0.05}$
Borodjanskij Rozovij	15	+ ¹ - ²	25	35	3.2	35	n ³
	30	+ -		27		28	
	45	+ -		13		25	
Lenora	15	+ -	30	46	3.4	58	2.8
	30	+ -		25		30	
	45	+ -		22		20	
Sigunda	15	+ -	10	13	1.4	13	n
	30	+ -		7		8	
	45	+ -		7		6	

Paskaidrojumi: +¹ - diedzēti pirms stādīšanas, -² - nediedzēti pirms stādīšanas, n³ – starpība nebūtiska.

Lakstu puves infekcija 2005. gadā pēc lietainas nedēļas augusta sākumā attīstījās ļoti strauji, augusta otrās dekādes vidū šķirnei ‘Borodjanskij Rozovij’ bija bojāti 50 % lapu virsmas. Vismazāk lakstu puves bojājumi bija uz vidēji vēlās šķirnes ‘Sigunda’ augiem – 10 % labu virsmas. Savukārt, vidēji agrai šķirnei ‘Lenora’ bija bojāta 40 % lapu virsmas. Bojājumu apjoms bija atbilstošs šķirņu relatīvajai izturībai, kas norādīta šķirņu raksturojumā. 2006. gadā lakstu puves infekcija kartupeļu stādījumā netika konstatēta.

Kartupeļu šķirņu raža 2005. gadā bija par 5.2 līdz 19.1 t ha⁻¹ lielāka kā nākamajā pētījuma gadā (2. attēls).



2.att. Kartupeļu šķirņu raža pētījuma gados

2006. gadā ražas veidošanos samazināja ilgstošais sausums, kas nenodrošināja pietiekamu mitrumu augsnē, augiem tika traucēta barības vielu uzņemšana un jaunās ražas bumbuļi pārstāja augt. Bet abos pētījuma gados šķirnes ‘Borodjanskij Rozovij’ vidējā raža bija 95 % ticamības līmenī būtiski augstāka par abu pārējo šķirņu vidējo ražu.

Kartupeļu šķirņu ražu abos pētījuma gados būtiski noteica šķirnes jeb genotipa īpatnības. ‘Borodjanskij Rozovij’ ir agra šķirne, kas ražās bumbuļus veidojusi agri un īsā laika periodā, strauji izmantojot augsnē esošās barības vielas. Īpaši svarīga šī īpatnība bija 2006. gadā, kad mitruma trūkums augsnē ierobežoja ražas veidošanos.

2.tabula Pētāmo faktoru ietekmes īpatsvars uz kartupeļu ražu un bumbuļu masu

Faktori, to mijiedarbība	Ietekmes īpatsvars, %			
	Raža		Bumbuļu masa	
	2005	2006	2005	2006
Šķirne – A	87	64	10	9
Stādīšanas attālums –B	4	n	22	11
Diedzēšana – C	n ¹	2	6	n
AB	1	4	n	12
AC	n	n	n	n
CB	1	n	n	n
ABC	1	n	n	n

Paskaidrojumi: n¹ - ietekme nebūtiska 95 % ticamības līmenī

Būtiska ietekme uz ražas lielumu 2005.gadā bija stādīšanas attālumam, jo lielāks stādīšanas attālums, jo zemāka bumbuļu raža. Šķirnei ‘Borodjanskij Rozovij’ nediedzētu sēklas bumbuļu stādījumā raža 15 cm stādīšanas attālumā bija 42.3 t ha⁻¹, attiecīgi 30 cm un 45 cm stādījumos – 37.7 t ha⁻¹ un 33.7 t ha⁻¹. Stādīšanas attāluma ietekme uz ražas lielumu 2006. gadā bija nebūtiska, toties parādījās sēklas kartupeļu diedzēšanas ietekme. Izmantojot diedzētu kartupeļu sēklu, iegūtā raža bija lielāka: šķirnei ‘Borodjanskij Rozovij’ diedzētu kartupeļu stādījumā raža bija 20.7 t ha⁻¹, bet nediedzētu kartupeļu stādījumā – 17.6 t ha⁻¹. Abos pētījuma gados ražas lielumu būtiski ietekmējusi faktoru šķirnes un stādīšanas attāluma mijiedarbība, bet 2005. gadā arī diedzēšanas un stādīšanas attāluma mijiedarbība un visu pētāmo faktoru mijiedarbība.

Jaunās ražas kartupeļu bumbuļu masu būtiski noteikusi šķirņu īpatnība. Vidējais bumbuļu lielums šķirnei ‘Borodjanskij Rozovij’ 2005. un 2006. gadā bija 85.8 g un 62.1 g, šķirnei ‘Lenora’ attiecīgi 81.9 g un 67.6 g, bet šķirnei ‘Sigunda’ - 94.0 g un 57.9 g. Visām šķirnēm bumbuļu masa otrajā pētījuma gadā bija mazāka kā pirmajā, ko var skaidrot ar mitruma trūkumu augsnē bumbuļu veidošanās laikā. Lielāks ietekmes īpatsvars uz bumbuļu masu abos pētījuma gados bija stādīšanas attālumam, jo lielāks stādīšanas attālums, jo lielāki jaunās ražas bumbuļi. Šķirnei ‘Sigunda’ 2006. gada ražā vidējā bumbuļu masa stādījumā ar 15 cm attālumu bija 51.1 g, 30 cm attālumā – 60.0 g, bet 45 cm attālumā – 62.5 g. Retākā stādījumā augiem bija vairāk pieejamas barības vielas, pat sausajā 2006. gadā, kā arī vairāk vietas jauno bumbuļu veidošanai. Šķirnes un stādīšanas attāluma mijiedarbības ietekmes īpatsvars uz bumbuļu lielumu 2006. gadā sasniedza 12 %, bet iepriekšējā gadā faktoru mijiedarbības ietekme nebija būtiska. Sēklaudzēšanā ieteicams kontrolēt bumbuļu lielumu, lai tie nezaugtu pārāk lieli. Tāpēc sēklaudzēšanas laukā būtu ieteicams izmantot mazāku stādīšanas attālumu – bumbuļu masa ir mazāka un raža lielāka. Bet ciešā stādījumā augi ir vairāk pakļauti lapu slimību ietekmei (sausplankumainība 2006. gadā), kas negatīvi var ietekmēt ražas veidošanos. Būtisku ietekmi uz bumbuļu masu 2005. gadā novēroja arī sēklas kartupeļu diedzēšanai. Diedzētu bumbuļu stādījumā veidojas lielāki bumbuļi kā nediedzētu. Vidējā bumbuļu masa diedzētu kartupeļu stādījumā bija 90.1 g, bet nediedzētu – 84.3 g. Šajā gadā bumbuļu veidošanās laikā mitrums augsnē bija salīdzinoši pietiekams un diedzēto kartupeļu stādījumā jauno bumbuļu veidošanās periods varēja būt ilgāks. Kartupeļu sēklaudzēšanā ieteicams izmantot diedzēšanu, vienlaikus kontrolējot jaunās ražas bumbuļu lielumu. Ar diedzēta sēklas materiāla izmantošanu iespējams saīsināt augu atrašanos uz lauka un ierobežot slimību ietekmi uz augiem.

Secinājumi

Bioloģiskajā lauksaimniecībā ļoti svarīgi izmantot visas iespējas, kas palīdz izaudzēt kvalitatīvu produkciju, īpaši sēklas materiālu. Tādi faktori kā piemērota genotipa izvēle un dažādu agrotehnisku metožu pielietošana kartupeļu audzēšanā būtiski ietekmē ražas veidošanos un tās kvalitāti. Pētījuma rezultāti apstiprina, ka stādījuma lakstu puves un sausplankumainības bojājumu apjoms uz lapām, ražas lielums un bumbuļu lielums atkarīgs no šķirnes īpatnībām.

Kartupeļu sēklas bumbuļu diedzēšana pirms stādīšanas ietekmē sadīgšanas ātrumu, diedzēti bumbuļi sadīgst ātrāk; sadīgušo augu daudzumu jo diedzētiem bumbuļiem mazāk slimību bojājumu un vairāk stādīto bumbuļu sadīgst; atsevišķos gados arī ražas lielumu, diedzētiem sēklas bumbuļiem lielāka raža; sauspalkumainības bojājumu pakāpi, šķirnei 'Lenora' nediedzētiem bumbuļiem bija mazāk bojājumu uz lapām; kā arī bumbuļu lielumu, augiem no diedzētiem bumbuļiem vienā no pētījuma gadiem veidojās lielāki jaunās ražas bumbuļi.

Kartupeļu stādīšanas attālums ietekmē bumbuļu lielumu, lielākā stādīšanas attālumā veidojas lielāki bumbuļi; vienā pētījuma gadā sauspalkumainības izplatību, jo lielāks stādīšanas attālums, jo mazāka izplatība; kā arī ražas lielumu vienā no pētījuma gadiem, jo lielāks stādīšanas attālums, jo zemāka bumbuļu raža..

References

1. Finckh M.R., Bouws-Beuermann H., Piepho H., Buchse A. (2005) Effects of field geometry, neighbour culture and exposition on the spatial and temporal spread of *Phytophthora infestans* in organic farming. In: Ritter E., Carrascal A. (eds) Abstracts of papers and posters of 16th triennial conference of the EAPR, Neiker, Vitoria-Gasteiz, Spain, 429-431.
2. Finckh M.R., Schulte-Geldermann E., Bruns C. (2006) Challenges to organic potato farming: disease and nutrient management. *Potato research*, 49, 27-42.
3. Haase T., Schuller C., Kolsch E., Heb J. (2002) The influence of variety, stand density and tuber size on yield and grading of potatoes (*Solanum tuberosum* L) in organic farming. In: Wenzel G. and Wulfert I. (eds) Potatoes today and tomorrow. Abstracts of papers and posters of 15th triennial conference of the EAPR, Hamburg, Germany, 106.
4. Lenc L., Sadovskii C., Nowacki W., Lukanowski A. (2006) Research on health of organically cultivated potatoes. In: Andreasen C. B., Elsgaard L., Sondegaard Sorensen L., Hansen G. (eds) organic farming and European rural development. Proceedings of the European joint organic congress, Darcov, Denmark, 356-357.
5. Skrabule I., Gaile Z., Vigovskis J. (2005) Evaluation of potato varieties for organic farming. *Latvian journal of agronomy*, 8, 348-353.
6. Skrabule I., Legzdina L. (2006) The assessment of some crop management methods in barley and potato seed production for organic farming. In: Andreasen C. B., Elsgaard L., Sondegaard Sorensen L., Hansen G. (eds) organic farming and European rural development. Proceedings of the European joint organic congress, Darcov, Denmark, 396-397.
7. Tiemens-Hulscher M., Hospers M., Finckh M., Schuler C., Bruns C., Bodker L., Laerke P., Molgaard J., Lambion J., Bertrand C., Litterick A., Bain R., Ghorbani R., Santos J., Zzarb J., Wilcockson S., Lammerts van Bueren E., Leifert C. (2002) Agronomic strategies for the control of late blight in organic production systems. In: Wenzel G. and Wulfert I. (eds) Potatoes today and tomorrow. Abstracts of papers and posters of 15th triennial conference of the EAPR, Hamburg, Germany, 170.

ZIEMAS KVIEŠU GRAUDU RAŽAS UN KVALITĀTES SAKARĪBAS AR SLĀPEKĻA SATURU AUGSNĒ UN AUGOS WINTER WHEAT GRAIN YIELD AND QUALITY INTERCONNECTION BETWEEN SOIL AND PLANT NITROGEN CONTENT

¹Skudra I., ²Ruža A.

¹ SIA Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, Rīgas iela 34, Ozolnieki, Jelgavas rajons, Latvija LV3018, tālr. +3713050577, e-pasts: Ilze.Skudra@llkc.lv/ Latvia Rural Advisory and Training centre

² Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lielā iela 2, Jelgava, Latvija LV3001, tālr. +3713005609, e-pasts: Antons.Ruza@llu.lv/ Latvia University of Agriculture

Abstract

The quality of mineral nutrition is one of the most important factors affecting plant processes. The grain yield and especially quality are dependent on the available nitrogen content and the plants possibility to use it. In winter wheat, especially the plants response to plant nutrients is different according the growing season.

The intention of the research is to explain nitrogen content changes in different winter wheat varieties and in the process of plant yield and quality formation. The research studied the nitrogen uptake process in parts of the wheat plant and in soil vegetative growth. The studies were conducted as a field trial at the Training and Research Farm "Peterlauki" of the Latvia University of Agriculture for three years on sod-calcareous medium loam. There were four winter wheat varieties with different nitrogen applications. The material for nitrogen analyses in the above ground plant parts were collected at the Zadoks Growth Stage (ZGS) 32, 51, 69 and 91, and the soil samples at 0-20, 20-40, 40-60 cm depth layers were collected at the same time.

The concentration of nitrogen increased till the shooting into the ears stage and its depends on the tyoe of mineral fertilizer and from the variety duration vegetative period. The relation of the mineral nitrogen content in the whole plant has a high correlation with grain yield in ZGS 51 for medium intensive varieties. The relation of the mineral nitrogen content in the soil has a high negative correlation with grain yield. A close correlation was found in the distribution of nitrogen concentration in leaves and stems and nitrogen application, but it depends on the varieties and the plant growth stages.

Key words

Winter wheat, nitrogen, soil, yield

Ievads

Barības vielu nodrošinājums ir viens no nozīmīgākajiem faktoriem augu augšanas un attīstības procesā. Tajā pat laikā ražas lielumu un it īpaši tās kvalitāti lielā mērā nosaka augiem pieejamā slāpekļa daudzums un tā izmantošanas iespējas. Veģetācijas periodā dažādām šķirnēm slāpekļa izmantošanas spējas un līdz ar to slāpekļa koncentrācija augā kopumā, kā arī atsevišķās tā daļās var būt ievērojami atšķirīga. Ziemas kviešos augu barības vielu uzņemšana visā veģetācijas perioda laikā notiek nevienmērīgi (Archer, 1988, Bertholdson, Stoy, 1995). Pēc R.Sharpa (Sharpe 1988) pētījumiem, konstatēts, ka pirmajās 28 dienās pēc mēslojuma pielietošanas augi uzņem 61 % no pielietotā slāpekļa mēslojuma. Slāpekļa trūkums augā ir cieši saistīts ar graudu veidošanos. Pēc vairāku zinātnieku pētījumiem (Hayne, 1986, Bertholdson, Stoy, 1995, Hay, Walker, 1994) nogatavošanās fāzē novērojama slāpekļa uzkrāšanās graudos. Intensīva tipa šķirnēm ir zemāks proteīna saturs (Boskovic, Bokan, 1996), kā rezultātā augam ir nepieciešams augstāks slāpekļa saturs nekā vidēji intensīva tipa šķirnēm (Archer, 1988). Lai palielinātu augam nepieciešamā slāpekļa izmantošanos, slāpekļa minerālmēslojums jāpielieto laikā, kad augam tas nepieciešams un kad vislabāk augs to spēj uzņemt (Hayne, 1986). Savukārt, graudu kvalitātes rādītāji (lipekļis, proteīna saturs) veidojas dažādu savstarpēji saistītu faktoru - meteoroloģiskie apstākļi, šķirnes ģenētiskās īpašības, slāpekļa mēslojums u.c. mijiedarbības rezultātā (Ruza, Dominece, 1995, Karele, Ruza, 2001). Pētījuma mērķis - skaidrot sakarības starp slāpekļa saturu augsnē un dažādās augu daļās un to ietekmi uz graudu ražu un tās kvalitāti pēc veģetācijas perioda garuma un intensitātes atšķirīgām šķirnēm.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi ierīkoti LLU Lauksaimniecības fakultātes MPS Pēterlauki no 1997-2000.gadam. Augsne – putekļaina smilšmāla lesivēta brūnaugsne ar augstu fosfora un kālija nodrošinājumu, $pH_{KCl} - 7,0$, trūdvielu saturs 20 g kg^{-1} . Reizē ar sēju augsnē iestrādāti minerālmēsli NPK $6:24:30 \text{ 200 kg ha}^{-1}$. Izmēģinājums ierīkots četros atkārtojumos pēc parastās atkārtojumu metodes.

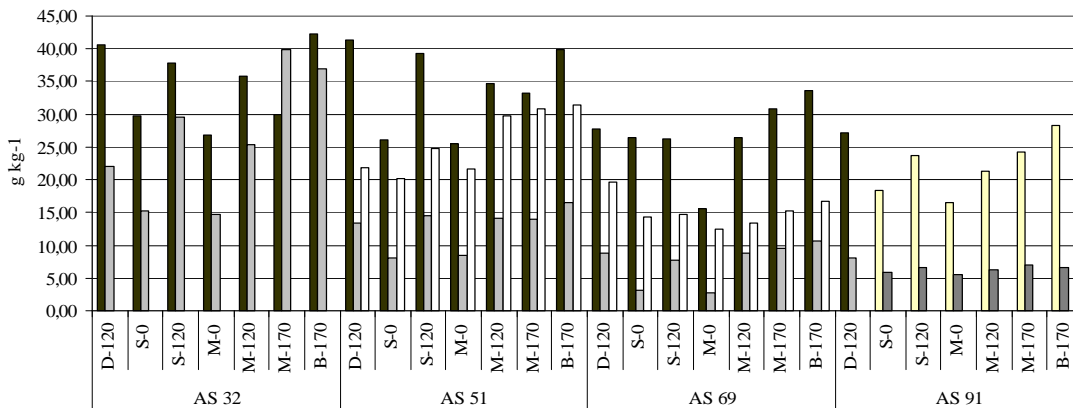
Izmēģinājumā iekļautas četras pēc ražības līmeņa un veģetācija perioda garuma atšķirīgas ziemas kviešu šķirnes ar dažādu slāpekļa mēslojumu: agrīna, vidēji intensīva tipa – 'Donskaja polukarļikovaja' - mēslojuma norma N_{60+60} (turpmāk tekstā D-120) un vidēji agrīna 'Širvintas-1' uz diviem foniem - N_0 (turpmāk tekstā S-0) un N_{60+60} (turpmāk tekstā S-120), vidēji vēlinas, intensīva tipa šķirnes – 'Moda' ar trīs mēslojuma normām - N_0 (turpmāk tekstā M-0), N_{60+60} (turpmāk tekstā M-120) un $N_{60+70+40}$ (turpmāk tekstā M-170), un 'Bussard' ar slāpekļa mēslojumu $N_{60+70+40}$ (turpmāk tekstā B-170). Dalītais slāpekļa mēslojums dots sekojošās augu attīstības fāzēs: pirmo

reizi – veģetācijai atjaunojoties; otro reizi – cerošanas beigās – stiebrošanas sākumā. trešo reizi – stiebrošanas beigās.

Slāpekļa saturs augos lapās, stiebrs un vārpās tika noteikts četras reizes veģetācijas periodā - 32, 51, 69 un 91 augu attīstības etapos, vienlaicīgi ņemot augsnes paraugus N_{min} . noteikšanai sekojošos dziļumos: 0-20, 21-40 un 41-60 cm. Slāpekļa saturs augsnē un augos tika noteikts pēc Kjeldāla metodes % absolūtā sausnā. Ražas rādītāji izteikti pie graudu mitruma 14 % un 100% tīrības. Proteīna saturs graudos aprēķināts, pielietojot koeficientu 5,7. Datu matemātiskā apstrāde veikta ar MS Excel programmu, izmantojot dispersijas analīzi. Konkrēto starpību analīzei lietota mazākā būtiskā robežstarpība ($\gamma_{0,05}$) un Fišera kritērijs (F). Dati apstrādāti ar korelācijas analīzi.

Rezultāti

Vidēji trīs gados slāpekļa saturs ziemas kviešu lapās (sausnā) augstāko rādītāju sasniedz jau līdz 32 attīstības etapam (AS 32) – 25,5 g kg⁻¹ (Moda N_0) līdz 42,2 g kg⁻¹ (Bussard N_{170}) un ar nelielām izmaiņām līdzīgs stāvoklis saglabājas līdz vārpošanas sākumam (AS-51), t.i., 25,5 g kg⁻¹ (Moda N_0) līdz 41,4 g kg⁻¹ (Donskaja polukarlikovaja N_{120}). Turpmākā augu attīstības gaitā lapās novērojama slāpekļa satura koncentrācijas samazināšanās, sasniedzot ziedēšanas beigu fāzē vidēji agrīnām šķirnēm ('Donskaja polukarlikovaja' un 'Širvintas-1') neatkarīgi no slāpekļa mēslojuma fona 26,2-27,7 g kg⁻¹, bet vidēji vēlīna tipa šķirnei 'Moda' slāpekļa saturs lapās bija atkarīgs tieši no slāpekļa mēslojuma normas un bija robežās no 15,6 (N_0) līdz 30,8 (N_{170}) g kg⁻¹. Augstāko slāpekļa satura rādītāju lapās šajā fāzē uzrādīja šķirne 'Bussard', kas ir ražīgākā no izmēģinājumā iekļautajām -33,7 g kg⁻¹ (1. att.).



1.att. Slāpekļa saturs atsevišķās auga daļās veģetācijas periodā, g kg⁻¹.

Figure 1. Nitrogen content of different plant parts on vegetation period, g kg⁻¹.

■ lapas/leaves ■ stiebri/stem □ vārpas/ears ■ graudi/grain ■ salmi/straw

Dispersijas analīzes rezultāti liecina, ka dažādām ziemas kviešu šķirnēm atšķirīgs mēslojums būtiski ietekmē slāpekļa saturu lapās - Fišera kritērijs $F_{fakt}=7.964 > F_{0,05}=2.996$. Būtiska ietekme ir arī augu attīstības fāzei - $F_{fakt}=8.001 > F_{0,05}=3.885$.

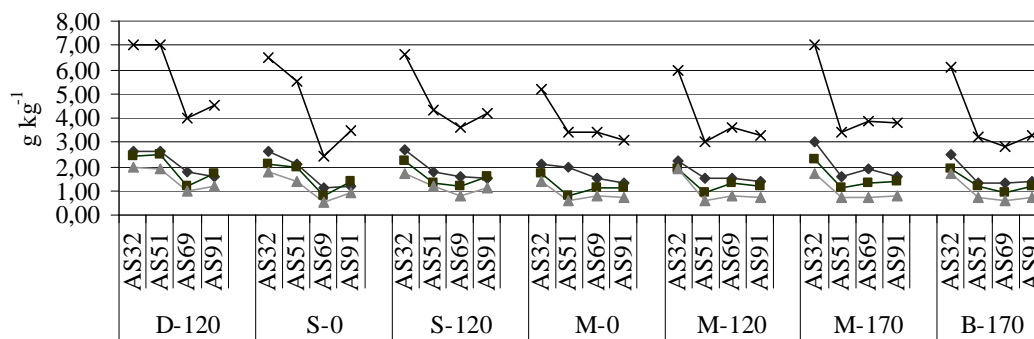
Slāpekļa saturs stiebrs maksimālo koncentrāciju sasniedz stiebrošanas sākuma fāzē (AS-32). Vidēji agrīna tipa šķirnēm, atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas tas ir no 15,3 (Širvintas-1 N_0) līdz 29,6 g kg⁻¹ (Širvintas-1 N_{120}), bet vidēji vēlīna tipa šķirnēm – 14,8 (Moda N_0) – 39,8 (Moda N_{170}) g kg⁻¹. Dispersijas analīzes rezultāti liecina, ka slāpekļa saturu stiebrs būtiski ietekmē atšķirīgie izmēģinājuma varianti, jo $F_{fakt}=3.768 > F_{0,05}=2.996$, kā arī augu attīstības fāzes, jo $F_{fakt}=21.149 > F_{0,05}=3.885$.

Slāpekļa saturs vārpās kopumā augstāko rādītāju sasniedz tieši vārpošanas sākumā (20,2-31,3 g kg⁻¹) un ziedēšanas fāzes beigās – graudu veidošanās sākumā jau būtiski samazinās ($F_{fakt}=40.490 > F_{0,05}=5.987$), savukārt, variantu ietekme nav būtiska - $F_{fakt}=1.644 < F_{0,05}=4.283$.

Nogatavošanās fāzē slāpekļa saturs koncentrējas, galvenokārt, graudos un ar slāpekli mēslos variantos ir no 23,7 - 27,2 g kg⁻¹. Vidēji agrīna tipa šķirnēm maksimumu uzrāda šķirne 'Donskaja polukarlikovaja' ar mēslojumu N_{60+60} sasniedzot 27,2 g kg⁻¹, bet vidēji vēlīna tipa

šķirnēm slāpekļa maksimums $N_{60+70+40}$ šķirnei 'Bussard' – 28,3 g kg⁻¹. Slāpekļa saturu graudos nosaka, galvenokārt, šķirnes ģenētiskās īpašības (Donskaja polukarļikovaja) un slāpekļa mēslojuma norma – tai palielinoties, pieaug arī slāpekļa saturs graudos (Širvintas-1, Moda). Slāpekļa saturs salmos variē salīdzinoši nelielās robežās (5,5 – 8,1 g kg⁻¹) ar nelielu slāpekļa mēslojuma ietekmes tendenci un zināmā mērā atkarīgs no šķirnes īpatnībām.

Augstākais kopējais slāpekļa saturs augsnē, kā arī atsevišķi dažādos augsnes slāņos konstatēts līdz stiebrošanas sākuma fāzei neatkarīgi no slāpekļa mēslojuma fona (2.att.). Turpmākā veģetācijas periodā visos augsnes slāņos un līdz ar to arī kopējais slāpekļa saturs augsnē strauji samazinās – bezslāpekļa variantos vai ar divreizējo slāpekļa mēslojumu līdz graudu veidošanās sākumam, bet variantos, kur lietots 3. papildmēslojums šķirnēm Moda un Bussard, līdz stiebrošanas fāzes beigām, tad seko neliels slāpekļa satura palielinājums, galvenokārt, uz slāpekļa satura pieauguma augsnes augšējos slāņos (mēslojuma ietekme). Veģetācijas beigās graudu nogatavošanās fāzē (AS91), kad augi vairs nav spējīgi izmantot ārējās vides barības vielas, slāpekļa saturs augsnes nitrifikācijas ietekmē palielinās praktiski visos augsnes slāņos. Jāatzīmē, ka augu veģetācijai beidzoties slāpekļa satura palielinājums augsnē izteikti augstāks ir šķirnēm ar īsāku veģetācija periodu (Donskaja polukarļikovaja, Širvintas-1), kas liecina par veģetācijas perioda neizmantotām iespējām. Visā veģetācijas periodā augsnes virsējā slānī (0-20 cm) slāpekļa saturs ir lielāks salīdzinot ar katru nākošo slāni.



2.att. Slāpekļa satura izmaiņas augsnē dažādās augu attīstības fāzēs vidēji 3 gados, g kg⁻¹.

Figure 2. Mineral nitrogen content in soil on different growth stage average 3 years, g kg⁻¹.

—◆— 0-20 cm —■— 20-40 cm —▲— 40-60 cm —×— Kopā

Korelatīvā analīze liecina, ka vidēji agrīnām šķirnēm, kur novērojumu skaits n=9 un kritiskā vērtība pie 95 % būtiskuma līmeņa $r_{0,05} = 0,67$, augu stiebrošanas fāzes sākumā pastāv būtiska korelācija starp slāpekļa saturu augsnē 20 – 60 cm slānī un slāpekļa saturu lapās (1.tab.), kā arī starp slāpekļa saturu visos pētītajos augsnes slāņos un slāpekļa saturu stiebrs un vārpās graudu veidošanās sākumā. Vidēji vēlnām šķirnēm, kur n=12 un $r_{0,05} = 0,58$, slāpekļa saturs augsnē slāpekļa daudzumu lapās praktiski neietekmēja - būtiska korelācija starp šiem rādītājiem netika konstatēta, tomēr ir konstatēta pozitīva korelācija starp slāpekļa saturu 20-60 cm augsnes slānī un slāpekļa saturu stiebrs un vārpās šķirņu vārpošanas sākumā (AS51).

1.tabula. Korelācijas koeficienti (r) starp slāpekļa saturu augsnē un atsevišķās auga daļās/ Table 1. Correlation between mineral nitrogen content in soil and nitrogen content in different plant parts.

Augu daļa/ Plant part	Augsnes slānis/ Soil layer	Vidēji agrīnas šķirnes/ Medium early varieties			Vidēji vēlināmas šķirnes/ Medium late varieties		
		AS32	AS51	AS69	AS32	AS51	AS69
Lapas/ Leaves	0-20 cm	0.32	0.29	-0.10	0	-0.90	0.09
	20-40 cm	0.85	0.06	-0.40	0.06	0.78	-0.08
	40-60 cm	0.36	0.39	0.03	0.60	0.57	-0.77
Stiebri/ Stems	0-20 cm	0.90	-0.05	0.89	0.89	-0.88	0.12
	20-40 cm	0.23	-0.28	0.98	0.82	0.72	0.05
	40-60 cm	-0.40	0.05	0.83	0.46	0.58	-0.66
Vārpas/ Ears	0-20 cm	-	-0.69	0.92	-	-0.78	0.07
	20-40 cm	-	-0.84	0.78	-	0.75	-0.31
	40-60 cm	-	-0.62	0.96	-	0.69	-0.93

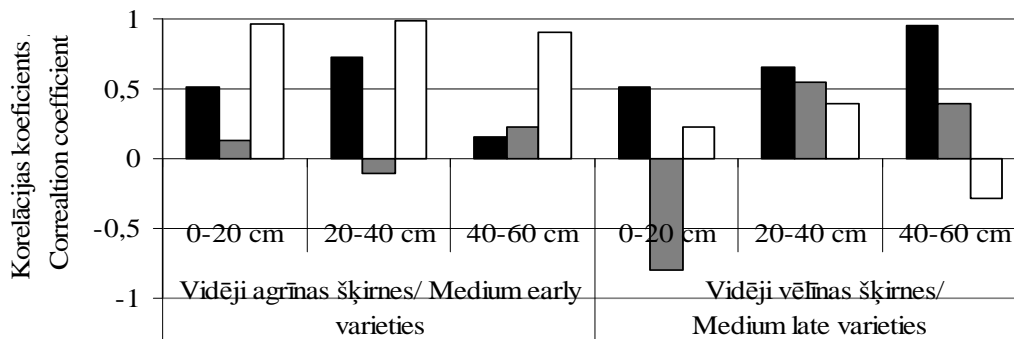
Augstākās graudu ražas vidēji 3 gados iegūtas no vidēji vēlinām šķirnēm Moda un Bussard. Savukārt, slāpekļa mēslojuma palielinājums šķirnei Moda no N_{120} uz N_{170} ražas pieaugumu nedeva, bet ievērojami palielināja proteīna saturu graudos (2. tab.). Tā kā izmēģinājumu laukā augsnes ir ar salīdzinoši augstu potenciālo auglību, bezslāpekļa variantos iegūtas salīdzinoši augstas ražas – virs 5 t ha^{-1} . Slāpekļa mēslojuma pielietošana līdz $N_{120} \text{ kg uz ha}$ attiecīgajām šķirnēm ne tikai ievērojami palielināja graudu ražu, bet arī proteīna saturu graudos.

2. tabula. Graudu raža un proteīna saturs graudos, vid. 3 gados/ Table 2. Grain yield and crude protein content average 3 years.

Šķirnes/ Varieties	Raža/ Yield, t ha^{-1}	Proteīna saturs/ crude protein content, g kg^{-1} .
Donskaja poluk.- N_{120}	6.41	155
Širvintas-1 - N_0	5.12	109
Širvintas-1 - N_{120}	6.42	140
Moda - N_0	5.96	103
Moda - N_{120}	7.57	123
Moda - N_{170}	7.40	136
Bussard - N_{170}	7.14	163

Veicot iegūto datu matemātisko apstrādi, konstatēta būtiska korelācija starp slāpekļa saturu 0-60 cm augsnes slānī un graudu ražu vidēji agrīnām šķirnēm graudu veidošanās sākumā (AS69) un mazāk izteikta 0 – 40 slānī stiebrošanas sākumā, kur $n=9$ un $r_{0,05} = 0,67$ (3.att.). Savukārt, vidēji vēlināma tipa šķirnēm būtiska korelācija starp slāpekļa saturu augsnē un graudu ražu netika konstatēta, izņemot stiebrošanas sākuma fāzē 40 – 60 cm augsnes slānī, kur $n=12$ un $r_{0,05} = 0,58$.

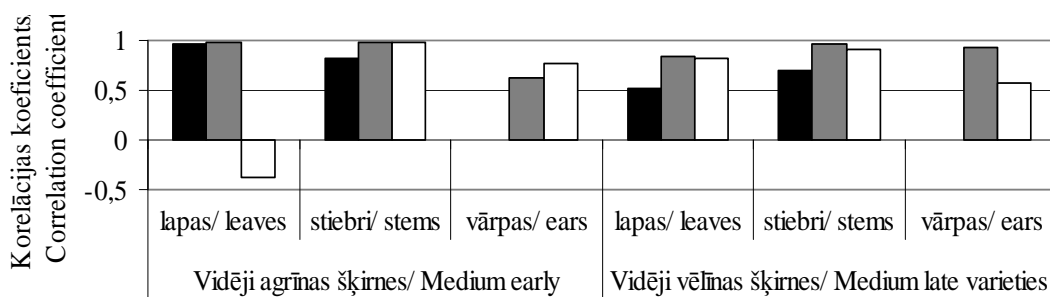
Būtiska korelācija starp slāpekļa saturu lapās un stiebrošanas un graudu ražu tika konstatēta vidēji agrīnām šķirnēm 32 un 51 augu attīstības etapos, kur $n=9$ un $r_{0,05} = 0,67$ (4.att.), bet vidēji vēlinām šķirnēm stiebrošanas un vārpās 51 augu attīstības etapā, kur $n=12$ un $r_{0,05} = 0,58$. Būtiska korelācija pie 95 % būtiskuma līmeņa starp slāpekļa saturu augsnē 0-60 cm slānī un proteīna saturu graudos netika atrasta (5.att.). Savukārt, starp slāpekļa saturu augu lapās vidēji agrīnām šķirnēm 32 un 51 attīstības etapos tika konstatēta būtiska korelācija ar proteīna saturu (6.att.), bet vidēji vēlinām šķirnēm 51 un 69 augu attīstības etapos.



3.att. Korelācija starp slāpekļa saturu augsnē un ražu.

Figure 3. Correlation between mineral nitrogen content in soil and grain yield.

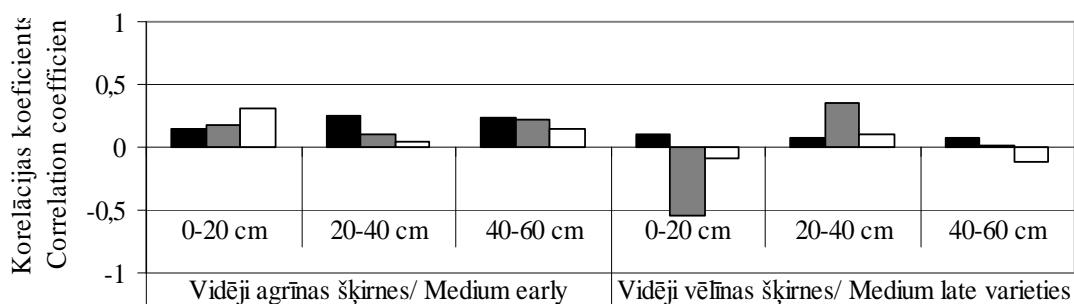
■ AS32 ■ AS51 □ AS69



4.att. Korelācija starp slāpekļa saturu augā un graudu ražu.

Figure 4. Correlation between nitrogen content in different plant parts and grain yield.

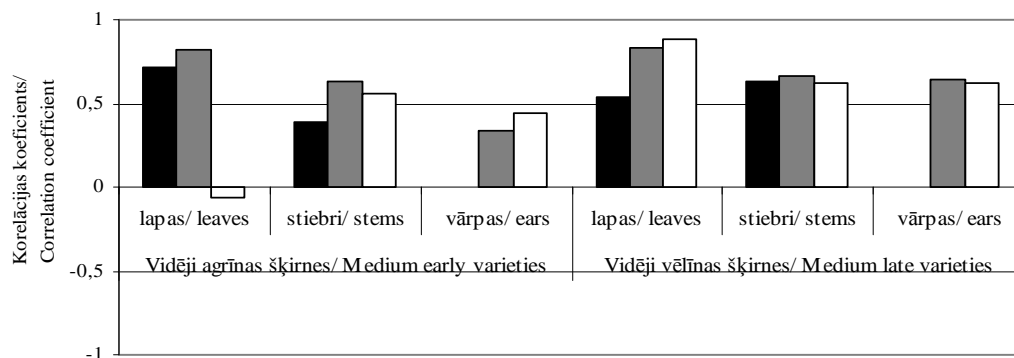
■ AS32 ■ AS51 □ AS69



5.att. Korelācija starp minerālā slāpekļa saturu augsnē un graudu proteīna saturu./

Figure 5. Correlation between mineral nitrogen content in soil and grain crude protein content.

■ AS32 ■ AS51 □ AS69



6.att. Korelācija starp slāpekļa saturu auga daļās un proteīna saturu./

Figure 6. Correlation between nitrogen content in plant parts and grain crude protein content.

■ AS32 ■ AS51 □ AS69

Diskusija

Izmēģinājumā noskaidrots, ka slāpekļa izmantošanās ziemas kviešos izmēģinājumā visā veģetācijas periodā norit nevienmērīgi, kā tas ir arī atzīts citu autoru (Archer, 1988, Bertholdson, Stoy, 1995) pētījumos. Daļa no augiem nepieciešamajām vielām tiek izmantota no augsnē esošajiem krājumiem, bet barības vielas no iestrādātajiem minerālmēsliem praktiski vienmēr tiek izmantotas nepilnīgi. Veiktajos izmēģinājumos to atspoguļo arī minerālā slāpekļa satura izmaiņas augsnē veģetācijas perioda laikā, kad konstatētas atšķirības starp vidēji agrīnām un vidēji vēlīnām šķirnēm. Izmēģinājumā konstatēta arī pārsvarā būtiska korelācija starp slāpekļa saturu augsnē un augos un graudu ražu un vienu no graudu kvalitātes rādītājiem – proteīna saturu, kas liecina, par dažādu faktoru ietekmi uz graudu ražas veidošanās procesu.

Secinājumi

Slāpekļa saturs vidēji augā pieaug līdz stiebrošanas fāzes vidum un tā koncentrācija ir atkarīga no pielietotās slāpekļa mēslojuma normas, taču atšķirīga pēc veģetācijas perioda garuma dažādām šķirnēm. Konstatēta būtiska korelācija starp slāpekļa saturu vidēji augā AS-51 etapā un graudu ražu vidēji intensīva tipa šķirnēm, kā arī visām šķirnēm korelācija starp slāpekļa saturu vidēji augā AS-69 etapā. 15 gadījumos no 18 atrasta pozitīva korelācija starp slāpekļa saturu augsnē un graudu ražu. Slāpekļa mēslojums būtiski ietekmē slāpekļa saturu ziemas kviešu augu lapās un stiebrs, taču tā saturs dažādām šķirnēm un arī dažādās augu attīstības fāzēs ir atšķirīgs. Slāpekļa saturam auga lapās vidēji intensīva tipa šķirnēm 32 un 51 augu attīstības etapos pastāv būtiska korelācija ar proteīna saturu, bet intensīva tipa šķirnēm šāda korelācija ir 51 un 69 augu attīstības etapos.

Literatūra

1. Archer J. (1988) Crop nutrition and fertiliser use. Farming Press LTD. Suffolk. 265.
2. Bertholdsson N. O., Stoy V. (1995). Yields of dry matter and nitrogen in highly diverging genotypes of winter wheat in relation to N-uptake and N-utilization. Journal of Agronomy and Crop Science 175, 285-364.
3. Boskovic L., Bokan N. (1996) Journal Science of Agriculture Research 57. 204/2, 69-74.
4. Hay R.K., Walker A.J. (1994) An introduction to the physiology of crop yield. New York, 292.
5. Haynes R. J. (1986) Mineral nitrogen in the plant - soil system. Academic Press. INC., Toronto, 379-443.
6. Karele I. and Ruza A. (2001) Mineral nutrition interaction in leaves, stems, and ears of winter wheat. Proceedings of the International Conference on Sustainable Agriculture in Baltic States. Tartu. E.Lauringson et.al. (eds.), Tartumaa Ltd., 48-54.
7. Ruza A., Dominiece I. (1995) Spring wheat – yielding capacity and quality of grains. Transactions of the Estonian Agricultural University. Nr.182. Tartu, 101-102.

8. Sharpe R.R. (1988) Nitrogen use efficiency and nitrogen budget for conservation tilled wheat. J. Soil Science of America. Sept/Oct V.52(5), 1394-1398.

THE EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF *RHIZOBIUM LUPINI* STRAINS

Steinberga V., Alsina I., Ansevica A., Dubova L., Liepina L.

Latvia University of Agriculture Institution of Soil and Plant Sciences
Strazdu street 1, Jelgava, LV – 3004, Latvia, phone +371 3010612, e-mail: ina.alsina@llu.lv

Abstract

Biologically fixed nitrogen plays an important role in crop rotation of green agriculture. Significant increase of legumes yields are obtained by seed treatment with active nitrogen fixing bacteria strains before sowing. The possibility of the improvement of plant biomass yields through the use of more efficient combinations of *Rhizobia* and legumes was explored.

Experiments were carried out at the Institute of Plant and Soil Sciences Latvian University of Agriculture to investigate the effectiveness of two *Rhizobium lupini* strains- a commercial preparation, *nitragin*, marketed by the company 'Bioefekts' and the strain *Rhizobium lupini* from the collection of the Institute of Soil and Plant Sciences.

The test samples were placed in 5 L pots with washed river sand, mixed with Kemira GrowHow NPK 0 – 5 – 20 and microelements fertilizer. Nitrogen was added as ammonium nitrate, 0.024 g per 1 kg of sand for inoculated plants, and ten times more (0.24 g kg⁻¹) for the control variant, where plants were not inoculated. In the vegetation pot experiments three lupines species, *L. luteus* variety 'Juno', *L. angustifolius* variety 'Sonet' and *L. albus* variety 'Wat' were used. Before sowing the lupine seeds were inoculated with *Rhizobium lupini* strains.

The results showed that plants receiving increased nitrogen dosages sprout later and lag in height in the period of active growth. The plant length depends on plant species. The smallest length was observed of the species *L. angustifolius* variety 'Sonet', the largest are plants of the species *L. luteus* variety 'Juno'. The inoculation of plant seeds promotes increase in plant length till the phase of bud formation. There are no significant differences between *Rhizobium lupini* strains. The largest fresh and dry weights were observed for *L. albus* variety 'Wat', but species *L. angustifolius* had the smallest fresh and dry weight. The largest dry matter content in plants till the stage of bud formation was observed for inoculated plants. After the phase of flowering it was found that symbiotic systems are not sufficient in providing nitrogen. The effectiveness of *Rhizobium lupini* strains are species dependent.

Key words

Rhizobium lupini strains, lupine, inoculation

Introduction

One of the properties of nitrogen fixing bacteria is to form nodules on plant roots and fix nitrogen from the atmosphere. The symbiosis between bacteria of the genus *Rhizobium* and their leguminous host plants results in the formation of root nodules in a species- specific way, in that a particular bacterial species can nodulate only a limited number of host species. Symbiosis converts the inert form of nitrogen (N₂) to organic nitrogen and incorporates it into proteins, nucleic acids and other cellular components. By symbiosis plants provide bacteria with nutrition elements, mostly sugars, and ensure favorable conditions for life in the nodules. Much more viable bacteria returns to the soil after the decomposition of the plants. (Spaink et al., 1987; Stephens and Rask, 2000, Ovalle et al., 2006)

The encouragement of *Rhizobium* - legume symbioses definitely increases the incorporation of biological fixed nitrogen into the soil ecosystem (Metting F.B. 1993). A large part of the biological nitrogen fixation in agricultural systems is derived from the cultivation of legumes. It is estimated that each year the soil is enriched with nitrogen from 100 to 300 kg per hectare, at the end of the vegetative period and after the decomposition of the plant. (Schlegel, 1992; Tate, 1994)

The interest in biological nitrogen fixation is current in organic agriculture. Fixed nitrogen is incorporated in the protein and increases not only yield, but also the quality of the yield. Significant influence for increasing legumes yields are seed materials treatment with active nitrogen fixing bacteria strains before sowing. Bacteria of lupine *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*), differ in symbiotic properties (competitiveness and nitrogen-fixing activity), to chemotaxis with respect to the organic substances revealed in root exudates of lupine (amino acids, sugars, organic acids and their salts). (Kirichenko E., 2005)

In agricultural practice nitrogen fixing bacterial treatment is economically profitable. The effectiveness of nitrogen fixing bacteria is expressed as an increase in the plant fresh mass and the total nitrogen amount in the dry matter.

Lupine is one of the most popular legumes in the world. It is used as forage, green manure and in the last decade it has become more and more popular as a protein source. Lupine has almost the same protein content as soya, but contains more carotene and cellulose, low levels of starch and high levels of polysaccharides and raffinose. However while soy is widely used in human nutrition, lupine is mainly used as an animal feed. The main shortcoming of lupine as a food material is considered to be its alkaloid content, which means that it must be subjected to processing to remove alkaloids before it can be used as a food material. (Korol, 2003; Adomas B and Piotrowicz-Cieslak A, 2004)

The aim of this investigation was to test the symbiotic fixation effectivity of the bacterial strains on different lupine species during their ontogenesis. The tasks were to determine plant length, fresh weight, dry matter per plant, % of dry matter and the total nitrogen amount in the dry matter.

Materials and Methods

The experiments were carried out at the greenhouse of Latvia University of Agriculture, Faculty of Agriculture, Institute Soil and Plant Sciences. Three lupines species *L. luteus* variety 'Juno', *L. angustifolius* variety 'Sonet' and *L. albus* variety 'Wat' were used in the vegetation pot experiment. The experiments were placed in five replicas in 5 L Mitcherlich type pots with washed river sand, and fertilized with Kemira Grow How NPK 0-5-20 with microelements. Nitrogen was added as ammonium nitrate, 0.024 g per 1 kg of sand for inoculated plants and ten times more (0.24 g kg⁻¹) for the control variant, where plants were not inoculated. In each pot 5 seeds were sowed. Lupine seeds were inoculated with a commercial preparation, *nitragin*, marketed by the company 'Bioefekts' (www.bioefekts.lv) and with the strain *Rhizobium lupini* from the collection of the Institute of Soil and Plant Sciences.

All vegetation pots were placed in a greenhouse with a day temperature of 20 – 25 °C and a night temperature over 12 °C. The experiment lasted from August 18 till December 26 when plants were in the phase of the end of flowering and form pods. From October plants were illuminated with artificial light at morning and evening to obtain a total photoperiod 14 hours.

Plant length, fresh mass, dry matter, % of dry matter, and total nitrogen amount in the dry matter were measured. Plants for analysis were taken at intervals: juvenile plants (September 7); bud formation (November 3) and at the end of flowering, pod formation (December 26). The content of total nitrogen was determined with the Kjeldahl method at Latvia University of Agriculture Analytical Laboratory for Agronomy Research. (ISO -5983-2 : 2005)

Results and Discussion

The activity of *Rhizobium lupini* strains was characterized by yield and accumulated nitrogen in the plants. Plant seed treatment with bacteria stimulated lupine germination and the plant growth at the early stages of development. At the first interval (till September 7) all species showed a significant influence from the seed inoculation (Fig. 1.). This tendency remained till the second interval (till November 3). The best results were obtained with the institute bacterial strain. At the end of flowering period the species *L. luteus* had larger length in its untreated variant, the smallest length were observed in the variant with the institute collection strain treatment. Species *L. angustifolius* had largest length in the variant inoculated with 'Bioefekts' *nitragin* and the smallest length was observed in the untreated variant. In the species *L. albus* the major length was in the

variant inoculated with the collection strain and the smallest length was observed in the untreated variant. The main length increase of lupines was obtained at the intensive grown phase from November 3 till December 26. In the end of the flowering period the best results were from the species *L. luteus* variety 'Juno'. The smallest length was observed in the species *L. angustifolius* variety 'Sonet', from the species *L. luteus* the length decrease was 34 %. Data processing showed that the plant length had a significant correlation to the lupine species and bacteria strain.

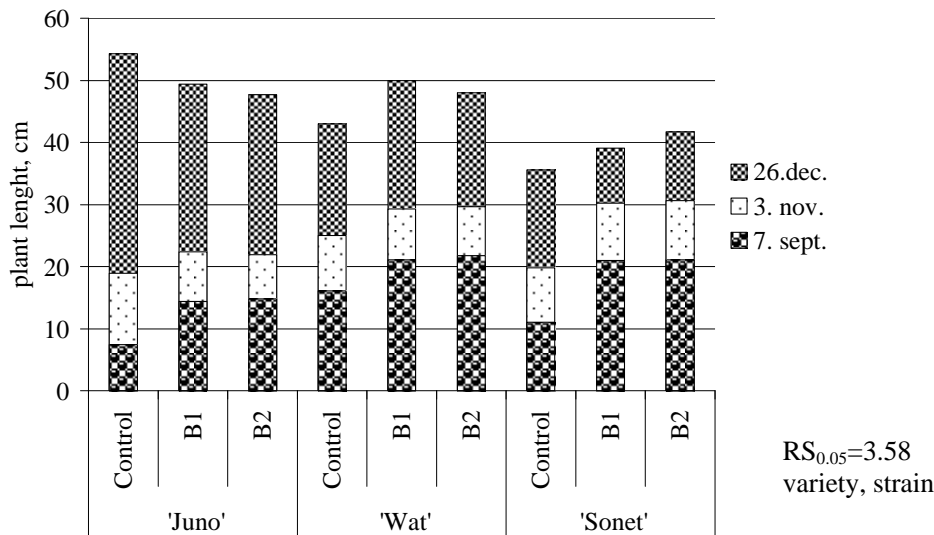


Figure 1. Plant length depending on the species and the treatment of the nitrogen fixing bacteria strain (Control - untreated variant; B1 – treated with company 'Bioefekts' nitragin; B2 – treated with collection strain).

For the lupine fresh weight gain observed at the end of the flowering period the best results were obtained for the species *L. albus* variety 'Wat'. Species *L. angustifolius* had the smallest fresh weight gain (Fig.2.). The effect of seed inoculation was observed till flowering. Plant fresh weight increased by 20.9 %. Lupine treated with the Institute strain weighed 8 % more than the "Bioefekts" one. At the end of the experiment data analysis showed a significant interconnection for the varieties 'Wat' and 'Sonet': lupines in the control variant (receiving higher nitrogen dosage) showed the lowest length, but higher fresh weight. Inoculated plants had longer length, but smaller fresh weight.

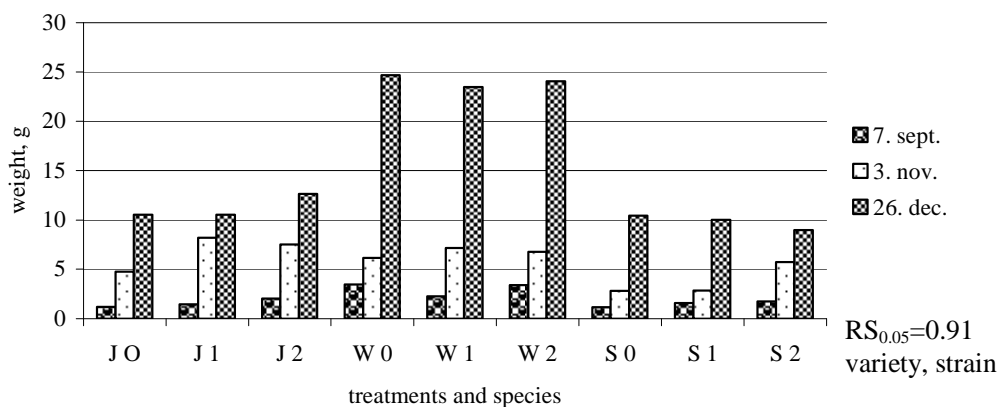


Figure 2. Plant weight depending on the species and the treatment of the nitrogen fixing bacteria strain (J- 'Juno', W-'Wat', S-'Sonet' – varieties, 0- untreated variant, 1- treated with nitragin and 2- treated with Institute collection strain)

The dry matter content was inspected in two intervals (September 7 and November 3). All the species after the first interval (September 7) showed a significant influence from the inoculation with lupine bacterial strains, with the exception of the species *L. luteus* variety 'Juno' (Fig. 3). The average increase of dry matter by 27 % was observed as the effect of inoculation. This regularity remained during all the periods of vegetation. At the end of the flowering period it was found that the species *L. luteus* had increased its dry matter content in the variants inoculated with the bacterial strains, the lowest was found in the control variant. Species *L. angustifolius* showed increased dry matter content in the variant inoculated with nitragin, the control variant had the lowest values. For the species *L. albus* the increased dry matter content was found in the variant inoculated with the collection strains, the lowest values were in the control variant. For the species *L. luteus* and *L. albus* increasing dry matter content was obtained in the variants inoculated with the collection strains. Processing the acquired data shows a significant correlation between lupine species and bacterial strains on plant dry matter.

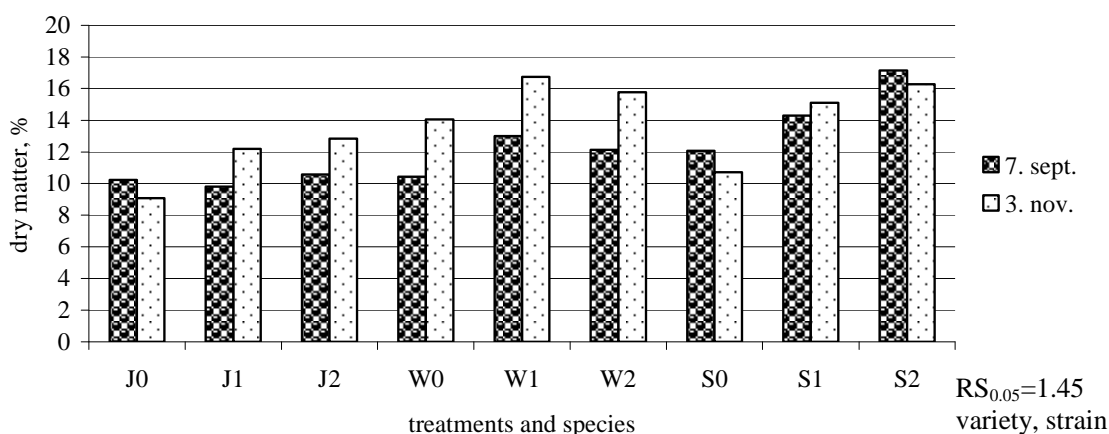


Figure 3. The plant weight depending on the species and the treatment of the nitrogen fixing bacteria strain (J- 'Juno', W- 'Wat', S- 'Sonet' – varieties, 0- untreated variant, 1- treated with nitragin and 2- treated with Institute collection strain)

The experiments showed the effect of inoculation on the protein content of lupine. Till the flowering phase there was no significant effect of the inoculation on the protein content, but further protein accumulation was influenced by the nitrogen supply. The formed symbiotic system did not assure a sufficient nitrogen supply to the plants.

The total protein amounts in dry matter were higher in the control variants (10 times higher nitrogen dosages). Comparing the total amounts of protein in the lupines inoculated with nitrogen and the collection strains gave the following results: For for species *L. luteus* variety 'Juno' the best symbiotic system was formed with the collection strains. The total nitrogen content increased in the dry matter by 6% in comparison with the nitragin treatment. For the species *L. angustifolius* variety 'Wat' the best symbiotic system was formed with the collection strains, giving a increase of total nitrogen in the dry matter by 5 %. For the species *L. albus* variety 'Sonet' the best symbiotic system was formed with nitragin increasing the total nitogen in the dry matter by 10 % compared to the collection strain.

Conclusions

The plant length depends on plant species. The smallest length was observed in the species *L. angustifolius* variety 'Sonet', the largest are the plants of the species *L. luteus* variety 'Juno'.

The inoculation of plant seeds promotes an increase in the plant length until the phase of bud formation. There are no significant differences between *Rhizobium lupini* strains.

The largest fresh and dry weight was observed for the *L. albus* variety 'Wat', but species *L. angustifolius* had the smallest fresh and dry weight.

The largest dry matter content in plants until the stage of bud formation was observed for inoculated plants.

The effectiveness of *Rhizobium lupini* strains are species dependent.

References

1. Adomas B., Piotrowicz-Cieslak A, (2004) Amino acid composition, hemicellulose and soluble sugars content in narrow-leaved lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L.) under the effect of reglone turbo 200 SL, Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agronomy, vol. 7, issue 2. <http://www.ejpau.media.pl/series/volume7/issue2/agronomy/art-03.html>.
2. Kirichenko EV. Study of chemotaxis of nodule bacteria of lupin to organic substances Mikrobiol Z. 2005 67(3), 19-26.
3. Korol, V. (2003) Enrichment of food products and combined feeds with lupin protein / Molochnaya Promyshlennost', (No. 5), 45-46
4. Metting B. F. (1993) Soil microbial ecology. New York, , 623.
5. Ovalle C.; S. Urquiaga ;A. Del Pozo ;E. Zagal; S. Arredondo (2006). Nitrogen fixation in six forage legumes in Mediterranean central Chile . [Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science](#), V.56, I. 4 , 277 – 283.
6. Schiegel H. G. (1992) Allgemeine Microbiologie, 7 überarbeitete, Georg Thieme Verlag Stuttgart, NewYork, 408 – 416.
7. Spaink H. P, C. A.Wijffelman, Elly Pees, R. J. H. Okker & B. J. J. Lugtenberg (1987). *Rhizobium* nodulation gene *nodD* as a determinant of host specificity / *Nature* 328, 337 – 340.
8. Stephens J.H.G., Rask H.M.(2000), Inoculation production and formulation, Field Crop Research, 65, 249-258
9. Tate R. L. (1994) Soil Microbiology, John Wiley and Sons, Inc, 307 – 333.

VĀRPU FUZARIOZES IZPLATĪBA UN MIKOTOKSĪNU RISKS ZIEMAS KVIEŠU SĒJUMOS LATVIJĀ OCCURRENCE OF THE *FUSARIUM* SPECIES AND THE RISK OF MYCOTOXINS ASSOCIATED WITH HEAD BLIGHT IN WINTER WHEAT IN LATVIA

Treikale O., Priekule I., Pugačova J., Lazareva L.

Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs, Lielvārdes 36/38, Rīga, Latvija, LV-1006,
phone: +371 6753764, e-mail: olga.treikale@laapc.lv

Abstract

During 2005-2006 the monitoring study was conducted by the Latvian Plant Protection Research Centre. The incidence of Fusarial head blight (FHB) in winter wheat was investigated in various Latvian regions. The distribution of the *Fusarium* species, isolated from samples representing production fields and variety testing trials with several winter wheat varieties and identified by V.Bilai (1977) methods is described. The incidence of FHB varied from 2 to 35% in 2005, from 1.66 to 25.2% in 2006 and there were no differences between regions. In 2005 - 5, in 2006 - 6 the *Fusarium* species the caused FHB were identified. The most frequent were: *F. poae*, *F. culmorum*, *F. gibbosum*, besides *F. avenaceum* var. *herbarum*, *F. sporotrichoides*, *F. moniliforme* were found. Contamination of grain with mycotoxins was examined – in 2005 for DON, in 2006 – for DON, ZEN, T-2. Of 7 samples only 1 in 2005 and of 70 samples only 3 in 2006 were contaminated with DON. The contamination level was very low – 24, 36, 36 and 28 $\mu\text{g kg}^{-1}$, which is below the level fixed in the EC Regulation 466/2001 – 1250 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

Key words

Fusarium species, incidence, frequency, mycotoxins, winter wheat

Ievads

Pēdējos gados Latvijā vārpu fuzariozei pievērsta pastiprināta kviešu audzētāju uzmanība. Tas saistīts ar izmaiņām labības kvalitātes prasībām, kas Latvijā stājušās spēkā ar 2006. gada 1.jūliju. Eiropas Komisijas regulā Nr. 466/2001 ir reglamentētas prasības par divu *Fusarium* sēņu izdalīto mikotoksīnu maksimāli pieļaujamo līmeni pārtikas graudos – deoksinivalenolu (DON) un zearalenonu (ZEN). Visos pasaules kviešu audzēšanas reģionos, t. sk. Eiropā, DON un ZEN minēti kā visnozīmīgākie mikotoksīni (Bottalico, Logrieco, 2002; Desjardins, 2006; Miller *et al.*, 2002). Vienlaikus tiek akcentēta arī T-2 un HT-2 bīstamība, kuru pieļaujamie līmeņi tiks pārskatīti līdz 2008.gada 1.jūlijam.

Lai prognozētu iespējamo mikotoksīnu risku graudu produkcijā, svarīgi zināt reģionā izplatīto sugu spektru, jo dažādas *Fusarium* sugas izdala atšķirīgus mikotoksīnus. Ir zināms, ka reģionos ar vēsu piejūras klimatu un arī Latvijas kaimiņvalstīs ziemas kviešu sējumos pārsvarā izplatītas sugas *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*; pieaug *F. sporotrichioides* sastopamība (Бура, 2006; Bottalico, Logrieco 2002).

Latvijā pētījumi par vārpu fuzariozes izraisītājiem, to izplatību graudaugu sējumos, perspektīvu un plaši audzētu kviešu šķirņu izturību pret vārpu fuzariozi nav veikti. Kā arī nav analizēti *Fusarium* sēņu izdalītie mikotoksīni graudos. Tāpēc Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrā pēc Zemkopības ministrijas pasūtījuma 2005.-2006.g. tika uzsākti pētījumi ar mērķi noskaidrot vārpu fuzariozes izplatību ziemas kviešu sējumos dažādos valsts reģionos, precizēt slimības ierosinātājus, noskaidrot graudu piesārņojumu līmeni ar mikotoksīniem DON, ZEN, T-2, kuru rezultāti ir atspoguļoti dotajā rakstā.

Materiāli un metodes

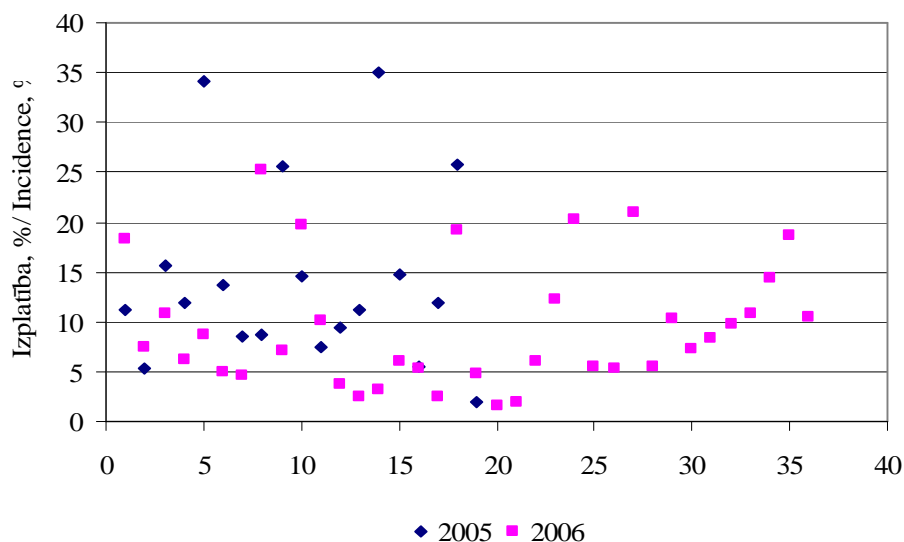
Lai konstatētu vārpu fuzariozes izplatību Latvijā, 2005. gadā tika apsekoti ziemas kviešu 19 ražošanas sējumi 5 rajonos (kopā novērojumi veikti 11 šķirnēm), 2006.g. – 36 sējumi 7 rajonos (13 šķirnēm). Slimības uzskaitē un laboratorijas analīzēm laukā randomizēti izvēlētās 10 vietās 0.1 m² rāmītī ievāktas visas vārpas. Papildus apsekoti arī šķirņu salīdzināšanas izmēģinājumu sējumi 5 vietās Latvijā. Ievāktas randomizēti izvēlētās 100 vārpas katrai šķirnei. Slimības izplatības raksturošanai noteikts ar fuzariozi inficēto vārpu skaits un aprēķināts to īpatsvars (%) paraugā.

Laboratorijas apstākļos izdalītas *Fusarium* sugu tīrkultūras pēc V. Bilai (1977) metodes. Mitrāajā kamerā istabas temperatūrā (+22-24 °C) inkubētas ievāktās vārpas ar raksturīgām infekcijas pazīmēm (no katra parauga 10 gb.), lai iegūtu *Fusarium* micēliju. Pēc 5-7 dienām iegūtais micēlijs pārsēts uz kartupeļu dekstrozes agara barotnes (kartupeļu novārījums 500 g, saharoze 20 g, agars 20 g) konidiju ieguvei. Tā kā *Fusarium* ir samērā specifiskas sēnes, tad atsevišķu sugu sporu ieguvei izmantotas arī iesala agara barotne (iesala ekstrakts – 40 g, agars – 20 g, ūdens – 1 l, daži pilieni 50% citronskābes šķīdums - daži pilieni) vai šķidrā minerālā barotne (KH₂PO₄ - 1g, KNO₃ – 2 g, MgSO₄ – 0.5 g, KCl – 0.5 g, Fe SO₄ – daži graudiņi, cietes šķīdums – 0.1 g, saharoze – 0.1 g, glikoze – 0.1 g, ūdens – 1l). Paraugi inkubēti 24 °C temperatūrā tumsas apstākļos 7-14 dienas. *Fusarium* sugu identifikācija veikta pēc sporām mikroskopējot pēc Bilai taksonomiskās sistēmas (1977).

Mikotoksīnu analīzēm no iepriekš apsekotajiem ražošanas sējumiem tika ņemti graudu paraugi 2 kg apjomā. 2005.g. analīzes veiktas - 7 paraugiem, 2006.g. - 70 paraugiem pēc 2 mēnešiem pēc ražas novākšanas; noteikts piesārņojums ar deoksinivalenolu (DON), zearalenonu (ZEN) un T-2 (2005.g. noteica DON, 2006.g.- DON, ZEN, T-2). Analīzes veiktas Pārtikas un veterinārā dienesta Nacionālā diagnostikas centra Pārtikas un vides izmeklējumu laboratorijā ar šķidrums hromatogrāfijas-masspektrometrijas (AEŠH-MS) metodi (2005.g. – VVMDC-T-012-057-2004; 2006.g. - NDC-T-012-057-2006).

Rezultāti

Apspekotajiem vārpu fuzariozes izplatības noteikšanai ziemas kviešu ražošanas sējumos tika galvenokārt veikti Zemgales un Kurzemes reģionos, kur ir valstī lielākās ziemas kviešu sējplātības. Slimības izplatība 2005.gadā bija no 2.0% līdz 35.0%, 2006.gadā - no 1.66% līdz 25.2%, attīstība (skat. 1.att.). Izplatības pakāpes izkliede bija līdzīga visos apsekotajos rajonos. Pēc divu gadu apsekojumu rezultātiem netika novērotas būtiskas atšķirības starp reģioniem.



1.att. Vārpu fuzariozes izplatība ražošanas sējumos 2005.g. un 2006.g., % /
 Figure 1. Incidence of fusarium head blight in production fields in 2005 and 2006, %

Analizējot datus par ražošanas platībās apsekotajām šķirnēm, un arī šķirņu salīdzinājumu izmēģinājumu rezultātus, konstatēts, ka abos pētījuma gados vārpu fuzarioze vismazāk izplatīta bija šķirņu ‘Olivin’ un ‘Zentos’ (Vācija) sējumos – vidēji divos gados ražošanas sējumos 6.8% un 11.3% attiecīgi, šķirņu salīdzinājumos kā izturīga sevi parādīja šķirne ‘Kosack’ (Zviedrija). Savukārt spēcīgākā infekcijas izplatība tika novērota plaši audzētas šķirnes ‘Bussard’ (Vācija) ražošanas sējumos – vidēji 15.7%.

Pētījuma ietvaros apsekotajos ziemas kviešu ražošanas sējumos, veicot vārpu analīzi, novērots samērā plašs *Fusarium* sugu spektrs - 2005.gadā 5 sugas (skat. 1.tab.), 2006.gadā 7 sugas (skat. 2.tab.).

Abos pētījumu gados visos apsekotajos rajonos tika konstatēta suga *Fusarium poae*. Tā ir dominējošā suga *Fusarium* populācijā pētījumā apsekotajās ražošanas platībās un šķirņu salīdzinājumos, par ko liecina izdalīto izolātu īpatsvars (2006.g. dati) – vairāk kā 50%.

1.tabula. Konstatētās *Fusarium* sugas ziemas kviešu ražošanas sējumos 2005.g./ Table 1. Detected *Fusarium* species in winter wheat production fields in 2005

Suga/ Species	Bauskas raj./ Bauska reg.	Jelgavas raj./ Jelgava reg.	Dobeles raj./ Dobele reg.	Saldus raj./ Saldus reg.	Talsu raj./ Talsi reg.
<i>F.poae</i>	+*	+	+	+	+
<i>F.culmorum</i>	+	+	-	+	+
<i>F.gibbosum</i>	+	+	-	-	-
<i>F.avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	-	+	-	-	-
<i>F.oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	-	+	-	-	-

* + suga ir konstatēta/ species is detected

2.tabula. *Fusarium* sugu sastopamība ziemas kviešu ražošanas sējumos 2006.gadā, %/ Table 2. Severity of *Fusarium* species in winter wheat production fields in 2006, %

Suga/ Species	Bauskas raj./ Bauska reg.	Jelgavas raj./ Jelgava reg.	Dobeles raj./ Dobeļe reg. reg.Saldus raj./ Saldus reg.	Saldus raj./ Saldus reg.	Talsu raj./ Talsi reg.	Valmieras raj./ Valmiera reg.	Ogres raj./ Ogre reg.	Aizkraukles raj./ Aizkraukle reg.	Balvu raj./ Balvi reg.
<i>F.poa</i>	75.0	64.9	76.1	75.0	81.25	64.3	63.4	57.1	50.0
<i>F.culmorum</i>	-	10.8	10.8	25.0	6.26	-	-	28.6	-
<i>F.gibbosum</i>	25.0	18.9	8.7	-	12.5	21.5	-	14.3	-
<i>F.avenaceum</i> var. <i>herbarum</i>	-	5.4	2.2	-	-	7.1	24.4	-	25.0
<i>F.oxysporum</i> var. <i>orthoceras</i>	-	-	2.2	-	-	-	2.4	-	25.0
<i>F.sporotrichoides</i>	-	-	-	-	-	7.1	4.9	-	-
<i>F.moniliforme</i>	-	-	-	-	-	-	4.9	-	-

Samērā plaši izplatītas arī sugas *F.culmorum* un *F.gibbosum*, taču to sastopamības biežums ir ievērojami zemāks – 8.7-28.6%. 2006.g. plašāk izplatīta arī suga *F.avenaceum* var. *herbarum*. Simptomātiski vārpu infekciju izraisījušas sugas *F.oxysporum* var. *orthoceras*, *F.sporotrichoides*, *F.moniliforme*. Par sugu *F.avenaceum* var. *herbarum*, *F.gibbosum*, *F.oxysporum* esamību graudaugu sējumos Latvijā liecina arī LAAPC pētījumi par patogēnu kompleksu, kas ierosina sakņu puves (Treikale, Guzeva, 1996; Treikale, Pugachova, 2002).

Kopumā divos gados no 77 paraugiem tikai 4 gadījumos tika konstatēts graudu piesārņojums ar mikotoksīniem. 2005.gadā no pārbaudītajiem 7 paraugiem tikai 1 paraugā, kas bija ievākts Jelgavas rajonā pret *Fusarium* ieņēmīgas šķirnes ‘Bussard’ sējumā, nosakot dezoksivalenolu (DON), tā daudzums bija 24 µg kg⁻¹ (noteikšanas robeža <18.5 µg kg⁻¹). 2006. g. no pārbaudītajiem 70 paraugiem, 3 paraugos, kas bija ievākti Dobeles raj., tika konstatēts piesārņojums ar DON – ‘Harnesk’ - 36 ± 4 µg kg⁻¹ (noteikšanas robeža <25 µg kg⁻¹), ‘Cubus’ - 36 ± 4 µg kg⁻¹, ‘SW Maxi’ - 28 ± 3 µg kg⁻¹. DON piesārņojuma līmenis nepārsniedza Eiropas Komisijas regulā Nr. 466/2001 noteikto daudzumu pārtikas kviešos – 1250 µg kg⁻¹. 2006.g. tika noteikts arī piesārņojums ar zearalenonu (ZEN) un T-2, taču neviens no minētajiem toksīniem pārbaudītajos graudu paraugos virs noteikšanas robežas (ZEN <10 µg kg⁻¹, T-2 <25 µg kg⁻¹) netika konstatēts.

Diskusija

Vārpu fuzarioze ir pietiekami bīstama vārpu slimība Latvijā, sasniedzot vidējo izplatības līmeni ap 5-15 %. Īpaši nozīmīga šī slimība ir Zemgales reģionā, kur tiek iegūts lielākais ziemas kviešu graudu produkcijas apjoms. Infekcijas izplatība ir atkarīga no daudziem faktoriem, t.sk. audzēšanas tehnoloģijas, šķirnes, klimatiskajiem apstākļiem. Pieaugot graudaugu platībām saimniecību sējumu struktūrā, kviešus bieži laukos izvieto atkārtoti. Līdz ar to gadu no gada augsnē uzkrājas inficēto augu atliekas, kas labvēlīgos apstākļos nodrošina spēcīgu sējumu infekciju (Byra, 2006; Shaner, 2003). Tā kā slimības ierosinātāji praktiski vienmēr ir sastopami laukos, jo saglabājas augsnē un augu atliekās, būtiska nozīme ir šķirņu izturībai, kas ir ģenētiski noteikta īpašība un selekcijas centri veic darbu izturīgu šķirņu radīšanai (Mesterhazy, 2003). Taču par Latvijā audzēto šķirņu ģenētiski noteikto izturību pret vārpu fuzariozi ir maz informācijas. Divi pētījumu gadi nav pietiekošs periods secinājumu izdarīšanai.

Pētījumā tika noskaidrots, ka dominējošā suga, kas izraisa vārpu fuzariozi Latvijā, ir *F.poa*. Sugas izplatība pēdējos gados pieaug arī citās Eiropas valstīs, kam raksturīgi vēsi, piejūras apstākļi, piemēram, Norvēģijā, Skotijā, Polijā, Krievijas Sanktpēterburgas apgabalā (Botallico, Logrieco, 2002). *F.poa* klātbūtne tika pierādīta, veicot laboratorijas analīzes, taču lauka apstākļos vizuāli šo ierosinātāju nevar noteikt. *F.poa* arī rada mazāk bīstamus mikotoksīnus – diacetoksicirpenolu (DAS), nivalenolu, fuzarenonu-X, beauvericīnu, pie kam tos galvenokārt producē graudu uzglabāšanas laikā. Līdz ar to *F.poa* ir bīstamāks kā noliktavu patogēns

(Bottalico, Logreico, 2002, Mesterhazy, 2003; Desjardins, 2006). Taču pietiekami plaši Latvijā ir izplatīta suga *F.culmorum*, kas arī raksturīga teritorijām ar mitru, vēsu klimatu. Saskaņā ar literatūras datiem *F.culmorum* jau lauka apstākļos izdala bīstamos mikotoksīnus - DON, ZEN un nivalenolu (NIV) (Botallico, 1998; Botallico, Logreico, 2002; Miller *at al.*, 2002). DON klātbūtne pierādījās arī graudu paraugu mikotoksīnu analīzēs. Suga *F.gibbosum* saskaņā ar literatūras datiem vairāk raksturīga siltiem reģioniem, taču pēdējos gados ir novērota arī Latvijā. Infekcijas gadījumā var izdalīt mikotoksīnus - DAS, ZEN (Botallico, Logreico, 2002). Kā nozīmīgs mikotoksīnu radītājs patogēnam labvēlīgos Latvijā var kļūt suga *F.sporotrichoides*, kas producē bīstamus mikotoksīnus – T-2, HT-2. Šobrīd izplatība ir neliela, taču ņemot vērā citu valstu pieredzi, piemēram, Vāciju, var prognozēt ierosinātāja izplatības pieaugumu (Botallico, Logreico, 2002; Desjardins, 2006). Kopumā nepieciešams turpināt pētījumus par vārpu fuzariozes izplatību un ierosinātajiem Latvijā, jo tie būtiski atkarīgi no agroklimatiskajiem apstākļiem.

Secinājumi

Vārpu fuzarioze, ko ierosina *Fusarium* spp. ģints sēnes, ir samērā izplatīta slimība galvenajos ziemas kviešu audzēšanas reģionos Latvijā un izplatības pakāpe ir līdzīga visos apsekotajos rajonos.

Sējumu infekcijas pakāpei ir nozīme šķirnes izvēlei, jo ir novērotas būtiskas atšķirības starp šķirnēm.

Dominējošā suga apsekotajās platībās ir *Fusarium poae*, kas galvenokārt rada mikotoksīnus graudu uzglabāšanas laikā.

Pietiekami plaši izplatīta suga *Fusarium culmorum*, kas var radīt graudu produkcijas piesārņojumu ar bīstamiem mikotoksīniem DON, ZEN un NIV.

Kopumā pētījumā konstatēto *Fusarium* sugu spektrs un to izplatības līmenis var radīt piemērotos apstākļos samērā augstu mikotoksīnu piesārņojuma risku Latvijā audzētajā graudu produkcijā.

Literatūra

1. Билай В.И. (1977) Фузариин. Киев, «Наукова Думка», 442 с.
2. Bottalico A., Logreico A. (2002) Distribution of toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight of wheat, in Europe. In: Proceedings of the Conference “Sustainable Systems of Cereal Crop Protection against Fungal Diseases as the Way of Reduction of Toxin Occurrence in Food Webs”. Kromeriz, Czech Republic, Vol. 12 (1/2), 101-108.
3. Буга С.Ф. (2006) Болезни колоса зерновых культур в условиях Республики Беларусь. Защита растений: сборник научных трудов, вып. 30, ч. 1, 185-189.
4. Desjardins A. E. (2006) *Fusarium* Mycotoxins. Chemistry, Genetics and Biology. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota, U.S.A., 260 pp.
5. Gale L. R. (2003) Population Biology of *Fusarium* Species Causing Head Blight of Grain Crops. In: *Fusarium* Head Blight of Wheat and Barley. The American Phytopathological Society, 120-143
6. Mesterhazy A. (2003) Breeding Wheat for *Fusarium* Head Blight Resistance in Europe. In: *Fusarium* Head Blight of Wheat and Barley. The American Phytopathological Society, 211-240.
7. Miller J. D., ApSimon J. W. at all. (2002) Deoxynivalenol: a 25 year perspective on a trichothecene of agricultural importance. In: *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial Symposium. The American Phytopathological Society, 310-320.
8. Shaner G. (2003) Epidemiology of *Fusarium* Head Blight of Small Grain Cereals in North America. In: *Fusarium* Head Blight of Wheat and Barley. The American Phytopathological Society, 84-119.
9. Treikale O., Guzeva L. (1996) Signification of *Fusarium* genus fungi for pathogenesis of root rots of cereals in Latvia. In: XIII Conference on Fungi and Lichens in the Baltic Region, Riga, 60-61.
10. Treikale O., Pugacheva J. (2002) Causative agents of common root rot and bioefficiency of new fungicides for seed treatment of cereals. In: Proceeding of the scientific international conference “Plant Protection in the Baltic Region in the context of integration to EU”, Kaunas, Lithuania, 138-140.

HORTICULTURE

GENETIC MATERIAL HOMOGENIZATION OF LATGALES MELONS LATGALES MELOŅU ĢENĒTISKĀ MATERIĀLA HOMOGENIZĀCIJA

Bāliņš A.¹, Alsina I.¹, Lepse L.², Ruņģis D.³

¹LUA, Institute of Soil and Plant Sciences, e-mail: balins.andris@inbox.lv

²Pūres Horticulture Research Centre, ³Latvian State Forestry Research Institute "Silava"

Kopsavilkums

Pagājušā gadsimta vidū Daugavpils rajona Dvietes pagastā pazīstamais vīnogu selekcionārs Pauls Sukatnieks izveidoja vairākas Latvijas agroklīmatiskajiem apstākļiem piemērotas šķirnes. Tomēr neorganizētas sēklaudzēšanas dēļ šīs šķirnes savstarpēji saziēdējās ar citām Latvijā ievestām šķirnēm un pakāpeniski izvirta. Pateicoties dārzkopju – entuziastu un pētnieku darbam (Ē. Piļka, U. Dēķens, I. Drudze), šis unikālais ģenētiskais materiāls tika saglabāts. Kopš 2003. gada Pūres dārzkopības Izmēģinājumu Stacijā tiek veikta Latgales meloņu populācijas izvērtēšana un atjaunošana, veidojot tuvradniecisku krustojumu un inbredās līnijas. Tuvradnieciskās krustošanas un inbredizācijas mērķis ir homogenizēt pieejamo ģenētisko materiālu, sadalot to ģenētiski un morfoloģiski atšķirīgos genotipos. 2006. gadā, izmantojot 15 mikrosatelītu marķierus, molekulārajās analizēs noteikta 3 dažādu Latgales meloņu līniju un 5 Dienvideiropas šķirņu savstarpējā ģenētiskā saistība. Latgales meloņu līnijai 5(2) bija augstākā vidējā augļu masa no auga, lielākie augļi, kā arī biežāks augļa mīkstums. Pārējos mērījumos labāki rezultāti novēroti Dienvideiropas meloņu šķirnēm. Ģenētiski vistuvākā Dienvideiropas meloņu šķirnēm bija Latgales meloņu līnija '8'.

Abstract

In the middle of the last century in the region of Daugavpils the well known grape breeder - Pauls Sukatnieks bred several melon (*Cucumis melo* L.) varieties. He also developed the open field growing system for these vegetables in Latvia. These varieties were sustainable for the agroclimatic conditions of Latvia – low night temperature, a short period of high temperatures and high air humidity. During several decades these genotypes were destroyed because of the cross-pollinating of different varieties. This unique genetic material was saved by the gardener Ē. Piļka, and the scientists U. Dēķens and I. Drudze. Since 2003, the renovation of Latgale's melons was started in the Pūre Horticultural Research Station. Since 2003, inbreeding and sibling has been carried out. The aim of the investigation is to homogenize the genetic material of Latgale's melons. In 2006, the genetic distance between 3 lines of Latgale's melons and 5 South European varieties was detected by using 15 microsatellite markers. The highest average fruit weight, the largest fruits, bigger thickness of fruit flesh was observed on Latgales melon line '5(2)'. South Europe melons were better in other measurements. Genetically the closest to the South Europe varieties was Latgale's melons line '8!'.

Key words

Cucumis melo, inbred lines, cross-pollination, microsatellites

Introduction

Melons *Cucumis melo* L. are widely cultivated plants originating from South Asia and the central part of Africa. From these regions (mostly from South Asia) melons have spread around the world (Белик, 1998; Лебедева, 2000). Many melon varieties were selected by humans in the since start of melon cultivation (IPGRI, 2003). The melons require high and substrate temperatures. The recommended sum of effective temperatures (temperature $\geq +10^{\circ}\text{C}$) for melon growth is 3000-5000 $^{\circ}\text{C}$ (Taranovs, 1968). One of the famous melon growers in Latvia was Pauls Sukatnieks. He worked in Dviēte, Latgale's region, and bred such varieties as 'Dvietes Oranžā' and 'Dvietes

Banānu'. P. Sukatnieks also developed the growing systems for melons in Latvia (Sukatnieks, 1954). The varieties bred by him were sustainable for Latvia's agroclimatic conditions. These varieties were of a very short vegetation period, and produced a good yield also in rainy summers (Sukatnieks, 1954). The aim of the research was to determine the morphological and genetic distance between Latgales melon lines and the southern European varieties.

Materials and Methods

The melons were grown in the Pūre Horticultural Research Station in the Tukums region. The research was done in 2006. Three lines ('5(2)', '4(3)!!!', '8!') of Latgale's melon and five South Europe varieties ('Honey Dew Orange Flesh', 'Tendral Verde Negro', 'Jaune Canaris', 'Gros Pecoud', 'Cantaloup de Bellegarde') were included in the investigation. The South Europe varieties were used for comparison with Latgale's melons morphologically and on the molecular level. For these melons we choose IPGRI descriptors for melons as these were best for the comparison of morphological features. For every variety, five plants were evaluated. The melons were sown on April 22 in pots of 8 cm diameter, in peat substrate with $pH_{KCl2} 5.5 \pm 0.5$, N – 100-140 mg kg^{-1} , P_2O_5 – 110-170 mg kg^{-1} , and K_2O – 190-290 mg kg^{-1} . The seedlings were grown in pots in a plastic tunnel till May 28. Plants were planted in a plastic tunnel in a peat substrate with 0.8 m density. During the time of the investigation the melons were regularly watered and every second week fertilized with $Ca(NO_3)_2$ (1200 g m^{-3} water) and with 'Kemira' 10:10:20 (1750 g m^{-3} water).

The following parameters were measured to compare Latgale's melons with the South Europe varieties: length and width of the cotyledons (cm), petiole scar diameter (cm), and average fruit weight (kg) from plant, thickness of flesh (cm), average fruit length and width (cm). Genetic relations between genotypes were detected by the use of 15 microsattelite markers (CMCTT144F, CMACC146F, CMGA104F, CMAT141F, CMCCA145F, CMTC13F, CMGT108F, CMCT134bF, CMCT44F, CMTC168F, CMCT170bF, CMAG59F, CMTC47F, CMGA15F, CMTA170aF) in the Latvian State Forestry Research Institute „Silava”.

Differences between measurements of lines and varieties were evaluated according to ANOVA. The genetic distance between Latgale's melon lines and the southern European varieties was evaluated using GeneMapper software.

Results

The bigger cotyledons were observed for the South Europe varieties 'Honey Dew Orange Flesh' (6.6 and 3.5 cm), 'Jaune Canaris' (6.1 and 3.1 cm) and 'Tendral Verde Negro' (5.8 and 2.9 cm) (Figure 1). The data of the mathematical analyses showed that there was a significant difference between the genotypes according to cotyledons length and width: between cotyledons length $F=42.28 > F_{crit}=2.31$ and between cotyledons width $F=46.89 > F_{crit}=2.31$ (with $P=95\%$).

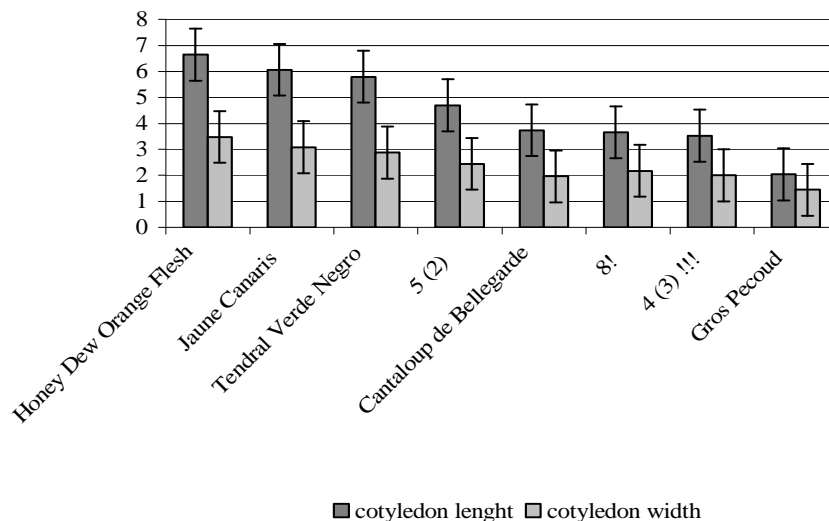


Figure 1. Size of cotyledons, cm

The significant difference of cotyledons length was observed between ‘Honey Dew Orange Flesh’, ‘Tendral Verde Negro’, ‘Jaune Canaris’ and ‘4(3)!!!’, ‘8!’, ‘Cantaloup de Bellegarde’, ‘Gros Pecoud’. For the other variants differences were not significant. The significant differences of cotyledons width was between ‘Honey Dew Orange Flesh’, ‘Tendral Verde Negro’, ‘Jaune Canaris’ and ‘4(3)!!!’, ‘Cantaloup de Bellegarde’, ‘Gros Pecoud’. For the other variants differences were not significant.

The biggest petiole scar diameter was observed in the Southern European variety ‘Gros Pecoud’ (2.1 cm) and Latgale’s melon lines ‘8!’ (1.7 cm), ‘5(2)’ (1.7 cm). (Figure 2) The data mathematical analyses showed that there was a significant difference between the genotype according to petiole scar diameter: $F=9.57 > F_{crit}=2.31$ (with $P=95\%$). The significant difference of petiole scar size was between ‘Jaune Canaris’ and ‘Gros Pecoud’.

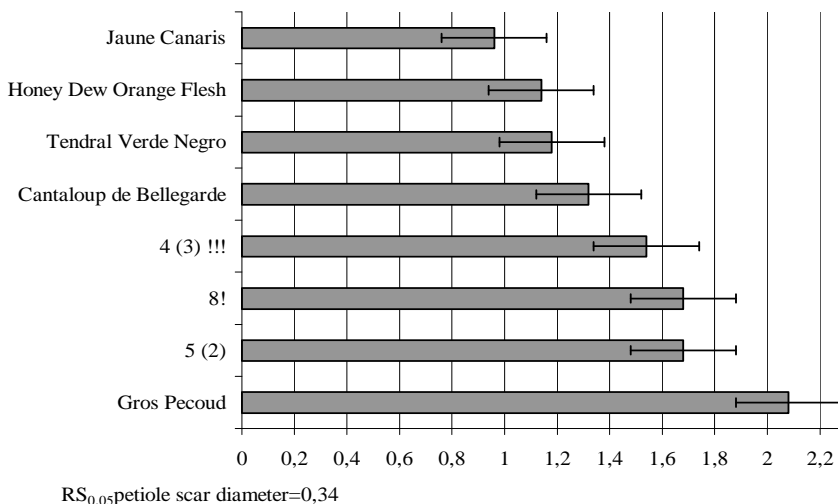


Figure 2. Petiole scar diameter, cm

A higher average fruit weight was observed for all of Latgale’s melon lines. Between fruit weight $F=18.75 > F_{crit}=2.31$ (with $P=95\%$). The mathematical analyses data showed that there was a significant difference between the genotypes according to fruit weight. (Figure 3) The significant difference of fruit weight was between lines ‘5(2)’, ‘4(3)!!!’, ‘8!’ and the varieties ‘Jaune Canaris’ and ‘Gros Pecoud’.

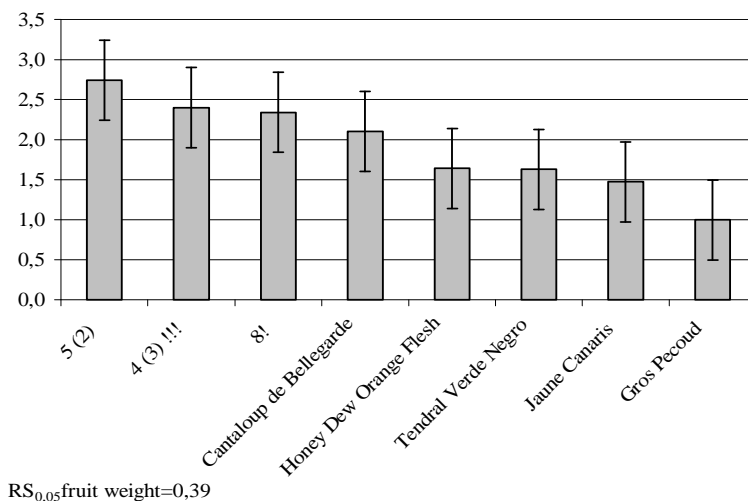


Figure 3. Average fruit weight from plant, kg

Thicker flesh was observed in the Latgale’s melon line ‘5(2)’ (4.4 cm) and the Southern European variety ‘Tendral Verde Negro’ (3.8 cm). There was a significant difference between the variety or line, and the thickness of the flesh. Fruit thickness of flesh depends on variety or line. Between fruit weight $F=4.76 > F_{crit}=2.31$ (with $P=95\%$). On all occasions essential differences were not observed. (Figure 4)

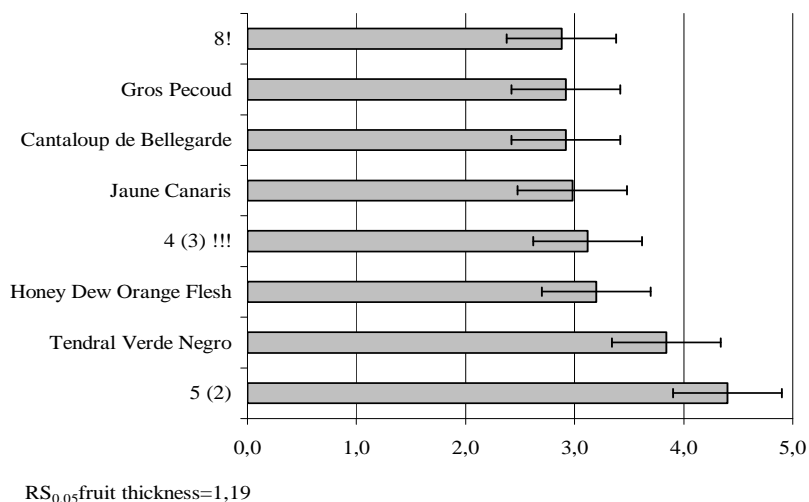


Figure 4. The fruit thickness of flesh, cm

The average fruit length and width was higher in the Latgale’s melon line ‘5(2)’ and Southern European varieties ‘Honey Dew Orange Flesh’, ‘Jaune Canaris’. The mathematical data analyses showed that there was a significant difference between the variety or line, and parameters of fruit. Between fruit length $F=75.17 > F_{crit}=2.31$ and between fruit width $F=2.35 > F_{crit}=2.31$ (with $P=95\%$). The significant differences of fruit length was between ‘5(2)’, ‘Honey Dew Orange Flesh’, ‘Jaune Canaris’ and ‘4(3)!!!’, ‘8!’, ‘Cantaloup de Bellegarde’, ‘Gros Pecoud’. In all measurements of fruit width significant differences were not observed. (Figure 5)

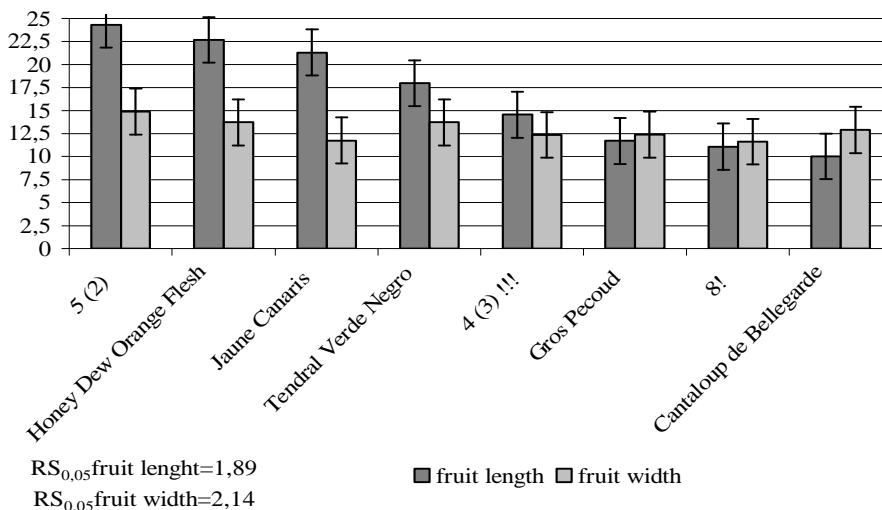


Figure 5. The fruit parameters, cm

The experiment used 15 microsatellite markers. The genetic distance between Latgale’s melon lines and the South Europe varieties was determined by the use of these markers. If the

genetic interrelations coefficient is close to one, then the melons are genetically distinct. If the coefficient is close to zero, then the melons are genetically close. (Figure 6).

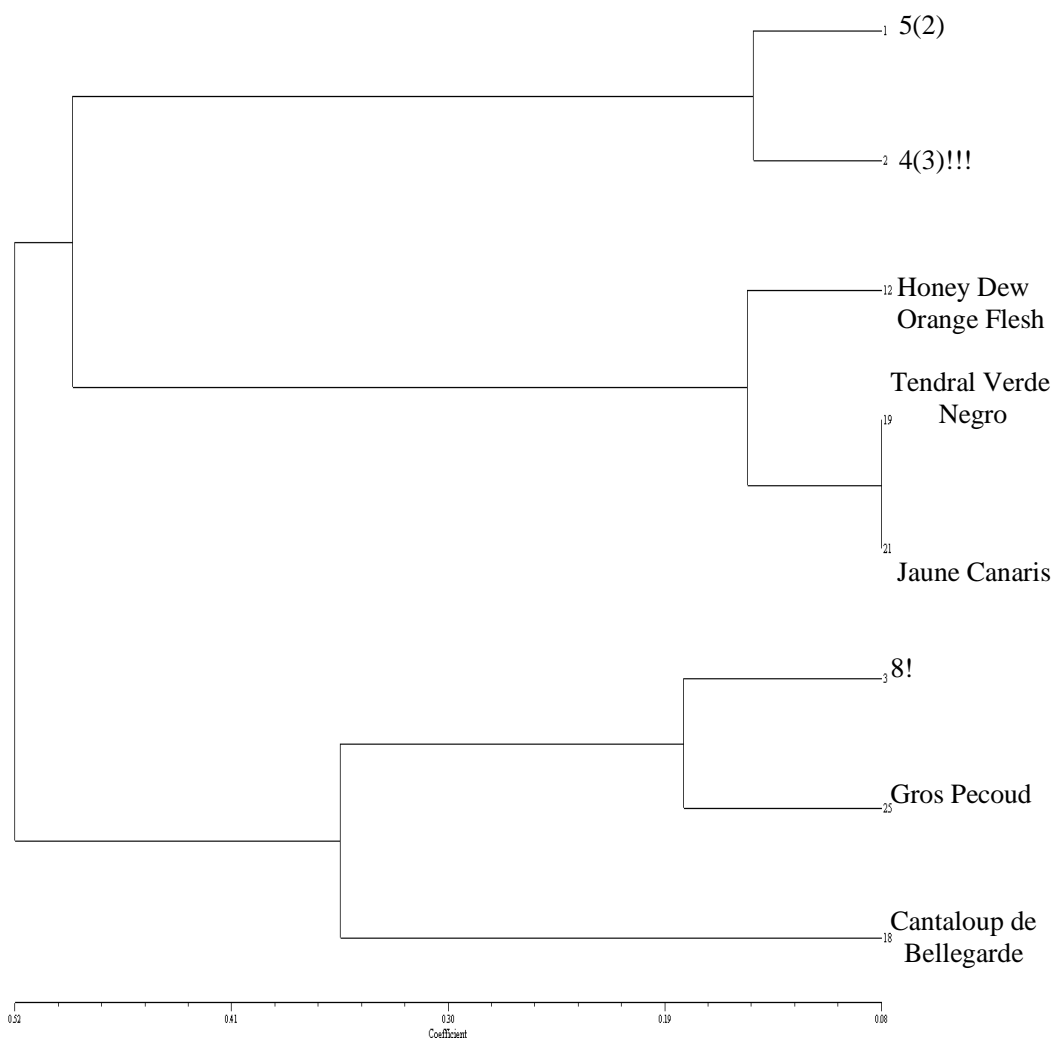


Figure 6. Genetic interrelations between melons

Two lines of Latgale's melons (5(2); 4(3)!!!) are genetically different from other varieties. The line of Latgale's melon '8!' is genetically close to the South Europe variety 'Gros Pecoud'. Line '8!' also is morphologically distinct from other lines of Latgale's melons.

Discussion

Latgale's melons till now have not been investigated and compared by using molecular markers. Local Latvian genotypes are genetically different from South Europe varieties. According to the molecular data one of Latgale's melons (8!) is relatively close to the 'Gros Pecoud' variety.

In cotyledons plant accumulated nutrients and cotyledon size affects further plant development (Шевелёв, 1996). The South Europe varieties had the bigger cotyledons. Bigger cotyledons create the possibility to give the highest results in plant vegetative evolution and in yield (Шевелёв, 1996). But according to future results Latgales melons show highest measurements.

The storage length of fruits depends on the fruit petiole scar. From the scar it is possible for the fruit to be infected by different fungal diseases. (Борисова, 1984). Latgale's melons are less suitable for storage. The highest average fruit weight was observed for Latgale's melon lines. This

trait is important for the commercial growing of melons. The thickness of fruit flesh is also an important morphological parameter. If the cavity of seeds is smaller the weight of fruit will be higher.

Latgale's melons have a bigger fruit petiole scar, smaller in size, but these genotypes have a higher amount of fruits from one plant and higher average fruit weight in comparison to South Europe varieties. Two of Latgale's melon lines are genetically more distinct from South Europe varieties. This confirms the historical origin of Latgale's melons – mostly they were bred by using varieties of Russian origin (Sukatnieks, 1954).

Conclusions

The largest cotyledons were observed for South Europe varieties 'Honey Dew Orange Flesh', 'Tendral Verde Negro' and 'Jaune Canaris'. The smaller fruit petiole scar diameter was observed for the South Europe varieties 'Honey Dew Orange Flesh', 'Tendral Verde Negro' and 'Jaune Canaris'. The highest average fruit weight was found in Latgale's melon lines. The thickness of flesh was bigger for Latgale's melon line '5(2)' and South European variety 'Tendral Verde Negro'. The largest fruits were produced by Latgale's melon line '5(2)' and South European varieties 'Honey Dew Orange Flesh' and 'Jaune Canaris'. According to microsatellite markers the genetically closest variety to South Europe varieties was Latgale's melon line '8!'.

References

1. Sukatnieks P. (1954) Meloņu un arbūzu audzēšana lauka apstākļos, Latvijas Valsts Izdevniecība, Rīga, 56.
2. Taranovs V. (1968) Dārzenkopība Latvijā, Liesma, Rīga, 236.
3. IPGRI (2003) Descriptors for melon *Cucumis melo* L., International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 77.
4. Белик В. Ф. (1998) Ваш огород, Большая Российская энциклопедия, Москва, 480.
5. Борисова Р. Л., Огінська А. А., Осипова Т. О., Нэмтинов В. І. (1984) Вирощування динь і кавунів у плівкових теплицях в Криму. Овочівництво і баштанництво, 29, 25-28.
6. Лебедева А. (2000) Секреты тыквенных культур, ЗАО Фитон +, Москва, 224.
7. Швелёв В. В. (1996) Возделывание дыни в условиях защищенного грунта, Колос, Москва, 57.

LATVIJAS MARTAGONLILIJAS (*LILIUM MARTAGON* L.) POPULĀCIJAS NOVĒRTĒJUMS UN IZMANTOŠANA SELEKCIJĀ ASSESSMENT OF THE POPULATION OF LATVIAN MARTAGONLILY (*L. MARTAGON* L.) AND APPLICATION IN BREEDING

Balode A.

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001, Latvija
tālr.: +371 63005677, e-pasts: antra@ram.lv

Abstract

Lily breeders are very interested to find bulbs in the wild, collect them and use them for breeding purposes. The genus *Lilium* L. includes approximately a hundred species distributed throughout the cold and temperate parts of the northern hemisphere. One of the best known of wild lilies is *L. martagon* L. Of all the lily species, it is distributed across the largest growing area – from western Portugal through Europe and Asia. It was discovered in 1839, and is the only wild lily species in Latvia. The stem is erect, up to 200 centimetres, and there are as many as 50 pendent-like turk's-cap flowers on a stem. To evaluate the survival potential of *L. martagon* L., research was carried out in lo

cations at Aizkraukle, Ventspils, Kuldīga and Tukums. Research results indicate that the diversity in genotypes varies according to location and distribution. According to morphological traits, these martagonlilies were classed into three groups: 1) plants found on the left bank of the Daugava near Vigante Park and Staburags (areas which belong to the region of Aizkraukle); 2) plants found in the regions of Ventspils, Kuldīga and Tukums; 3) plants found at Aizkraukle on the right bank of Daugava near Klintaine. Crosses were made between wild martagons with light pink

flowers which are widespread in locations near Klintaine and the martagonlily (*L. martagon* var. *album* West.) with white flowers was used as a cultivar. The obtained hybrids vary in colour, diameter, flower shape, flower number, plant height and resistance to grey mould.

Key words

Diversity, *Lilium martagon*, morphological traits, wild species

Kopsavilkums

Selekcionārus interesē atrast dabā sastopamās liliju sugas un iesaistīt tās selekcijā. Savvaļā ir sastopamas apmēram 100 liliju ģints (*Lilium* L.) sugas, kas izplatītas galvenokārt ziemeļu puslodes mērenajos apgabalos. Martagonlilija (*L. martagon* L.) ir viena no pazīstamākajām lilijām un tā aizņem visplašāko areālu no visām liliju ģintīs sugām. Rietumos tās izplatība sākas Portugālē, tad virzās caur Eiropu un Āziju. Eiropā martagonlilijas areāla ziemeļrietumu robeža atrodas Latvijā un tā ir vienīgā mūsu valstī savvaļā augošā lilija, kura pirmoreiz konstatēta 1839. gadā. Martagonlilijām raksturīgs spēcīgs, līdz 200 cm garš, noturīgs stumbrs, uz kura var būt līdz 50 nokareni, turbānveida ziedi ķekarveida ziedkopā. Lai veiktu martagonlilijas populācijas novērtējumu tika apsekotas savvaļas atradnes Aizkraukles, Ventspils, Kuldīgas un Tukuma rajonos. Pētījumā tika konstatēts, ka Latvijas savvaļas martagonlilija pēc fenotipa atšķirās dažādās izplatības vietās un atkarībā no morfoloģisko pazīmju raksturojuma tās tika sagrupētas trīs grupās: 1) Aizkraukles rajona, Daugavas kreisajā krastā pie Vīgantes parka un Staburaga; 2) Ventspils, Kuldīgas un Tukuma rajonos; 3) Aizkraukles rajona, Daugavas labajā krastā, atradnē pie Klintaines. Veicot krustojumus starp savvaļas martagonlilijas formu ar gaiši violetrozā ziediem, kas izplatīta atradnē pie Klintaines (Daugavas lilija) un martagonliliju ar baltiem ziediem (*L. martagon* var. *album* West.), kas izplatīta kā kultūraugs, iegūtie martagonliliju hibrīdi atšķirās pēc zieda krāsas, diametra, formas, skaita, kā arī ziedēšanas laika, auga garuma un izturības pret pelēko puvi.

Ievads

Visplašāko areālu liliju (*Lilium* L.) ģintī aizņem martagonlilija (*L. martagon* L.) (Fox, 1987; Баранова, 1990), rietumos tās izplatība sākas Portugālē, tad virzās caur Eiropu un Āziju, un austrumos sastopama līdz Baikāla ezeram pie 124°A, apmēram 9000 km garā joslā. Areāla ziemeļu robeža atrodas Sibīrijā pie Hantajkas upes, kur savvaļā uz mežu zonas robežas aug *Lilium martagon* var. *pilosiusculum* Freyn ar violetrozā ziediem. Eiropā martagonlilijas areāla ziemeļrietumu robeža atrodas Latvijā 58°Z platuma grādos (Nesaule, Orehovs, 1970; Баранова, 1990). Literatūrā ir atrodami pretrunīgi dati, ka Eiropā martagonlilijas ziemeļu robeža atrodas Igaunijā 60°Z platuma grādos (Fox, 1987). Martagonlilijas nosaukums angļu valodā ir „*Turks's cap lily*”, kas atvasināts no turku vārda un nozīmē Sultāna Muhameda I galvas apsegu – turbānu (McRae, 1998). Martagonlilijai ir lielas adaptēšanās spējas dažādās atšķirīgās klimata zonās no zemām pļavām līdz augstkalniem 2300 m virs jūras līmeņa. Aizņemot tik lielu izplatības teritoriju, martagonlilijai ir konstatēta vislielākā polimorfisma pakāpe starp savvaļas sugām (McRae, 1998; Баранова, 1990). Dažādās savvaļas izplatības vietās martagonlilija var atšķirties pēc fenotipa: pēc ziedu krāsas, punktējuma, lapu formas, stumbra garuma un krāsas u.c. pazīmēm. Arī Vācijā savvaļā ir sastopama martagonlilija ar turbānveida, sīkiem ceriņkrāsas ziediem un martagonlilijas varietāte *L. martagon* var. *albiflorum* (Vuk.) G. Beck ar baltiem ziediem un sārtu punktējumu pie ziedlapu pamatnes (Fox, 1996; Martschinke, 1996). Polijā un Šveicē savvaļā aug martagonlilijas varietāte *L. martagon* var. *album* West. ar tīri baltiem ziediem, bez punktējuma. Dienvidslāvijā, Albānijā un Grieķijā kalnu nogāzēs sastopama Katanī lilija (*L. martagon* var. *cattaniae* Vis.), kura atšķiras no pārējām martagonlilijām ar ļoti tumši ķiršsarkaniem ziediem un lielu augumu – līdz 200 cm. Latvijā vienīgā savvaļā augošā liliju suga ir martagonlilija (*L. martagon* L.), kura pirmoreiz Latvijā konstatēta 1839. gadā (Nesaule, Orehovs, 1970). Suga izplatīta galvenokārt Daugavas ielejā, kur pašlaik vienas no lielākajām atradnēm ir Staburagā, pie Vīgantes parka un Klintainē. Daļa atradņu pie Daugavas gājušas bojā, izveidojot Pļaviņu HES ūdenskrātuvi. Martagonlilijai ir liels, līdz 5 cm plats, zeltzeltens sīpols un 100 – 130 cm garš stumbrs. Ziedi turbānveida 3.5 – 4.0 cm diametrā, sakārtoti piramidālā ķekarā, purpursarkani, zied jūnijā un jūlijā (Balode, 1992). Latvijā savvaļā

satopamā martagonlilija ir pieminēta vairāku autoru darbos, tai skaitā Amerikas liliju audzētājs un selekcionārs Ed. Makrejs atzīmē, ka *L. martagon* var. *daugava* Malta 1934 (sinonīms var. *koknese* Malta) izplatīta Daugavas krastos, dolomīta augsnē. Tā atšķiras no pamatsugas ar garāku stumbru, līdz 200 cm, kas klāts ar sīku pūkojumu, ar platākām lapām, ap 5 cm un 3 – 10 bāli violetrozā ziediem ar tumši sarkanu punktējumu (Lundquist, 2005; McRae, 1998).

Martagonlilijas izmanto selekcijā un šķirnes iegūst, savstarpēji krustojot dažādas martagonliliju sugas un varietātes, kā arī martagonlilijas krustojot ar Hansona liliju (*L. hansonii* Leichtl. ex D.T.Moore), ritentiņliliju (*L. medeoloides* A.Gray), divrindu liliju (*L. distichum* Nakai) (McRae, 1989). Piemēram, selekcionāri Vācijā veic martagonliliju krustojumus ar divrindu (*L. distichum* Nakai), Hansona (*L. hansonii* Leichtl. ex D. T. Moore), ritentiņliliju (*L. medeoloides* A. Gray) un Cintavas (*L. tsingtauense* Gilg) liliju. Iegūtie hibrīdi tiek uzskatīti par ziemcietīgiem un izturīgiem pret slimībām, piemērotiem audzēšanai atklātā laukā, turpretim uzziedināšanā tie netiek ieteikti dēļ specifiskās ziedu smaržas un sīkajiem, uz leju vērstajiem ziediem (Martschinke, 1996).

Pētījuma mērķis ir Latvijas savvaļas martagonlilijas (*Lilium martagon* L.) populācijas novērtēšana un tās iekļaušana hibrizācijā. Darba uzdevumi: 1) noteikt dažādās vietās augošās martagonlilijas morfoloģiskās pazīmes; 2) novērtēt savvaļas martagonlilijas attīstību; 3) noskaidrot martagonlilijas pielietošanas iespējas selekcijā; 4) novērtēt vecākaugus un iegūtos hibrīdus pēc morfoloģiskajām pazīmēm: auga garuma, zieda diametra, ziedu skaita, ziedu krāsas un izturības pret pelēko puvi.

Materiāli un metodes

Izejas dati par martagonlilijas augšanas vietām Latvijā iegūti Latvijas Universitātes (LU) Bioloģijas institūta Botānikas laboratorijā. Dati bija pieejami par šādām atradnēm: Aizkraukles rajonā Vīgantes parks, Staburags, Klintaine; Kuldīgas rajonā Padures un Plāņu parki; Tukuma rajonā Kukšu parks; Ventspils rajonā Rīvas upes kreisais krasts pie Labraga. Augsnes paraugi no atradnes Staburagā tika ņemti martagonliliju ziedēšanas laikā jūlija sākumā un analizēti LU Botāniskajā dārzā pēc G.Riņķa un V.Nollendorfa, 1982: augsnes reakcija pH_{KCl} ir 7.2, slāpekļis (N) – 80.0 mg l⁻¹, fosfors (P₂O₅) – 55.0 mg l⁻¹, kālijs (K₂O) – 154.5 mg l⁻¹, apmaiņas kalcījs (Ca) – 25406.5 mg l⁻¹, magnijs (MgO) – 1371.0 mg l⁻¹. Augsne ir neitrāla ar ļoti augstu kalcija un magnija saturu, savukārt pārējo barības elementu saturs ir zems.

Lai noteiktu dažādās vietās augošās martagonlilijas populācijas fenotipiskās atšķirības, 1994., 2001., 2003. un 2006. gados tika apsekotas tās dabiskās augšanas atradnes Latvijā. 1994. gadā sīpoli no šīm atradnēm tika savākti un iestādīti dārzā, nodrošinot atbilstošus augšanas apstākļus – noēnojuma radīšanai sīpoli tika stādīti zem parastās lazdas (*Corylus avellana* L.), augsnes reakcija pH_{KCl} 7.0. Martagonlilijām un kontroles augam – kultūrā izplatītai martagonliliju sugai (*L. martagon* L.), kuras sīpoli saņemti no LU Botāniskā dārza tika analizēti 10 augi. Uzskaitīts veģetācijas sākums, t.i. kad no augsnes pirmo reizi parādījās dzinums, noteikts uzziedēšanas laika sākums, sīpola dziļums augsnē (cm) un novērtēti morfoloģiskie rādītāji: auga garums (cm), ziedu skaits (gab.) un zieda diametrs (cm), zieda krāsa, forma, izvietojums, putekšņu krāsa, lapu garums un plātums (cm).

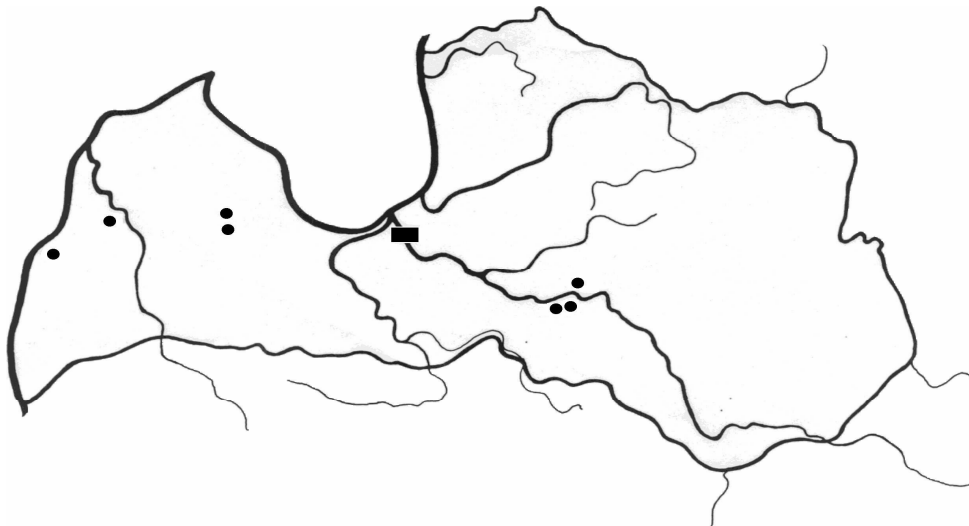
Martagonliliju izturība pret pelēko puvi tika vērtēta, lietojot vizuālo diagnostiku pēc 5 ballu skalas (Сидорова и Попов, 1980):

- 0 - augš veselš, izturīgs, bez pelēkās puves pazīmēm;
- 1 - augš vāji ieņēmīgs, uz lapām atsevišķi plankumi, bojātas ne vairāk kā 25 % lapu;
- 2 - augš vidēji ieņēmīgs, bojātas ne vairāk kā 50 % lapu;
- 3 - augš stipri ieņēmīgs, bojātas ne vairāk kā 75 % lapu;
- 4 - augš ļoti stipri ieņēmīgs, bojātas vairāk kā 75 % lapu vai arī visas lapas.

Martagonliliju izturības pakāpe noteikta, individuāli vērtējot katra auga lapu inficētības pakāpi (10 augiem no katra genotipa). Hibrīdiem novērtēti šādi morfoloģiskie rādītāji: auga garums (cm), ziedu skaits (gab.) un zieda diametrs (cm). Ziedu krāsas analīze veikta laikā, kad atvērās pirmais zieds. Iegūtie dati tika matemātiski apstrādāti, hibrīdu fenotipiskās mainības raksturošanai izmantots variācijas koeficients (V %) pēc Gužova izstrādātās metodes: <10.0 % - zema, 10.1-20.0 % - vidēja, >20 % augsta.

Rezultāti un diskusija

Lai noskaidrotu, vai Latvijā ir saglabājušās vienīgās savvaļā augošās liliju sugas – martagonlilijas (*Lilium martagon* L.) dabiskās augšanas vietas tika apsekotas savvaļas atradnes Aizkraukles, Ventspils, Kuldīgas un Tukuma rajonos (1.attēls).



1. att. Savvaļas martagonlilijas (*Lilium martagon* L.) atradnes

Apsekošanas rezultātā martagonlilijas tika atrastas šādās izplatības vietās:

1. Aizkraukles rajons, Daugavas kreisais krasts, 1 km (R) no Vīgantes parka. Sastopamība: atradnē ap 150 eksemplāru. Raksturīgākie fitocenozes pārstāvji: āra bērzs (*Betula pendula* Roth), baltalksnis (*Alnus incana* (L.) Moench), parastā ieva (*Padus racemosa* Gil.), parastā lazda (*Corylus avellana* L.), meža sausserdis (*Lonicera xylosteum* L.), mugurene (*Polygonatum multiflorum* (L.) All.), podagras gārša (*Aegopodium podagraria* L.), zilā vizbulīte (*Hepatica nobilis* Mill.), maijpuķīte (*Convallaria majalis* L.). Biotopa raksturojums: nogāze (ap 20 %), noēnojums, karbonātu augsne, izteikts dolomīts.

2. Aizkraukles rajons, Daugavas kreisais krasts, apmēram 2 km lejpus (ZR) Staburaga. Sastopamība: atradnē ap 250 eksemplāru. Raksturīgākie fitocenozes pārstāvji: vīksna (*Ulmus laevis* Pall.), goba (*Ulmus scabra* Mill.), parastā liepa (*Tilia cordata* Mill.), drebošā apse (*Populus tremula* L.), parastā lazda (*Corylus avellana* L.), podagras gārša (*Aegopodium podagraria* L.), melnā ozolpārde (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott), vijolīte (*Viola mirabilis* L.). Biotopa raksturojums: lapu koku mežs, noēnojums, karbonātu augsne.

3. Aizkraukles rajons, Daugavas labais krasts, 1 km uz (DA) no Klintaines. Sastopamība: atradnē ap 100 eksemplāru. Raksturīgākie fitocenozes pārstāvji: drebošā apse (*Populus tremula* L.), parastā lazda (*Corylus avellana* L.), melnalksnis (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), kaulene (*Rubus saxatilis* L.), maijpuķīte (*Convallaria majalis* L.), parastā ērgļpārde (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), asinssārtā gandrene (*Geranium sanguineum* L.), smaržīgais miešķis (*Asperula odorata* L.), gaiļbiksītes (*Primula veris* L.), baltais vizbulis (*Anemone nemorosa* L.), zilā vizbulīte (*Hepatica nobilis* Mill.). Biotopa raksturojums: izcirtums, krūmājs, noēnojums, karbonātu augsne, dolomīts.

4. Ventspils rajons, Rīvas kreisais krasts, pie Labraga, Liepājas - Ventspils ceļa. Sastopamība: atradnē ap 250 *L. martagon* L. eksemplāru. Raksturīgākie fitocenozes pārstāvji: goba (*Ulmus scabra* Mill.), baltalksnis (*Alnus incana* (L.) Moench), parastā kļava (*Acer platanoides* L.), parastā lazda (*Corylus avellana* L.), parastā ieva (*Padus racemosa* Gil.), parastais pīlādzis (*Sorbus aucuparia* L.), pilsētas bitene (*Geum urbanum* L.), podagras gārša (*Aegopodium podagraria* L.). Biotopa raksturojums: lapu koku mežs, noēnojums.

5. Kuldīgas rajons, Padures pils parkā, Sastopamība: atradnē ap 1000 *L. martagon* L. eksemplāru. Raksturīgākie fitocenozes pārstāvji: parastā lazda (*Corylus avellana* L.), parastā liepa

(*Tilia cordata* Mill.), podagras gārša (*Aegopodium podagraria* L.), baltās madaras (*Galium mollugo* L.). Biotopa raksturojums: krūmājs, pļava.

6. Tukuma rajons, Plāņu muižas parkā. Sastopamība: atradnē ap 250 *L. martagon* L. eksemplāru. Raksturīgākie fitocenozes pārstāvji: parastā liepa (*Tilia cordata* Mill.), smaržīgā kārvele (*Chaerophyllum aromaticum* L.), parastā kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.), žogu vīķis (*Vicia sepium* L.). Biotopa raksturojums: krūmājs.

7. Tukuma rajons, Kukšu muižas parkā. Sastopamība: atradnē ap 180 *L. martagon* L. eksemplāru. Raksturīgākie fitocenozes pārstāvji: parastā liepa (*Tilia cordata* Mill.), parastā lazda (*Corylus avellana* L.), podagras gārša (*Aegopodium podagraria* L.), parastā kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.), baltās madaras (*Galium mollugo* L.). Biotopa raksturojums: krūmājs.

Par lielāko martagonlilijas (*L. martagon* L.) dabisko augšanas vietu Latvijā atzīta Kuldīgas rajona Padures pils parka atradne, kurā aug ap 1000 eksemplāru. Par mazāko atzīta Aizkraukles rajona Daugavas labā krasta atradne pie Klintaines, kurā aug ap 100 eksemplāru. Novērtējot martagonlilijas dabiskās augšanas vietas Latvijā konstatēts, ka tās izplatītas lapu koku mežos, krūmājos, noēnojumā, karbonātu augsnē un raksturīgākie fitocenozes pārstāvji ir parastā liepa (*Tilia cordata* Mill.), parastā lazda (*Corylus avellana* L.), podagras gārša (*Aegopodium podagraria* L.), baltās madaras (*Galium mollugo* L.), zilā vizbulīte (*Hepatica nobilis* Mill.).

1. tabulā redzams, ka martagonlilijām tika novērotas atšķirības pēc fenotipa: zieda krāsa, diametra, skaita, lapu izmēriem, auga garuma u.c. īpašībām.

Pēc morfoloģisko pazīmju raksturojuma martagonlilijas tika sagrupētas 3 grupās:

1. **Aizkraukles rajonā, Daugavas kreisajā krastā pie Vīgantes parka un Staburaga** izplatītās martagonlilijas ir jāuzskata par vienas atradnes indivīdiem. Būtiskākā atšķirība no pārējo atradņu īpatņiem ir bāli pelēcīgi rozā zieda krāsa ar sīku punktējumu un salīdzinoši vēls veģetācijas sākums (aprīļa beigas, maija sākums) un uzziēšanas laiks (jūnija beigas). Dažas morfoloģisko pazīmju atšķirības šo atradņu lilijām var izskaidrot ar mainību, ko izraisa genotipa un apkārtējās vides mijiedarbība.
2. **Ventspils, Kuldīgas un Tukuma rajonos** savvaļas atradnēs konstatētās martagonlilijas pēc fenotipa ir līdzīgas un raksturojas ar spilgti violetrozā ziediem un stipru, izteiktu punktējumu. Arī veģetācijas sākums un uzziēšanas laiks šīm lilijām ir līdzīgs (aprīļa beigas un jūnija sākums).
3. **Aizkraukles rajonā, Daugavas labajā krastā, atradnē pie Klintaines** augošai lilijai pēc fenotipa tika noteikti atšķirīgākie rādītāji no pārējiem martagonlilijas populācijas īpatņiem: zieda krāsa - gaišāka violetrozā ar ļoti sīku, retu punktējumu, lielākiem ziediem, īsāku auga garumu (90 cm) un vēlāku veģetācijas sākumu (maiņa sākumā) un uzziēšanu (jūlija sākumā).

1. tabula Savvaļas martagonlilijas (*L.martagon* L.) morfoloģisko pazīmju raksturojums

Pazīmes	Rajons							Kontrole
	Aizkraukles		Ventspils		Kuldīgas	Tukuma		kultivārs
	Vīgante	Staburags	Klintaine	Rīva	Padure	Plāņi	Kukšas	<i>L. martagon</i>
Zieda krāsa	bāli pelēcīgi rozā	Bāli rozā	gaiši violetrozā	spilgti violetrozā	spilgti violetrozā	spilgti violetrozā	gaiši violetrozā	spilgti violetrozā
Zieda punktējums	sīks, sarkanbrūns	spēcīgs, sarkanbrūns	sīks, sarkanbrūns	spēcīgs, violetsarkans	spēcīgs, sarkanbrūns	spēcīgs, violetsarkans	sīks, sarkanbrūns	spēcīgs, sarkanbrūns
Zieda diametrs, cm	3.5	4.0	4.0	3.5	4.0	3.5	6.0	3.5
Zieda garums, cm	3.0	3.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	4.0
Zieda forma	turbānveida	turbānveida	turbānveida	turbānveida	turbānveida	turbānveida	turbānveida	turbānveida
Zieda izvietojums	uz sāniem	uz sāniem	uz sāniem	uz sāniem	uz sāniem	uz sāniem	uz sāniem	uz sāniem
Putekšņu krāsa	dzeltena	spilgti oranži	spilgti oranži	dzeltenbrūna	dzeltena	dzeltenbrūna	oranžbrūna	dzeltena
Lapas krāsa	tumši zaļas	Tumši zaļas	tumši zaļas	vidēji zaļas	tumši zaļas	vidēji zaļas	gaiši zaļas	tumši zaļas
Lapas garums, cm	12.0	12.0	10.5	18.0	15.0	15.0	10.0	11.5
Lapas platums, cm	3.5	3.0	2.0	4.0	3.5	3.5	2.5	3.0
Auga garums, cm	105.0	111.0	90.0	130.0	130.0	114.0	115.0	103.0
Veģetācijas sākums	28.04.	30.04.	04.05.	23.04.	24.04.	24.04.	24.04.	25.04.
Uzziedēšanas laiks	29.06.	29.06.	01.07.	19.06.	22.06.	21.06.	21.06.	24.06.
Ziedu skaits	5	10	5	10	23	10	7	8
Eksemplāru skaits (atradnē)	150	250	100	250	1000	250	180	10
Sīpola krāsa	dzeltena	dzeltena	dzeltena	dzeltena	dzeltena	dzeltena	dzeltena	dzeltena
Sīpola dziļums augsnē, cm	10	15	15	20	20	20	18	20

2. tabula. Krustojuma *L. martagon* (Daugavas lilija) x *L. martagon* var. *album* pētāmās pazīmes

Genotips	Zieda diametrs		Auga garums		Ziedu skaits		Izturība pret pelēko puvi	
	vidējais, cm	variācijas koeficients, V %	vidējais, cm	variācijas koeficients, V %	vidējais, gab.	variācijas koeficients, V %	vidējais, balles, (0-4)	variācijas koeficients, V %
<i>L.martagon</i> (Daugavas lilija)	4.0±0.3	9.3	84.6±7.8	13.0	11.5±1.7	20.2	0.3±0.4	16.0
Hibrīdi	4.7±0.6	21.1	78.9±10.2	20.4	4.3±1.6	58.5	1.3±0.3	36.9
<i>L.martagon</i> var. <i>album</i>	3.1±0.2	6.8	102.4±5.5	7.5	13.6±3.7	38.3	1.7±0.4	28.4

Veicot krustojumu starp savvaļas martagonlilijas formu ar gaiši violetozā ziediem, kas izplatīta atradnē pie Klintaines (Daugavas lilija) un martagonliliju ar baltiem ziediem (*L. martagon* var. *album* West.), kas izplatīta kā kultūraugs, iegūtie martagonliliju hibrīdi atšķīrās pēc zieda krāsas, diametra, formas, skaita, kā arī ziedēšanas laika, auga garuma un izturības pret pelēko puvi. Pēc zieda diametra vidējām vērtībām hibrīdu zieda diametrs ir lielāks par 0.7 cm par mātesaugu (Daugavas lilijas) un par 1.6 cm par tēvaugu (*L. martagon* var. *album* West.) diametru (2. tabula). Tika konstatēts, ka hibrīdi ir ieņēmīgāki pret pelēko puvi kā vecākaugu forma – Daugavas lilija, kura novērtēta kā izturīga pret pelēko puvi. Attiecībā pret tēvaugu, kurš ir vidēji ieņēmīgs pret pelēko puvi, hibrīdi ieņem starpstāvokli. Pētījums aptiprina atzinumu, ka selekcijā jāiesaista pret slimību izraisītājiem izturīgi vecākaugi. Hibrīdajai populācijai vidējais auga garums (78.9 cm) bija zemāks, salīdzinot ar vecākaugu vidējiem rādītājiem: mātesaugam – 84.6 cm un tēvaugam 102.4 cm.

Secinājumi

Latvijas savvaļas martagonlilijas pēc fenotipa atšķīrās dažādās izplatības vietās un pēc morfoloģisko pazīmju raksturojuma tās tika sagrupētas trīs grupās: 1) Aizkraukles rajona, Daugavas kreisajā krastā pie Vīgantes parka un Staburaga; 2) Ventspils, Kuldīgas un Tukuma rajonos; 3) Aizkraukles rajona, Daugavas labajā krastā, atradnē pie Klintaines. Audzējot martagonlilijas ārpus noteiktā biotopa tika konstatēts, ka dažādu atradņu martagonlilijām ģenētiskās atšķirības saglabājās, kultivējot tās dārza apstākļos. Katra biotopa indivīdi raksturojās ar stabilām pazīmēm: ziedu krāsu, formu, diametru, auga garumu, sīpola krāsu u.c. pazīmēm. Veicot krustojumu starp savvaļas martagonlilijas formu ar gaiši violetozā ziediem, kas izplatīta atradnē pie Klintaines (Daugavas lilija) un martagonliliju ar baltiem ziediem (*L. martagon* var. *album* West.), kas izplatīta kā kultūraugs, pēc ziedu krāsas ieguva 75 % rozā ziedu krāsas hibrīdus ar tumši sarkanu punktējumu un 25 % baltas krāsas hibrīdus bez punktējuma. Tātad rozā ziedu krāsa, kas ir mātesaugam *L. martagon* L. (Daugavas lilijai) dominē pār balto tēvaugu *L. martagon* var. *album* West. ziedu krāsu. Martagonlilija no Klintaines atradnes ir piemērota mūsu meteoroloģiskajiem apstākļiem un ieteicama izmantošanai kā izturības donors selekcijā uz imunitāti.

Literatūra

1. Balode A. (1992) Wild and Cultivated Lilies in Latvia. Acta Horticulturae, 325, 853-859.
2. Fox D. (1987) Growing Lilies. London, Ch. Helm, 264.
3. Fox E. (1996) Plant exploring in Germany: *Lilium martagon* var. *albiflorum*. The Lily Yearbook of the North American Lily Society, 49, 111-114.
4. Lundquist K. (2005) *Lilium martagon* L. Doctoral dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 19, 292-294.
5. Martschinke N. (1996) News of the rare *Lilium albiflorum*. The Lily Yearbook of the North American Lily Society, 49, 109-110.
6. McRae E.A. (1989) American Lily hybridizing - an historical review. Lilies and Related Plants. RHS Lily Group, 49, 29-40.
7. McRae E.A. (1998) Lilies: A Guide for Growers and Collectors. Portland, Oregon, Timber Press, 392.
8. Nesaule V., Orehovs, V. (1970) Lilijas. Rīga, Liesma, 134.
9. Баранова М.В. (1990) Лилии. Ленинград, Агропромиздат, 383.
10. Гужов Ю. Л. (1978) Пути использования в селекции растений закономерностей модификационной изменчивости количественных признаков. Известие АН, серия биология, 418-429.
11. Ринкис Г., Ноллендорф В. (1982) Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. Рига, 301.
12. Сидорова С.Ф., Попов В.И. (1980) Методические указания по изучению вертициллезного и фузариозного увядания однолетних сельскохозяйственных растений. Ленинград, Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений, 27.

ĀBEĻU KRAUPJA BRĪDINĀJUMU MODEĻA RIMpro PIEMĒROŠANA INTEGRĒTAJĀ AUGU AIZSARDZĪBĀ LATVIJĀ ADAPTATION OF THE APPLE SCAB WARNING MODEL RIMpro FOR INTEGRATED PLANT PROTECTION IN LATVIA

Eihe M., Rancane R., Jankovska L.

Latvian Plant Protection Research Centre, State Ltd, Lielvarde iela 36/38, Riga, Latvia, LV – 1006
Phone: +371 7553764, e-mail: maijs.eihe@laapc.lv

Abstract

The investigation of the simulation model RIMpro for adaptation for integrated plant protection in Latvia was carried out at the Latvian Plant Protection Research Centre during 2003 – 2006. The aim of the research was to determine the conformity of primary scab infection risk indices given by RIMpro to real scab ascospores discharge and to state the RIMpro risk value as a signal for necessary fungicide application. In the spraying program the curative fungicide Chorus 75 WG (a.i. cyprodinil) was used 2 – 3 days after the presumed RIMpro risk signal as well as a noteworthy amount of scab ascospores on spore traps – microscope slides. The further appearance and extension of scab on apple leaves and fruits was evaluated.

The coincidence of noteworthy RIMpro infection risk signals and real ascospores discharge coincided. There were difficulties assessing the risk values. 300 RIM presumed in Central Europe, was unconfirmable. The risk value was decreased to 100 RIM yearly, but apple scab was not sufficiently controlled. After the 2006 findings, showings above 50 RIM were presumed as the risk signals. The infection agent was more aggressive, adapted to more rigorous conditions during the comparably short primary infection period – 1.5 months from late April to mid June. The amount of released ascospores varied widely per years. There were 4 – 5 critical infection periods with a risk value above 50 RIM during the whole primary infection period during each year. Some of those could be covered by only one treatment. Subsequently, fungicides applications during the primary scab infection period in addition to the first protective treatment before ascospores discharge were necessary 3 - 4 times, i.e. 4 – 5 times in total until the middle of June.

Key words

Apple scab, warning system, RIMpro, infection risk, fungicide application terms

Ievads

Integrētās augu aizsardzības galvenais mērķis ir minimāla augu aizsardzības līdzekļu lietošana, ievērojot precīzus kritērijus smidzinājumu termiņu izvēlei, ko var noteikt ar datorizētu aparatūru. Eiropā viena no populārākajām ābeļu kraupja brīdinājumu sistēmām ir simulācijas modelis RIMpro (Relatīvo infekcijas mērījumu programma), no 1993. gada pārbaudīta un ieviesta daudzās Eiropas valstīs (Trapman, 1994). Programma analizē no meteostacijas saņemtos datus, simulē infekcijas norisi noteiktos apstākļos un datora monitorā rāda infekcijas bīstamību attiecīgā termiņā. RIMpro paredzēta galvenokārt kraupja askusporu ierosinātās primārās infekcijas ierobežošanai, kas ļauj samazināt fungicīdu lietošanu sekundārās infekcijas laikā.

Latvijā izmēģinājumi RIMpro ieviešanai Latvijas augu aizsardzības pētniecības centrā (LAAPC) sākti 2003. gadā. Izmēģinājumu mērķis bija pārbaudīt RIMpro darbības atbilstību Latvijas apstākļiem un novērtēt iespējas tās ieviešanai ražošanā integrētajā augu aizsardzības sistēmā.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums veikts z/s „Kalnanoras”, Ikšķilē 2003., 2004. un 2006. gadā. Ābeļu šķirnes `Belorusskoje maļinovoje` (2003., 2004.), `Spartan`, `Saltanat` (2006), vidēji ieņēmīgas pret kraupja ierosinātāju *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. Dārzā uzstādīta meteostacija Metos Compact. RIMpro instalēta LAAPC datorā. Izmēģinājumā 3 varianti: 1) kontrole – bez fungicīdu apstrādes,

2) smidzinājumi ar ārstējošo sistēmas iedarbības fungicīdu 2 – 4 dienu laikā pēc RIMpro signāla, 3) smidzinājumi pēc kraupja askusporu parādīšanās sporu ķeramierīcēs. Izmantotie fungicīdi: profilaktiskais smidzinājums abos apstrādes variantos pirms askusporu izplatības sākuma ar aizsargājošo pieskares iedarbības fungicīdu ditānu NT d.g., d.v. mankocebs (2003) vai čempionu 50 p.s., d.v. Cu(OH)₂ (2004, 2006); ārstējošais sistēmas iedarbības fungicīds – horuss 75 d.g., d.v. ciprodinils. Fungicīdi lietoti Latvijā reģistrētās devās, darba šķidrums 600 l ha⁻¹. Lauciņš – 10 koki 4 atkārtojumos. Par RIMpro signālu apstrādei ievērota katras sezonas sākumā pieņemta robežvērtība, sākot no Eiropā pieņemtajiem 300 RIM (2003), katru gadu pazeminot, ņemot vērā iepriekšējā gada rezultātus: 250 RIM 2004.g., 100 RIM 2006. g. Ņemts vērā arī grafiski parādītais iepriekšējās apstrādes atlieku daudzums, pieņemot, ka preparāts darbojas līdz 25% no sākotnējā daudzuma. Pēc slimības pazīmju parādīšanās apstrādes tika veiktas, neņemot vērā riska robežvērtību.

Sporu ķeramierīces – uz pērnā gada kritušo lapu klājuma izmēģinājuma dārzā izlikti 4 priekšmetstikliņi, pēc katra lietus nomainīti un pielipušās askusporas skaitītas mikroskopā 100 x palielinājumā 100 redzes laukos. Par signālu apstrādei pieņemtas vismaz 3 sporas vidēji redzeslaukā.

Kraupja pazīmju parādīšanās un attīstības līmenis vērtēts uz 100 lapām auciņā, nosakot bojātās virsmas procentu. MBS aprēķināta, izmantojot dispersijas analīzi pie P = 0.05.

Rezultāti

Ābeļu kraupja askusporu izplatības sākums 3 izmēģinājuma gados konstatēts laikā no 9. līdz 19. maijam. Sporu izplatības periods ir bijis vidēji 30 dienas, neatkarīgi no sākuma datuma. Ja sporas sāk izplatīties aprīlī (2001), šis periods var būt 40 dienas. Eiropā pieņemto RIMpro riska robežvērtību 300 RIM programma ir rādījusi tikai vienu reizi triju gadu laikā (2006). Vairumā gadījumu pēc nokrišņiem infekcijas bīstamība bija nedaudz virs vai zem 100 RIM (1. tabula, 1. attēls).

Reālās uzskaitīto sporu izplatības un RIMpro signālu termiņi saskanēja, jo pēc katra lietus askusporas tika konstatētas lielākā vai mazākā skaitā, bet sporu izplatības intensitātes un RIMpro rādījumu līmeņi bija atšķirīgi (1. attēls, ērtākai vērtību salīdzināšanai rādīts sporu skaits 10 redzes laukos). Askusporu kopējais daudzums visā izplatības periodā stipri variēja pa gadiem: 20 – 117 vienā redzeslaukā (1. tabula), tāpēc katrā termiņā uzskaitītais sporu daudzums nebija salīdzināms.

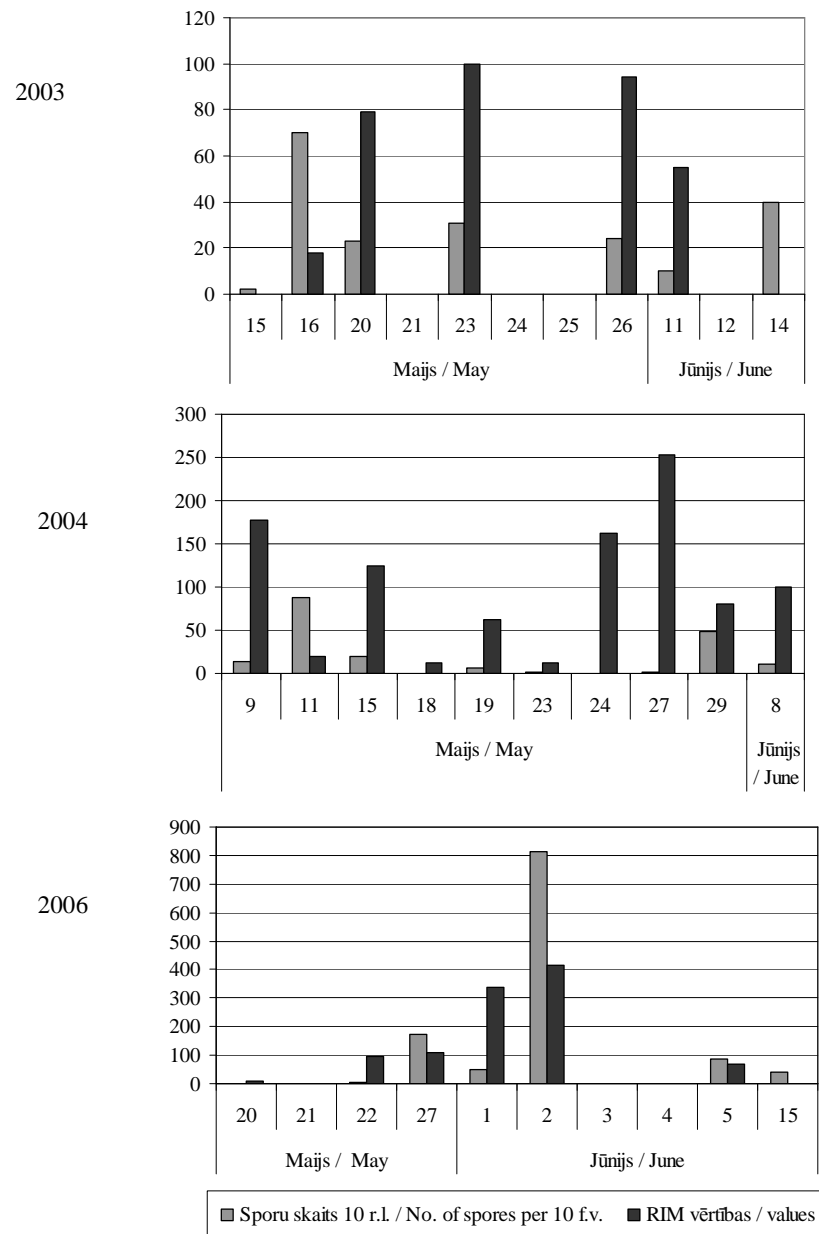
Profilaktiskais fungicīda smidzinājums pirms askusporu izplatības maz ietekmēja kraupja primāro infekciju, jo visus trīs gadus tam sekoja ilgstošs sauss periods. Smidzinājumiem ar horusu 2003. - 2004. g. pēc RIMpro signāliem tika piemērotas riska robežvērtības 300 un 250 RIM, kā arī slimībai parādotes, primārās infekcijas perioda beigās, 1 – 2 reizes. Pēc sporu skaitīšanas rezultātiem tika veikti 3 smidzinājumi šajā periodā. 2006. g. pēc pieņemtās riska vērtības 100 RIM pārsniegšanas 27.05. tika smidzināts vienu reizi 29.05., neņemot vērā 98 RIM signālu 22.05. Sporu skaitīšanas variantā smidzinājums tika veikts pēc pirmās askusporas konstatēšanas (2 sporas 10 redzeslaukos) 22.05. (2. tabula) un rezultātā šajā variantā slimība tika ierobežota efektīvāk (2. attēls).

Fungicīdu smidzinājumi abos apstrādātajos variantos būtiski ierobežoja kraupja primāro infekciju, salīdzinot ar neapstrādāto variantu. RIMpro signālu variantā slimība attīstījās ievērojami intensīvāk nekā sporu skaitīšanas variantā, ne tikai 2003. un 2004. g., kad tika pieņemtas augstas robežvērtības, bet arī 2006. g. pie robežvērtības 100 RIM, jo sporu skaitīšanas variantā apstrādes tika veiktas biežāk.

Diskusija

Bioloģiski pamatotu automatizētu sistēmu nevar bez korekcijas pārnest citas klimatiskās zonas apstākļos. Viduseiropā veģetācijas periods sākas jau martā un kraupja primārās infekcijas periods ilgst līdz jūnijam. Šajā laikā RIMpro rāda 2 – 4 riska periodus virs 300 RIM Polijā, Vācijā un Beļģijā (Goszczyński et al., 1996, Trapman, Profliet, 1997, Triloff, 1997) un līdz 9 periodiem Nīderlandē (Holb, 2003), rezultātā tiek ieteikti 2 – 8 fungicīdu smidzinājumi. Latvijā kraupja askusporu izplatība ilgst apmēram vienu mēnesi. Triju gadu laikā tikai vienu reizi RIMpro signāls ir pārsniedzis 300 RIM un 3 reizes 150 RIM, bet visos gadījumos kraupis ir attīstījies intensīvi.

Latvijas apstākļos kraupja ierosinātājs ir agresīvāks, piemērojies izplatībai zemākos provokatīvo faktoru līmeņos.



1.att. RIMpro infekcijas bīstamības signāli un reālā askusporu izplatība /
Figure 1. RIMpro infection risk signals and real ascospores discharge

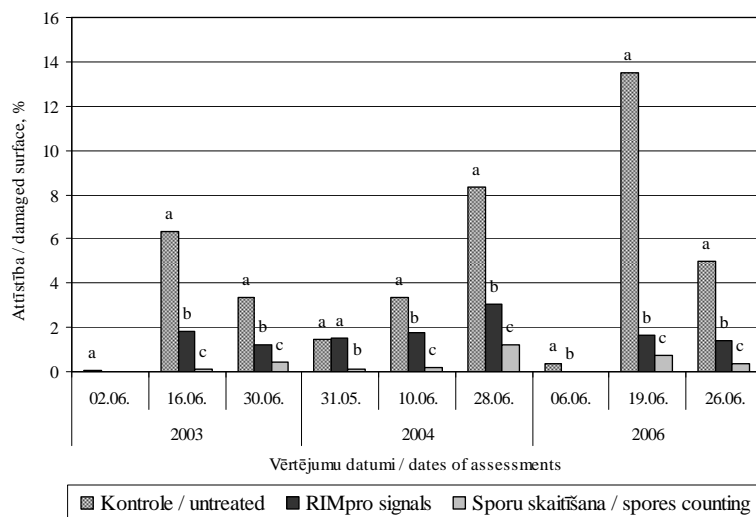
1. tabula Ābeļu kraupja primārās infekcijas izplatība un laika apstākļi pētījumu periodā /Table 1 Spread of primary apple scab infection and weather conditions during the trial period 2003 – 2006, Ikšķile

Kraupja izplatības un vides apstākļu rādītāji / Indices of scab spread and weather conditions	Izmēģinājumu gadi / Years of trial		
	2003.	2004.	2006.
Askusporu izplatības periods /Period of ascospores discharge	15.05. – 14.06.	09.05. – 08.06.	19.05. – 15.06.
Askusporu izplatības ilgums dienās / Length of of ascospores discharge, days	31	31	28
RIMpro infekcijas riska signālu skaits / Number of RIMpro risk signals	virš/over 300 RIM virš/over 250 RIM	0 0	1 1
RIMpro infekcijas riska signāls Number of RIMpro risk signals	virš/over 100 RIM virš/over 50 RIM	1 4	3 4
RIMpro signālu summa RIM vērtībās / Sum of risk signals in RIM values	346	751	1040
Askusporu skaits ķeramierīcēs visā askusporu izplatības periodā (vienā redzeslaukā) / Total number of ascospores in spore traps per 1 field of vision in all the primary infection period	20	20	117
Nokrišņu summa visā primārās infekcijas periodā, mm/ Precipitation sum in the primary infection period, mm	46.6	64.0	55.0
Efektīvo temperatūru summa (grādu dienas) primārās infekcijas periodā, °C / Degree days sum in the primary infection period, °C	428.6	299.8	351.9
Kraupja pirmās pazīmes neapstrādātā variantā / The first scab symptoms in untreated plots	31.05.	29.05.	29.05.

2. tabula Fungicīdu smidzinājumi RIMpro pārbaudes izmēģinājumā, 2003 – 2006, Ikšķile/ Table 2. Fungicides applications in RIMpro testing trial

Varianti / Treatments	Izmēģinājumu gadi / Years of trial					
	2003, risk 300 RIM		2004, risk 250 RIM		2006, risk 100 RIM	
	Profilaktiski/ Preventive	Horuss 75/ Chorus 75	Profilaktiski/ Preventive	Horuss 75/ Chorus 75	Profilaktiski/ Preventive	Horuss 75/ Chorus 75
RIMpro signāli/ RIMpro signals	Ditāns NT	16.06.	Čempions 50/ Champion 50	31.05., 10.06.	Čempions 50/ Champion 50	29.05.
Askusporu skaitīšana/ Ascospores counting	Dithane NT 02.05.	19.05., 28.05., 16.06.	27.04.	13.05., 31.05., 10.06.	05.05.	22.05., 02.06.

Salīdzinot RIMpro rādījumu un kraupja askusporu skaitīšanas rezultātā veikto fungicīdu smidzinājumu efektivitāti ābeļu kraupja izplatības ierobežošanā un pārbaudot RIMpro rādījumu vērtību termiņos, kad tika veiktas apstrādes sporu skaitīšanas variantā, jāsecina, ka izmantojot RIMpro Latvijas apstākļos, par riska vērtību jāpieņem signāli virs 50 RIM, jo infekcija notiek arī nelielas askusporu izplatības laikā. Askusporu uzskaites nav objektīvs rādītājs riska noteikšanai, jo sporu skaits stipri variē. Sporu uzskaites galvenā nozīme ir sporu izplatības sākuma un beigu termiņa noteikšanai. Latvijā konstatēti 4 – 6 kraupja primārās infekcijas kritiskie periodi ar riska līmeni virs 50 RIM. Atsevišķos gadījumos divus periodus var pārklāt viena fungicīda apstrāde. Tomēr, bez pirmā profilaktiskā smidzinājuma būs nepieciešamas vēl 3 – 4 apstrādes kraupja primārās infekcijas laikā, lai pietiekoši ierobežotu slimības izplatību.



2.att. Ābeļu kraupja primārās infekcijas attīstība uz lapām RIMpro izmēģinājuma variantos/
Figure 2. Extent of primary scab infection on apple leaves in RIMpro testing variances

Secinājumi

Ābeļu kraupja brīdinājumu sistēma RIMpro ir praktiski izmantojama Latvijā, par infekcijas bīstamības riska signālu aizsardzības pasākumu veikšanai pieņemot programmas rādījumus virs 50 RIM vērtībām. Papildus pirmajai aizsargājošajai fungicīdu apstrādei, kraupja vidēji ieņēmīgām ābeļu šķirnēm būs nepieciešami vēl 3 – 4 fungicīdu smidzinājumi kraupja primārās infekcijas periodā līdz jūnija vidum, lai pietiekoši ierobežotu slimības attīstību.

Literatūra

- Goszczyński W., Nowacka H., Holownicki R. (1996) Effectiveness of RIM program in control of apple scab. International Conference on Integrated Fruit Production. IOBC Bulletin, vol. 19(4), 397-399.
- Holb I. (2003) Comparison of scab warning systems in integrated apple production: http://www.date.hu/acta_agraria/2003-11/holb.pdf
- Trapman M. 1994. Development and evaluation of a simulation model for ascospore infections of *Venturia inaequalis*. Norwegian Journal of Agricultural Sciences. Supplement No 17. Integrated Control of Pome Fruit Diseases, 55-67.
- Trapman M.C., Proffliet M. 1997. Management of primary infection of Applescab with the simulationprogram RIMpro: review of four year field trials. IOBC Bulletin, vol. 20(9), 241-250.
- Triloff P. 1997. Applescab control with the simulationprogramm RIMpro at Like Constance, Germany: results and experiences in the three years. IOBC Bulletin, vol. 20(9), 229-240.

LIELOGU DZĒRVĒŅU OGU PUVES LATVIJĀ BERRY ROT OF CRANBERRY IN LATVIA

¹Jankovska L., ¹Eihe M., ²Bankina B.

¹Latvian Plant Protection Research Centre

Lielvārdes 36/36, Rīga, Latvia, LV – 1006, phone: +371 7553764, e-mail: majja.eihe@laapc.lv

²Latvia University of Agriculture

Abstract

Cranberry (*Oxycoccus macrocarpon*) is well known in Europe, and the growing of cranberries has recently enlarge in Latvia. Cranberry diseases were imported together with the plants. The diseases of cranberry, inter alia berry rots were not investigated in Latvia until recently.

A. Ripa touched upon cranberry diseases, using foreign literature. Some plant tests were made in the State Service of Plant Protection, Quarantine department. Our investigation was carried out in the cranberry bog "Kalna purvs", Aluksne region. Fungi were identified in the Latvian Plant Protection Research Centre and Institute of Soil and Plant Sciences of LUA. The morphological properties of the colony, dimensions and peculiarities of spores were described. The most important production losses were caused by rot. They appeared in the field and developed after harvesting and in storage. During the harvest (13.10.06.) rotten berries were on average 1.7 %. After a months storage (22.11.06.) at room temperature (18 °– 20 °C) the damage level was 8.4 %, but in 28.12.06. - 43.5 %. The visual symptoms of damage were different – black, yellow, pale red to dark red rots and different speckles. Some berries were soft and watery. *Allantophomopsis* spp., *Physalospora vaccinii* and *Botryosphaeria vaccinii* were identified. It is necessary to continue investigations for the further identification of causal agents of berry rots and clarify the peculiarities of disease development.

Key words

Cranberry diseases, berry rot, storage rot, identification

Ievads

Lielogu dzērvenes (*Oxycoccus macrocarpon*) ir mūžzaļš *Ericaceae* dzimtas krūms, kurš cēlies no ziemeļaustrumu Amerikas purviem. Latvijas klimats ir piemērots lielogu dzērveņu audzēšanai, taču šādi apstākļi (mērena temperatūra, lietus, vējš, mitrs gaiss, u.c.) veicina arī slimību attīstību. Lielogu dzērveņu slimības rada ekonomiskus zaudējumus ogu ražotājiem, taču Latvijā dzērveņu slimības gandrīz nav pētītas, slimību ierosinātāji nav precīzi identificēti. Periodikā dzērveņu slimības ir pieminējis A. Ripa (Ripa, 1996.), atsevišķu paraugu analīzes veiktas VAAD Karantīnas departamentā, taču zinātniskas publikācijas Latvijā nav bijušas.

Slimības var bojāt dzinumus, lapas, ziedus, saknes un visvairāk ogas, kas ir ražas kvalitātes un kvantitātes faktors. Dažas ogu puves attīstās galvenokārt uz lauka, bet vairums tikai pēc ražas vākšanas, glabātāvās.

Lielogu dzērveņu ogu agrās puves (ier. *Phyllosticta vaccinii*) pazīmes jau aprakstītas 1897. gadā, kad arī aizsākta šo dzērveņu slimību izpēte (Eglitis *et al.*, 1966.).

ASV austrumu štatos biežāk izplatītākās slimības veģetācijas laikā ir ogu galotnes jeb riņķveida puve (ier. *Godronia cassandrae*), rūgtā jeb gleosporiozā puve (ier. *Colletotrichum acutatum* un *C. gloeosporioides*), ogu cietā puve (ier. *Monilinia oxycocci*) – izņemot Mičiganas štatā, agrā puve (ier. *Phyllosticta vaccinii*), viskozā ogu puve (ier. *Diaporthe vaccinii*) un ogu plankumainības, kuras ierosina gan *Protoventuria myrtilli*, gan *Physalospora vaccinii* (izraisa arī ogu agro puvi). Glabāšanas laikā galvenokārt ogu melnā puve (ier. *Strasseria geniculata*, *Allantophomopsis cytispora* un *A. lycopodina*), gatavā ogu puve (ier. *Coleophoma empetri*) un ogu plankumainība (ier. *Physalospora vaccinii*). (Hanson *et al.*, 1999., McManus 2001., Oudemans *et al.*, 1998., Caruso *et al.*, 1995.)

Ziemeļu rajonos uz ogām galvenokārt izplatīta agrā puve (ier. *Phyllosticta vaccinii*) un rūgtā jeb gleosporiozā puve, kuru ierosina *Glomerella cingulata*, anamorfā stadijā *Colletotrichum* spp. (Oudemans *et al.*, 1998., Caruso *et al.*, 1995.).

Kanādā izplatītākās ogu puves ir: agrā puve (ier. *Phyllosticta elongata*), ogu cietā puve (ier. *Monilinia oxycocci*), ogu plankumainība (ier. *Botryosphaeria vaccinii*), ogu galotnes jeb riņķveida puve (ier. *Godronia cassandrae*), melno ogu puve (ier. *Allantophomopsis* spp.), rūgtā jeb gleosporiozā puve (ier. *Glomerella cingulata*). (Caruso *et al.*, 1995., Eastern Canada Cranberry IPM Manual, 2004.)

Baltkrievijā identificēta ir ogu plankumainība, kura izraisa arī agro puvi (ier. *Botryosphaeria vaccinii*), ogu dzeltenā puve (ier. *Botrytis cinerea*), ogu melnā puve (ier. *Allantophomopsis* spp.), rūgtā jeb gleosporiozā puve (ier. *Glomerella cingulata*), ogu galotnes jeb riņķveida puve (ier. *Godronia cassandrae*), ogu cietā puve (ier. *Monilinia oxycocci*), agrā puve (ier. *Phyllosticta vaccinii*). (Горленко *et al.*, 1996.)

Lietuvā 2002. gadā Radvilišķu apkaimē pirmo reizi identificēts *Diaporthe vaccinii*, kas ierosina vertikālo dzinumu galu atmiršanu un viskozo ogu puvi. Eiropā ir karantīnas slimība un

pakļauta stingrai fitosanitārai kontrolei. Atrasta arī dzērveņu ogu galotnes puve, kuru ierosina *Godronia cassandrae*. (Kačergius *et al.*, 2004.)

Pētījuma mērķis ir sākotnēja dzērveņu slimību diagnostika un slimību ierosinātāju identifikācija. Šo jautājumu noskaidrošana ir nepieciešama slimību postīguma izvērtēšanai un ierobežošanas pasākumu rekomendāciju izstrādei.

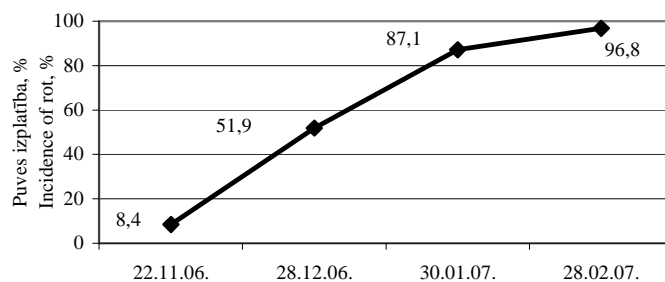
Materiāli un metodes

Izmēģinājums iekārtots 2005. gadā Alūksnē, Gaujienas pagastā SIA Lienamas – Alūksnes, “Kalna purvs” purvā. Pētījumi laboratorijā veikti Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrā (LAAPC) un Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) Augsnes un augu zinātņu institūta laboratorijās. Dzērveņu slimības tika novērotas kopējā LAAPC izmēģinājumā (ZM subsīdiju projekts “Amerikas lielogu dzērveņu kaitēkļi un slimības Latvijā”). Ogu slimības pētītas četros lauciņos, kur netika lietoti pesticīdi, platība 30 m² (3 x 10 m), kopplatība 120 m². Laučiņi izvietoti randomizēti. Pētījumi veikti dzērveņu šķirnes ‘Stevens’ stādījumā.

Sākotnējā slimību diagnostika veikta pēc vizuālajām pazīmēm, tad simptomu attīstību uz bojātajām ogām mitrajā kamerā. Precīzai identifikācijai patogēni izdalīti tīrkultūrā. Sēņu izolācijai izmantota kartupeļu dekstrozes agara (PDA) barotne. Barotnes sagatavošana un patogēnu sēja veikta sterilos apstākļos. Barotnes 3 - 4 nedēļas turētas tumšā, 21 ° – 22 °C siltā kamerā. Novērtēta micēlija augšanas, koloniju morfoloģiskās pazīmes, krāsošanās un vairošanās orgānu uzbūve. (Shurtleff *et al.*, 1999.)

Rezultāti

Ražas vākšanas laikā puves simptomi konstatēti tikai uz 1.7 % ogu. Puvušās ogas bija dzeltenas, uzbriedušas, šī slimība izplatās perēkļveidīgi. Novēroti arī citādi simptomi – ogas bija sārtas, uzbriedušas. Glabāšanas laikā puvušo ogu skaits palielinājās. Pēc mēneša (22.11.06.) glabāšanas vidēji puvušas 8.4 % ogu. Nākamajos mēnešos ogu puves attīstība turpinājās un līdz februāra beigām visas ogas, kas glabājās istabas temperatūrā bija sapuvušas (1.att.).



1.att. Ogu puves izplatība glabāšanas laikā, %
Figure 1. Dynamics of berries rot in storage, %

Glabāšanas laikā uz ogām konstatēti dažādi simptomi (tai skaitā arī tādi, kas netika novēroti vākšanas laikā). Pēc vizuālajiem simptomiem dzērveņu ogu puves nav precīzi diagnosticējamās, tādēļ patogēni izolēti tīrkultūrā. Pavisam iegūti 80 izolāti, no tiem izdalīti 7 atšķirīgi, identificēti 3 patogēni.

Novembrī un decembrī novērotas tumši melnas, dažas tumši brūnas ogas, tās zaudējušas dabisko sarkano krāsu, nedaudz sažuvušas, bet ne puvušas.

Tīrkultūrā uz PDA barotnes veidojas rets, gaisīgs, pelēkbalts micēlijs. Barotne nokrāsojas tumši zaļgan-brūnā krāsā. Patogēns aug salīdzinoši ātri, Petri plates malas tas sasniedz jau nedēļas laikā. Uzglabājot tumšā kamerā, kur gaisa temperatūra ir 21 ° – 22 °C, pēc 15 dienām parādās nelielas tumšas piknīdas. Nobriedušu piknīdu virsotnēs vēl pēc pāris nedēļām veidojas melna, gļotaina sporu masa. Konīdijas 7.6 x 2.7 μm (6.6 – 8.6 x 2.2 – 3.8 μm) lielas, eliptiskas, galos nedaudz ieliektas. Ogu puves simptomi un sēnes morfoloģiskās īpatnības pierāda, ka šo puvi izraisa *Allantophomopsis* spp. (Caruso *et al.*, 1995.). Precīzai sugas noteikšanai nepieciešami turpmāki pētījumi.

Decembrī un janvārī uz ogām novēroti sausi, iegrimuši, gaiši plankumi, galvenokārt kausiņa rajonā. Tīrkultūrā uz PDA barotnes pēc dažām dienām parādījās neliels, blīvs, dzeltenīgi balts micēlijs. Barotne krāsojās viegli dzeltenīga, centrā tumšāka, nedaudz brūngana. Nedēļas laikā (7 dienas no uzsēšanas brīža) sēnes kolonijas diametrs sasniedzis vidēji 5.5 cm. Pēc 15 dienām agara daļā, sēņotnē izveidojās pelēkbrūni, apaļi, nobrieduši peritēciji, kuros attīstījās aski un parafīzes. Vidēji aski $199.2 \times 42.1 \mu\text{m}$ ($251 - 133 \times 64.1 - 19.6 \mu\text{m}$) lieli, caurspīdīgi, vārpstveida. Katrā askā astoņas asku sporas, vidēji $43.5 \times 17.4 \mu\text{m}$ ($33.8 - 53.8 \times 12.3 - 24.9 \mu\text{m}$) lielas, brūnganas, necaurspīdīgas, iespējams ar biezu, matētu apvalku. Slimības simptomi uz ogām un patogēna morfoloģiskās īpatnības pierāda, ka tas ir *Physalospora vaccinii* (Shear) Arx & E. Müller (Caruso *et al.*, 1995.).

Novembrī uz dažām ogām tika novēroti gan sīki melni, gan gaiši, iegrimuši plankumi. Savukārt decembrī un arī turpmākos mēnešos līdz februāra beigām uz ogām novērota puves plankumi. Visbiežāk tie izvietoti ogas sānos, ovāli, plankumi var būt nedaudz iegrimuši ar tumšākiem un gaišākiem koncentriskiem riņķiem. Novēroti arī tumšas krāsas (sarkani līdz melni) plankumi, kuri nav iegrimuši. Tīrkultūrā uz PDA barotnes sēnes kolonijas sākumā aug ātri, bet pēc nedēļas augšana apstājas un patogēns nenasniedz līdz Petri plates malas; pat pēc 15 dienām kolonijas diametrs vidēji ir 5 cm. Micēlijs pelēkbalts, veidojot tumšākus un gaišākus krāsu riņķus, miltains. Barotne iekrāsojas tumši pelēkzaļā krāsā. Piknīdas parādās jau pēc pāris dienām no uzsēšanas brīža virs micēlija; apaļas, mikroskopā tumši brūnas līdz melnas (virs micēlija pelēkas), no kurām izplūst gaiši pelēcīga sporu masa. Konīdijas atsevišķi ir bezkrāsainas, viensūnas, dažādas formas (apaļīgas, bumbiervēda, iegarenas), to sastāvs nedaudz graudains. Vidēji tās ir $13.5 \times 5.6 \mu\text{m}$ ($10.1 - 16.4 \times 3.9 - 7.3 \mu\text{m}$) lielas. Sporai vienā galā ir piedēklis, kas var būt dažāda garuma. Pēc mēneša konīdijas no piknīdām ir izlidojušas un sporas vairs nav atrodamas. Šajā laikā mainās piknīdu izskats tīrkultūrā, tās ir kļuvušas melnas, micēlijs no pelēka, miltaina kļūst tumši pelēks līdz melns. Ogu plankumu pazīmes, puves simptomi un sēnes morfoloģiskās īpatnības pierāda, ka šo puvi izraisa *Botryosphaeria vaccinii* (Shear) Barr (sin. *Guignardia vaccinii* Shear), anamorfa stadijā *Phyllosticta elongata* G. J. Weidemann in G. J. Weidemann, D. M. Boone, & Burdsall. Carris (Caruso *et al.*, 1995.).

Glabāšanas laikā uz ogām attīstījās arī citas puves, kuras pagaidām vēl nav identificētas.

Diskusija

Ogu puves ir postīgas dzērveņu slimības, Ziemeļamerikā konstatēts, ka glabāšanas laikā puves izplatība var būt pat 60 % - 97 % (Eastern Canada Cranberry IPM Manual, 2004.). Literatūrā kā puves ierosinātāji aprakstīti vairāk kā desmit dažādi patogēni. Galvenokārt izplatīta gleosporiozā puve (ier. *Colletotrichum* spp.) un ogu agrā puve (ier. *Phyllosticta vaccinii*), kura pazīstama jau kopš 1897. gada. Savukārt pēc pētījuma rezultātiem, Latvijā šo puvi ierosināja *P. elongata*, kas sākumā uz veselām ogām parādījās nelielu, gaišu plankumu veidā. Atšķirtībā no pārējām Ziemeļamerikas valstīm, Nūdžersijā izplatīta ogu plankumainība (ier. *Physalospora vaccinii*), kura identificēta arī Latvijā, Alūksnes rajona „Kalna purvā”. Glabāšanas laikā konstatēta arī ogu melnā puve (ier. *Allantophomopsis* spp.). *Allantophomopsi* ģintī ir vairākas sugas, kas ierosina šo puvi - *A. cytispora* (Fr.: F.) Petrak, *A. lycopodina* (Hohn.) Carris un *Strasseria geniculata* (Berk. & Broome) Hohn (sin. *S. oxycocci* (Shear) Shear. Sugas noteikšanai Latvijā ir nepieciešami tālāki pētījumi. Latvijā pētījumi ir tikko uzsākti, nepieciešams tos turpināt, lai identificētu arī tos patogēnus, kas pašlaik vēl nav noteikti. Baltkrievijā, tāpat kā Latvijā konstatētas ogu agrā puve un melnā puve, taču tur identificētas arī citas slimības. Ņemot vērā, ka Baltkrievijā ir līdzīgi meteoroloģiskie apstākļi, ļoti iespējams, ka turpmākajos pētījumos arī Latvijā tiks novērotas un aprakstītas vēl daudzas citas lieloģu dzērveņu slimības.

Dažādu slimību sastopamību ietekmē meteoroloģiskie apstākļi. No dzeltenām ogām iepriekšējos gados M. Eihe identificēja dzeltenu ogu puvi (ier. *Botrytis cinerea* Pers.: Fr.), taču šogad, iespējams, karstās un sausās vasaras dēļ, šo puvi atrast un precīzi identificēt neizdevās.

Šobrīd no bojātajām ogām ir izdalīti vairāki slimību ierosinātāji, taču ir nepieciešami patogenitātes pētījumi, lai izvērtētu to parazitisma pakāpi un labāk izprastu lieloģu dzērveņu slimību attīstības īpatnības Latvijas apstākļos. Nepieciešami ilgstoši pētījumi, lai diagnosticētu un

aprakstītu Latvijā sastopamās ogu puves, kā arī izvērtētu to postīgumu un ekonomisko nozīmīgumu.

Secinājumi

Alūksnē, SIA Lienama – Alūksne purvā lielogu dzērveņu ražas vākšanas laikā bija bojātas tikai 1.7 % ogu, bet līdz februāra beigām, uzglabājot istabas temperatūrā, sapuvušas 97 % ogu. Ogu puves rada būtiskus ražas zudumus glabāšanas laikā, tāpēc to ierosinātāju identifikācija ir nepieciešama.

Identificēta ogu agrā puve (ier. *Botryosphaeria vaccinii*, anamorfā stadijā *Phyllosticta elongata*), ogu plankumainība (ier. *Physalospora vaccinii*) un ogu melnā puve (ier. *Allantophomopsis* spp.).

Nepieciešami turpmāki pētījumi, lai identificētu jau izdalītos patogēnus, kā arī konstatētu un aprakstītu citas lielogu dzērveņu slimības, tai skaitā arī ogu puves.

Literatūra

1. Caruso F. L., Ramsdell D.C., eds. (1995), Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases. The American Phytopathological Society, 27. – 87.
2. Eastern Canada Cranberry IPM Manual, Integrated Pest Management (2004), 129
3. Eglītis M., Gould C. J., Johnson F. (1966), Fungi found on *Ericaceae* in the Pacific Coastal area. Washington State University, Bulletin No. 675, 21
4. Hanson E., Esman S., Isaacs R. (1999), Integrated Crop management Practices for Michigan cranberry Production, in www.green.msu.edu
5. Kačergius A., Jovaišiene Z., Valiuškaite A. (2004), *Phomopsis vaccinii* on *Vaccinium corymbosum* in Lithuania. – Botanica Lithuanica, 10 (1), 75. - 80.
6. McManus P. S. (2001), Cranberry Fruit Rot Diseases in Wisconsin: <http://www.plantpath.wisc.edu>
7. Oudemans P. V., Caruso F. L., Stretch A.W. (1998), Cranberry fruit rot: a complex disease in the northeast, Plant Disease 82 (11), 1176 -1184
8. Ripa A. (1996), Amerikas lielogu dzērvene/ Latvijas Zinību biedrība, 75
9. Shurtleff M. C., Averre III C. W. (1999), The Plant Disease Clinic and Field Diagnosis of Abiotic Diseases. The American Phytopathological Society, 97. – 232.
10. Горленко С. В., Буга С. В. (1996), Болезни и вредители клюквы крупноплодной. – Мн.: Наука і техника, 247.

AMERIKAS LIELOGU DZĒRVEŅU UN SAVVAĻAS DZĒRVEŅU NODROŠINĀJUMS AR BARĪBAS ELEMENTIEM RAŽOJŠOS STĀDĪJUMOS UN DABISKAJOS PURVOS LATVIJĀ NUTRIENT STATUS OF THE AMERICAN CRANBERRIES AND WILD CRANBERRIES IN PRODUCING PLANTINGS AND NATURAL BOGS OF LATVIA

Karlsons A. un Osvalde A.

Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Miera iela 3, Salaspils, LV-2169, Latvija;
e-pasts: augi@email.lubi.edu.lv / Institute of Biology, University of Latvia, Miera street 3,
Salaspils LV-2169, Latvia; e-mail: augi@email.lubi.edu.lv

Abstract

The commercial cultivation of American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) in Latvia is mostly developed in high bog territories. American cranberry, fruit indigenous to North America, are characterized as high yielding crop with significantly higher productivity (to 40 t·ha⁻¹) in comparison with wild cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.). Investigations on optimal cultivation and fertilization technologies of cranberry crop appropriate for sphagnum peat are scarce. Therefore studies on mineral nutrition regime of American cranberries and wild cranberries in Latvia are very important. Investigations were done to find out the actual mineral nutrition status of American and wild cranberries in Latvia as well as to evaluate the peculiarities of cranberry mineral nutrition in producing beds and native bogs. 80 (peat and plant) samples were collected from 4 main cranberry producing sites and 3 native bogs during autumn 2004. Plant tissue analysis and soil testing were used to evaluate the cranberry supply with all of the biogenous elements (N,

P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B). Our results suggest that only 50 % of cranberry producing plantings in Latvia were optimal provided with all of the nutrients. Insufficient level of N, P, S, Cu and Mo, and increased concentrations of Mn as main problems were stated. Although high bogs were characterized as particularly nutrient poor environment, wild cranberries showed high efficiency of Fe, Zn and Mn accumulation.

Key words

American cranberry, wild cranberry, mineral nutrition, plant analysis, soil testing.

Ievads

Purvi Latvijā aizņem vairāk kā 10 % no valsts teritorijas. No tiem aptuveni 17 tūkst. ha ir izstrādātie purvi. Šajās platībās pēdējos 15 gados uzsākta Latvijā netradicionālas kultūras Amerikas lielogu dzērveņu (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) kultivēšana. Amerikas lielogu dzērvenes ir Ziemeļamerikas purvāju augs, kas raksturojas ar augstu stādījumu ilgmūžību un ievērojami augstāku produktivitāti (līdz 40 t ha⁻¹) salīdzinot ar Latvijas purvos sastopamo Purva dzērveni (*Vaccinium oxycoccos* L.).

Šāda jaunas lauksaimniecības ražošanas nozares attīstība sevī apvieno vērtīgas, pēc biokīmiskā sastāva, īpaši veselīgas (vitamīni, antioksidanti, minerālvielas, šķiedrviela) ogu produkcijas ražošanu, ekonomisko izdevīgumu ar tradicionālās purvu ainavas un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu (Kuzminski, 1996; Leahy *et al.*, 2002). Pasaulē turpina pieaugt pieprasījums pēc dzērveņu produkcijas, ko galvenās audzētājvalstis (ASV un Kanāda) nav spējīgas nodrošināt galvenokārt ierobežoto, piemēroto platību trūkuma dēļ.

Pagājušā gadsimta 70. gados Latvijā tika sākti pētījumi lielogu dzērvenes selekcijas un introdukcijas virzienā (Āboliņš *u.c.*, 2003), bet līdz šim ļoti maz veikti pētījumi par lielogu dzērveņu minerālo barošanu. Sabalansēta un pareiza augu minerālā barošanās uzskatāma par vienu no svarīgākajiem priekšnoteikumiem augstas un kvalitatīvas ražas iegūšanai (Roper and Combs, 1992; Caruso, 1995).

Tāpēc svarīgi veikt pētījumus par lielogu dzērveņu audzēšanas un minerālās barošanās (mēslošanas) optimālām tehnoloģijām, kas būtu piemērotas vietējiem apstākļiem un specifiskajai audzēšanas videi – izstrādātajiem sūnu purviem. Šādā aspektā ļoti aktuāla ir faktiskā dzērveņu minerālās barošanās režīma izpēte ražojošos stādījumos, kā arī savvaļas platībās.

Pētījumu galvenais uzdevums - noskaidrot Amerikas lielogu dzērveņu un Purva dzērvenes minerālās barošanās stāvokli Latvijā, kā arī izvērtēt dzērveņu minerālās barošanās īpatnības kultivētās platībās un dabiskajos purvos.

Materiāli un metodes

Purva dzērveņu kūdras un augu materiāla paraugi tika ievākti trīs dabiskajos augstajos sūnu purvos: Kaigu purvā (Jelgavas raj.), Tīrelpurvā (Rīgas raj.) un Gāgu purvā (Saldus raj.). Savukārt Amerikas lielogu dzērveņu paraugi ņemti no četrām saimniecībām (SIA „Lienama – Alūksne, z/s „Piesaule”, z/s „Skuķi” un z/s „Strēlnieki”), kurās ir lielākie ražojošie stādījumi Latvijā. Kopumā izanalizēti 80 substrāta un lapu paraugi, kuros ietvertas sešas visbiežāk audzētās Amerikas lielogu dzērveņu šķirnes (Stevens, Bergman, Howes, Ben Lear, Early Black, Lemunyon).

Analizējamie paraugi ievākti 2004. gada oktobrī. Katrs paraugs sastāvēja no 8 – 10 individuāliem paraugiem, kuri ņemti 1m² platībā un pēc tam rūpīgi sajaukti vienā vidējā paraugā. Substrāta (kūdras) paraugi ņemti ar augsnes zondi 10 - 15 cm dziļumā, auga sakņu zonā.

Katram audu materiāla paraugam ievākti aptuveni 200 raksturīgi kārtējās sezonas vertikālie dzērveņu dzinumi ar kopējo masu aptuveni 50 grami.

Kūdras un augu paraugos noteikts 12 augiem absolūti nepieciešamo barības elementu (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B) saturs. Kā arī augsnes aktīvā reakcija (pH) un kopējā ūdenī šķīstošo sāļu koncentrācija pēc elektrovadāmības (EC). Barības elementu saturs augsnē noteikts 1 M HCl izvilkumā, augsnes : izvilkēja tilpuma attiecībā – 1:5, elementa saturu izsakot mg·l⁻¹ (Ринькис и др., 1987). Pēc augu izžāvēšanas + 60 °C temperatūrā un samalšanas analizējamā šķīduma iegūšanai izmantota sausās pārpelnošanas metode ar HNO₃ tvaikiem (Rinķis, 1995).

Barības elementu: Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, un Mn saturs noteikts izmantojot atomu absorbcijas spektrometru Perkin Elmer 403; N, P, Mo, B noteikts kolorimetriski, S turbidimetriski, bet K ar

liesmas fotometru Jenway PFP 7 (Ринькис и др., 1987, Emteryd, 1989). Augsnes pH noteikts 1M KCl izvilkumā, ņemot augsni un šķīdinātāju attiecībā 1:2,5, bet kopējā sāļu koncentrācija ar konduktometru destilēta ūdens izvilkumā. Analīzes veiktas Latvijas Universitātes Bioloģijas institūtā Augu minerālās barošanās laboratorijā.

Rezultāti

Kompleksās diagnostikas rezultāti liecina, ka lielogu dzērveņu un purva dzērveņu nodrošinājums ar barības elementiem substrātā (kūdrā) variēja samērā plašā diapozonā. Lielogu dzērveņu stādījumos vislielākās koncentrāciju svārstības tika konstatētas P, Ca, Fe un Cu (15 – 32 reizes), ievērojami mazāk variēja K, S, Zn un Mo saturs (1,4 līdz 6 reizes). Dabisko purvu kūdrā gandrīz visu elementu koncentrāciju svārstības bija mazākas kā kultivētajās platībās, izņemot Mg un Mo saturu. Šo elementu koncentrācijas kūdrā svārstījās attiecīgi – 4,9 un 2 reizes. Cinka un bora saturs, kā arī augsnes aktīvās reakcijas (pH) un kopējās ūdenī šķīstošo sāļu (EC) rādītāji gan kultivētajās platībās gan dabisko purvu kūdrā variēja līdzīgi (1. tabula).

1. tabula. Barības elementu saturs kultivēto platību un dabisko purvu substrātā (kūdrā), mg·l⁻¹ (1 M HCl izvilkumā)/ Nutrient concentrations in peat samples from producing plantings and wild high bogs (1 M HCl extraction), mg·l⁻¹

Elementi	Diapazons kultivētajās platībās	Vidēji kultivētajās platībās	Diapazons dabiskajos purvos	Vidēji dabiskajos purvos
N	19 - 26	22	12 - 20	15
P	3,3 - 98	34,3	1,1 - 2,7	2
K	53 - 330	116	4 - 45	24
Ca	270 - 3850	1073	65 - 295	165
Mg	75 - 913	259	16 - 79	44
S	6,3 - 36	15	4 - 11	7,8
Fe	30 - 445	153	11,5 - 69,5	40,5
Mn	0,68 - 22,8	8,6	0,25 - 1,85	1,15
Zn	1,25 - 7,75	3,55	1,20 - 8,00	3,48
Cu	0,2 - 4,50	1,9	0,1 - 0,3	0,1
Mo	0,01 - 0,04	0,02	0,02 - 0,04	0,03
B	0,3 - 1,6	0,6	0,1 - 0,5	0,32
pH _{KCl}	2,70 - 5,84	3,66	2,62 - 4,94	3,06
EC, mS·cm ⁻¹	0,21 - 0,64	0,37	0,10 - 0,42	0,25

Līdzīgi kā substrātā, arī lielogu dzērveņu audos tika novērotas lielākas barības elementu satura svārstības salīdzinot ar Purva dzērvenēm, izņemot N, Ca, Mg un Zn, kuru koncentrācijas ievērojami neatšķīrās. Kā izņēmums minams Fe, diapozons, kura saturs bija lielākas Purva dzērvenes audos. Lielogu dzērveņu audos viskrasāk svārstījās P, Fe, Mn un Cu koncentrācija (3,4 līdz 7,2 reizes), bet Purva dzērveņu audos Fe un Mn (3,4 līdz 7 reizes) (2. tabula).

No 14 (12 barības elementi, EC un pH) augu minerālo barošanas raksturojošiem parametriem substrātā, visās saimniecībās - tikai 23 % rādītāju tika nodrošināti optimālā līmenī, pārbagāti jeb virs optimuma tika konstatēti 10 %, bet 66 % atradās zem optimālā. Lielogu dzērveņu audos no 12 barības elementiem visās saimniecībās optimālā līmenī bija 50 %, 42 % rādītāju bija zem optimuma, bet 8 % pārsniedza optimāli vēlamu saturu.

Dabisko sūnu purvu kūdra ievērojami mazāk kā kultivēto platību substrāti saturēja P, K, Ca, Mg, S, Mn, un Cu (5,8 līdz 19 reizes). Savukārt N, S, Fe un B saturs bija no 1,4 līdz 3,7 reizēm zemāks kā kultivētajās platībās. Cinka un molibdēna saturs bija līdzīgs kultivēto platību substrātā un dabisko purvu kūdrā (1. tabula).

2.tabula. Barības elementu saturs lielogu dzērvenes un Purva dzērvenes audos/ Nutrient concentrations in *Vaccinium macrocarpon* Ait. and *Vaccinium oxycoccos* L. tissue samples

Elementi	Mērvienība	Diapazons lielogu dzērveņu audos	Vidēji lielogu dzērveņu audos	Diapazons Purva dzērvenes audos	Vidēji Purva dzērvenes audos
N	%	0,57 - 0,76	0,65	0,54 - 0,78	0,65
P	%	0,07 - 0,24	0,12	0,04 - 0,08	0,06
K	%	0,32 - 0,78	0,55	0,30 - 0,44	0,35
Ca	%	0,65 - 1,20	0,85	0,50 - 0,75	0,63
Mg	%	0,16 - 0,26	0,22	0,09 - 0,14	0,12
S	%	0,06 - 0,16	0,10	0,07 - 0,11	0,09
Fe	mg·kg ⁻¹	30 - 105	67	36 - 256	137
Mn	mg·kg ⁻¹	128 - 760	308	820 - 2860	1583
Zn	mg·kg ⁻¹	17 - 30	26	28 - 50	38
Cu	mg·kg ⁻¹	2,4 - 17,2	8,7	5,6 - 7,6	6,5
Mo	mg·kg ⁻¹	0,23 - 0,65	0,38	0,25 - 0,50	0,34
B	mg·kg ⁻¹	19 - 52	35	18 - 34	22

Savvaļas dzērveņu audi augstākās koncentrācijās kā lielogu dzērveņu lapas saturēja Fe un Zn, zemākās : P, K, Ca, Mg, Cu un B, bet N, S, Mo koncentrācijas bija līdzīgas. Īpaši jāatzīmē ļoti augstais Mn saturs (vidēji 1583 mg kg⁻¹) Purva dzērvenes lapu paraugos, kas vairāk kā 5 reizes pārsniedza vidējo kultivētajās dzērvenēs. Izvērtējot barības elementu apgādes līmeni substrātā un audos, Purva dzērvenes uzrādījušas augstāku praktiski visu elementu uzņemšanas efektivitāti (3. tabula).

3. tabula. Lielogu dzērvenes un Purva dzērvenes barības elementu uzņemšanas salīdzinoša efektivitāte/ *Vaccinium macrocarpon* Ait. and *Vaccinium oxycoccos* L. nutrient uptake efficiency

Elementi	Elementa saturs dabisko purvu kūdrā, % no kultivētajās platībās konstatētā		Augstāka elementa uzņemšanas efektivitāte
	Substrātā	Audos	
N	69,4	99,6	Purva dzērvene
P	4,9	48,4	Purva dzērvene
K	20,8	63,0	Purva dzērvene
Ca	15,4	74,5	Purva dzērvene
Mg	16,9	53,6	Purva dzērvene
S	51,9	81,3	Purva dzērvene
Fe	26,5	204,0	Purva dzērvene
Mn	13,3	514,2	Purva dzērvene
Zn	98,0	143,9	Purva dzērvene
Cu	6,6	75,4	Purva dzērvene
Mo	166,7	88,3	Amerikas lielogu dzērvene
B	52,8	62,1	Purva dzērvene

4. tabula. Optimāli nepieciešamais barības elementu saturs lielloģu dzērveņu audos un substrātā/
Optimal concentrations of nutrients in American cranberry tissue and peat samples

Elementi	Audos		Substrātā	
	Mērvienība	Optimāli *	Mērvienība	Optimāli *
N	%	1,00 - 1,50	mg·l ⁻¹	80 - 120
P	%	0,20 - 0,30	mg·l ⁻¹	60 - 100
K	%	0,40 - 0,70	mg·l ⁻¹	60 - 100
Ca	%	0,60 - 0,80	mg·l ⁻¹	500 - 1000
Mg	%	0,20 - 0,30	mg·l ⁻¹	120 - 200
S	%	0,15 - 0,25	mg·l ⁻¹	60 - 80
Fe	mg·kg ⁻¹	80 - 150	mg·l ⁻¹	100 - 200
Mn	mg·kg ⁻¹	40 - 100	mg·l ⁻¹	4,0 - 8,0
Zn	mg·kg ⁻¹	30 - 80	mg·l ⁻¹	4,0 - 8,0
Cu	mg·kg ⁻¹	8 - 12	mg·l ⁻¹	6,0 - 10,0
Mo	mg·kg ⁻¹	1 - 5	mg·l ⁻¹	0,10 - 0,25
B	mg·kg ⁻¹	30 - 60	mg·l ⁻¹	1,0 - 1,5
pH _{KCl}	-	-		4,5 - 5,0
EC	-	-	mS·cm ⁻¹	0,8 - 1,2

* - pēc Nollendorfa (1998)

Diskusija

Pētījumā iegūtie rezultāti norāda uz lielloģu dzērveņu nepietiekamu nodrošinājumu ar barības elementiem un ievērojamu minerālās barošanās disbalansu, jo tikai 23% no visiem testējamiem rādītājiem augsnē un 50% dzērveņu audos ir raksturojami kā optimāli.

Kopumā Amerikas lielloģu dzērveņu ražojošajos stādījumos (pēc substrāta un audu analīzēm) raksturīgs zems N, P, S, Cu, Mo un B nodrošinājuma līmenis, kā arī paaugstinātas Mn koncentrācijas. Literatūrā bieži minēta paaugstinātu Mn koncentrāciju bīstamība skābu augšanas vidi mīlošiem augiem, tai skaitā dzērvenēm. Mangāna pārbagātu uzņemšanu veicina ne tikai zemais kūdras pH, bet arī zemā pārējo elementu, kā arī Mn un tā antagonistu koncentrācija substrātā. Tas saistīts ar mangāna reducēšanos skābā vidē līdz divvērtīgam jonam Mn²⁺, kurš ir ļoti kustīgs augsnes šķīdumā un augiem viegli uzņemams līdz toksiskām koncentrācijām.

Jāatzīmē, ka zemākie konstatētie elementu saturi ražojošos stādījumos ir visai līdzīgi dabiskajos purvos esošajiem, tā norādot uz nepietiekamu lielloģu dzērveņu mēslošanu, kā rezultātā barības elementu līmenis, izskalošanās un augu izneses dēļ ir samazinājies līdz dabisko purvu fona līmenim.

Augstāks nodrošinājums ar barības elementiem lielloģu dzērveņu audos salīdzinot ar nodrošinājuma līmeni substrātā saistīts ar augu papildus piebarošanu caur lapām. Kā norāda V.Nollendorfs (1998) mēslojums caur lapām bieži ir neaizstājams specifisko purva apstākļu dēļ. Tā bieži pavasarī nav iespējams dzērveņu apgādei ar barības elementiem pielietot pamatmēslojumu, jo slapjo kūdras lauku dēļ tas ir tehniski neiespējami. Mēslojums caur lapām ir neaizstājams arī klimata vai citu apstākļu izraisītā situācijā, kad kāda elementa trūkums augos ir tik kritiski zems, ka tas nekavējoties jāpiegādā augam nepastarpināti. Šāda dažādu mēslošanas līdzekļu, to veidu, tehnoloģiju un periodiskuma, kā arī nepietiekamas augu minerālās barošanās kontroles rezultātā rodas ievērojami augstākas barības elementu svārstības ražojošajos stādījumos salīdzinot ar dabiskajiem purviem. Pētījumā konstatētais nepietiekamais nodrošinājums ar barības elementiem varētu būt viens no ražas lielumu un kvalitāti limitējošiem faktoriem.

Dabisko purvu kūdrā tika konstatētas ļoti zemas visu elementu koncentrācijas Īpaši zems anjonu formā esošā B, S, kā arī Cu saturs to pastiprinātās izskalošanās dēļ, kas ir raksturīgi tieši augstajiem sūnu purviem (Ноллендорф, 1983). Vairumā gadījumu dabisko purvu kūdrā makro un mikro elementu koncentrācijas bija ievērojami zemākas kā kultivēto dzērveņu substrātā.

Ņemot vērā Īpaši zemo elementu saturu augsto purvu kūdrā un salīdzinoši labu nodrošinājumu Purva dzērveņu audos jāsecina, ka tās ir labāk piemērotas augšanai ar barības elementiem nabadzīgā vidē, kā to arī apstiprina A. Jacquemart (1997) piebilstot, ka galvenais elementu avots savvaļas dzērvenēm ir lietūs ūdens.

Secinājumi

Ražojošo lielogu dzērveņu stādījumos kopumā raksturīgas būtiskas nepilnības augu apgādē ar barības elementiem (tikai 50 % augu audu rādītāju ir optimuma robežās).

Nodrošinājuma līmenis ar barības elementiem kultivēto dzērveņu lapās ir augstāks kā substrātos.

N, P, S, Cu un Mo deficīts, kā arī Mn pārbagātība – galvenās problēmas, kas izsauc lielogu dzērveņu minerālās barošanās traucējumus skābā vidē – augsto purvu kūdrā.

Augstie sūnu purvi, kā savvaļas dzērveņu augšanas vide, raksturojas ar īpaši zemu barības elementu saturu (galvenokārt N, P, Ca, Cu, Mo).

Savvaļas dzērvenes uzrāda īpaši augstu atsevišķu barības elementu (Fe, Zn, Mn) uzņemšanas efektivitāti.

Atsauces

1. Āboliņš M., Gurtaja L., Liepniece M. (2003) Vaccinium spp. Bioloģiski saimnieciskais Vērtējums un pavairošana, LLMZA, Agronomijas vēstis – Nr. 5, Jelgava, LLU.
2. Caruso F. L. (1995) Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases, The American Phytopathological Society, 2-3.
3. Emteryd O. (1989) Chemical and physical analysis of inorganic nutrients in plant, soil, water and air, Swedish university of agricultural sciences, 168-172.
4. Jacquemart A. (1997) Vaccinium oxycoccus L. (Oxycoccus palustris Pers.) and Vaccinium microcarpum (Turez. ex Rupur.) Schmalh. (Oxycoccus microcarpus Turez. ex Rupur.). Journal of Ecology. Vol. 85, 381 – 396.
5. Kuzminski L. N. (1996) Cranberry juice and urinary tract infections: Is there a beneficial relationship? Nutrition Review, 54, 87-90.
6. Leahy M., Speroni J., Starr M. (2002) Latest development in cranberry health research, Pharm. Biol., Vol 40, 50 – 54.
7. Nollendorfs V. (1998) Augu barošanās līmeņa noteikšana lielogu dzērvenēm, Dzērveņaudzētāju gadagrāmata '98, Latvijas dzērveņu audzētāju asociācija, 53.
8. Riņķis G. (1995) Augu barošanās diagnostika, Jelgava, LLU, 10-23.
9. Roper T. R. Combs S. M. (1992) Nutrient status of Wisconsin cranberries. Cranberries: The National Cranberry Magazine, Vol., 15 (2), 11-15.
10. Ноллендорф. В.Ф. (1983) ТОРФ Рига : Зинатне. 64.
11. Ринькис Г., Рамане Х., Куницкая Т. (1987) Методы анализа почв и растений, Рига, Зинатне, 21 – 80.

AGROTECHNICAL AND BIOCHEMICAL INVESTIGATIONS FOR JERUSALEM ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) GROWING IN LATVIA AGROTEHNISKIE UN BIOĶĪMISKIE PĒTĪJUMI TOPINAMBŪRA (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) KOMERCAUDZĒŠANAI LATVIJĀ

Lepse L., Bite L.

Pūres Dārzkopības pētījumu centrs, Abavas iela 2, Pūre, Tukuma raj., LV-3124, Latvia,
phone: + 371 63191144; e-mail: liga.lepse@puresdis.lv

Abstract

The Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) is an important source of functional active food components – during storage Jerusalem artichoke tubers inulin transform into fructose, which is easily absorbed without insulin application. Therefore it is highly recommended for diabetes mellitus patients. The surface of the Jerusalem artichoke tuber is very rough with protuberances which makes it difficult to clean the tubers and to process them. It is necessary evaluate several genotypes to final genetically smooth and inulin rich tubers. Tubers quality and yield are strongly influenced by soil cultivation and planting system. The investigation was carried out in Pūre Horticultural Research Centre, in 2005 and 2006 with the aim to find most effective growing technology and to detect the content and percentage of carbohydrates in different genotypes. The investigation was carried out for two vegetation seasons with different

meteorological conditions. As the summer of 2006 was extremely dry, the obtained yield was 20 % less than in the vegetation period of 2005. The local clone Lāču was found to produce the most yield in both years. The yield of Western Europe cv. `Dag Neutral` was insignificantly lower, but cv. `Red French` yielded significantly less. Stable, qualitative and higher yields were obtained from the ridged field without previous rototilling.

Ievads

Topinambūrs (*Helianthus tuberosus* L.) ir lakstaugs ar augstu (līdz pat 2-3 m), zarotu stumbru. Sakņu sistēmā veidojas pāresnainājumi – bumbuļi, kuros uzkrājas ogļhidrāti – līdz pat 80 % no sausnas masas (Ragab *et.al.*, 2003). Liela daļa no ogļhidrātiem ir inulīna formā, kas sastāda 16-20 % no bumbuļa svara (Losavio *et.al.*, 1997, Ragab *et.al.*, 2003). Glabāšanas laikā bumbuļos inulīns pārvēršas fruktozē, kuru organisms spēj uzņemt bez inulīna palīdzības. No topinambūra iegūtais inulīna koncentrāts, kas, pievienots produktiem, uzlabo zarnu trakta darbību, baro zarnu traktā esošās vērtīgās baktērijas, kavē holesterīna sintēzi un uzlabo kalcija uzsūkšanos organismā. Līdz ar to topinambūrs un tā pārstrādes produkti ir nozīmīga cukura diabēta slimnieku diētas sastāvdaļa. Tā kā topinambūra izcelsmes vieta ir Dienvidamerika, tad tas nozīmē, ka šīs sugas augi ir atsaucīgi uz garāku un siltāku veģetācijas periodu kā tas ir Latvijā. Vairums pētījumu par topinambūra audzēšanas tehnoloģiju veikti siltāka klimata zemēs (Losavio *et.al.*, 1997, Ragab *et.al.*, 2003; Mastro *et.al.*, 2004), bet tiek veikti pētījumi arī Eiropas ziemeļu daļā, kas norāda, ka arī Eiropas ziemeļu daļas agroekoloģiskie apstākļi ļauj izaudzēt topinambūru. Šis apstākļis rada interesi izpētīt topinambūra audzēšanas iespējas Latvijas agroklimatiskajos apstākļos.

Pārstrādei un pārtikas rūpniecībai problēmas rada topinambūra saknes bumbuļa forma un virsmas žuburotība. Tas sarežģī saknes attīrīšanu no zemes. Šī iemesla dēļ jāizvērtē vairāki genotipi, lai atrastu piemērotāko pārstrādei tieši no bumbuļa morfoloģijas, konkrēti - virsmas žuburotības, viedokļa. Ne mazāk būtisks kritērijs funkcionāli aktīvas produkcijas ieguvei ir topinambūra sakņu bumbuļu bioķīmiskais sastāvs. Inulīna saturs topinambūra bumbuļos var svārstīties no 16 līdz 20% no svaigu bumbuļu masas (Ragab *et.al.*, 2003).

Pēc agroekoloģiskajām prasībām topinambūrs ir piemērots audzēšanai kūdras vai irdenās velēnu karbonātu, mālsmits augsnēs. Topinambūrs izmanto tās barības vielas, kuras citiem augiem ir grūti pieejamas, jo auga sakņu sistēma ir dziļa un spēcīga. Nodrošinot optimālus agrotehniskos apstākļus, irdeni augsnes struktūru, Dānijā sasniegta 15.5 līdz 53.0 t ha⁻¹ ražība atkarībā no vākšanas laika un genotipa (Klug-Andersen, 1992). Lai iegūtu kvalitatīvus, pēc iespējas gludākus bumbuļus, topinambūrs jāaudzē labi sagatavotās, irdenās augsnēs. Pietiekoši gludi, apaļi bumbuļi, ar masu virs 20 g veidoja 53 - 64% no kopražas (Klug-Andersen, 1992).

Šī pētījuma mērķis ir noskaidrot optimālākos augsnes sagatavošanas un kopšanas veidus kvalitatīvas un augstvērtīgas topinambūra bumbuļu produkcijas ieguvei; izvērtēt dažādus genotipus pēc bumbuļu bioķīmiskā sastāva.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumu ierīkoja Pūres Dārzkopības pētījumu centrā, 2005. un 2006. gadā. Tika salīdzināti trīs augsnes sagatavošanas veidi un trīs genotipi, izmēģinājums iekārtots 4 atkārtojumos. Lauka sagatavošanai tika izmantoti trīs augsnes apstrādes veidi: 1) lauks iepriekšējā gada rudenī arts, pēc kultivēšanas pavasarī uzfrēzēts un pēc tam veidotas vagas; 2) lauks iepriekšējā gada rudenī arts, pavasarī kultivētā laukā veidotas vagas un tajās stādīti topinambūri (kartupeļu audzēšanas tehnoloģija); 3) līdzens lauks, kurš iepriekšējā gada rudenī uzarts, bet pavasarī pirms stādīšanas kultivēts. Izmēģinājumā izmantoti trīs genotipi: Lāču klons, šķirnes `Red French` un `Dag Neutral`.

Veģetācijas perioda otrajā pusē (augustā), kad topinambūrs sāk ziedēt, 2005. gadā pusei no šķirņu lauciņiem tika nogriezti ziedi, pusei atstāti, lai izvērtētu ziedu eliminēšanas ietekmi uz bumbuļu piebriešanu. 2006. gadā kritiskā mitruma nodrošinājuma dēļ augiem ziedi netika griezti.

Izmēģinājums 2005. gadā stādīts 6. maijā, 2006. gadā 2. maijā. Lauciņu izmērs 10 m². Stādīšanas attālums - 0.7 m starp rindām un 0.4 m starp augiem rindā. Smilšmāla augsne ar vidēju barības vielu nodrošinājumu. Augu blīvums 3.5 augi m². Mēslojums tika iestrādāts pamatmēslojumā (NPK 20:8:34 kg ha⁻¹) un arī dots papildmēslojuma veidā vienu reizi veģetācijas periodā (NPK 18:7.2:30.6 kg ha⁻¹).

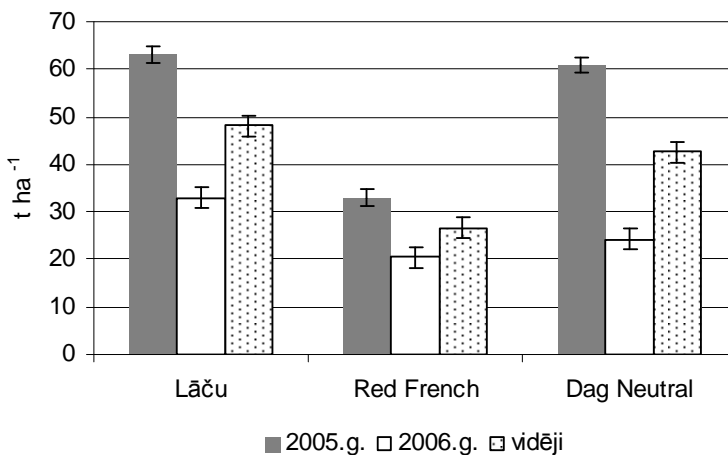
Izmēģinājuma gaitā veikti vasu garuma mērījumi veģetācijas sezonas beigās, ziedēšanas novērojumi, tika vērtēti ražas parametri un bumbuļu kvalitāte. Ražības rādītāji iegūti nosverot iegūto bumbuļu masu no katra lauciņa. Kvalitāte novērtēta pēc bumbuļu žuburotības (skala no 1 līdz 5, kur 1 – gludi, 5 – izteikti žuburoti) un vidējā diametra. Bumbuļu bioķīmiskās analīzes veiktas šķirnes vidējiem paraugiem augsto analīžu izmaksu dēļ. Analīzes veiktas LU MBI Tehniskās mikrobioloģijas un pārtikas biotehnoloģijas laboratorijā. Datu matemātiskā analīze veikta, izmantojot vienfaktora un divfaktoru dispersijas analīzes EXCEL datorprogrammā.

Rezultāti

Ziedēšana. Šķirne `Dag Neutral` un Lāču klons sāk ziedēt jūlija beigās un turpina līdz augustam. Šķirne `Red French` ļoti atšķiras ar to, ka tās augiem ziedi nepaspēj izplaukt (šai šķirnei arī tika grieztas ziedkopas, kuras vēl nebija izplaukušas). Ziedošajām šķirnēm statistiski ticama atšķirība ražas parametros starp lauciņiem ar grieztiem un negrieztiem ziediem netika konstatēta.

Vasas garums. Šķirnes `Red French` augi nozīmīgi atšķirās no pārējiem garuma ziņā, to garums sasniedza vidēji 2.32 m; savukārt `Dag Neutral` un Lāču klons bija zemāki – vidējais augu garums attiecīgi 1.8 un 1.73 m. Divos izmēģinājuma gados vasas garums atšķirās – sausajā 2006. gada vasarā augiem veidojās zemāki stublāji.

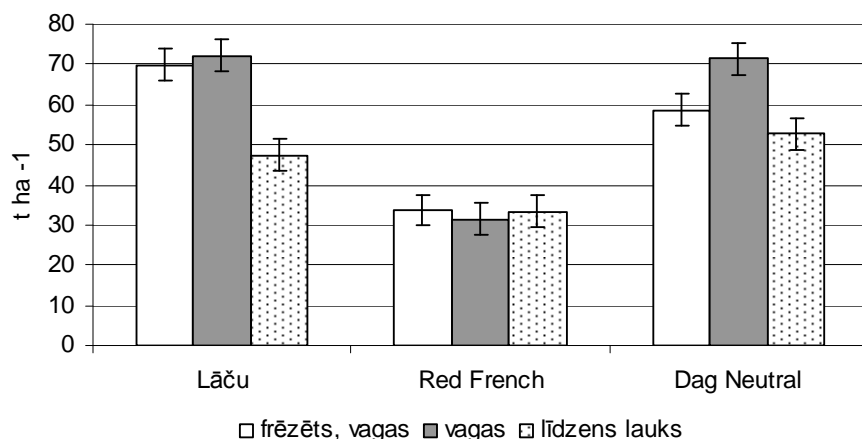
Ražība. Abos gados starp genotipiem vērojamas ļoti krāsas atšķirības bumbuļu ražībā (1. att.). Izvērtējot 2005. gada ražības rādītājus, nozīmīgi ražīgākais ($p=0.00003$) bija Lāču klons, kam vidējā ražība visos augsnes apstrādes variantos bija 63.1 t ha^{-1} , daudz neatpaliek `Dag Neutral` ar vidējo ražību 60.9 t ha^{-1} . Būtiski zemāka raža ievākta no šķirnes `Red French` - 32.9 t ha^{-1} .



1. att. Topinambūra klonu ražības rādītāji vidēji visos augsnes sagatavošanas veidos 2005., 2006. gadā un vidēji divos gados

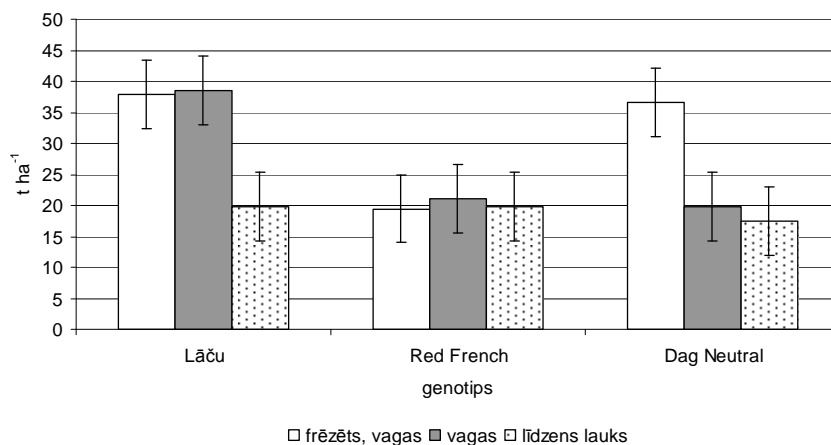
2006.gadā šķirnes `Red French` augiem veidojās mazāk bumbuļu pēc skaita, nekā abu pārējo šķirņu augiem. Tādēļ arī šīs šķirnes augiem ražība ir viszemākā. Lāču klona augiem ražība (vidēji 33.0 t ha^{-1}) ir būtiski augstāka ($p=0.002$) salīdzinoši ar `Red French` un `Dag Neutral` kurām tā bija attiecīgi 20.4 un 24.4 t ha^{-1} . Tā kā ražība ir viens no būtiskākajiem topinambūra parametriem, tad izvērtēta arī visu izmēģinājuma faktoru ietekme uz ražību.

Izanalizējot *augšnes sagatavošanas metodes* ietekmi uz ražību, jāsecina, ka 2005. gadā tikai Lāču klonam un šķirnei `Dag Neutral` tika konstatēta būtiska atšķirība ražībā dažādos augsnes sagatavošanas veidos ($p=0.007$). Abiem šiem genotipiem būtiski augstāka ražība konstatēta vagotā laukā (attiecīgi 72.2 un 71.4 t ha^{-1}) (2.att.).



2.att. Topinambūra ražība 2005. gadā atkarībā no augsnes sagatavošanas veida

2006. gadā Lāču klonam un šķirnei `Dag Neutral` statistiski ticami ($p=0.08$) augstākā raža iegūta frēzētā, vagotā laukā (attiecīgi 37.9 un 36.5 t ha⁻¹), salīdzinot ar līdzenu lauku, bet šķirnes `Red French` augiem – līdzīgi kā iepriekšējā gadā, aptuveni vienāds ražas iznākums visos augsnes sagatavošanas variantos (3.att.).

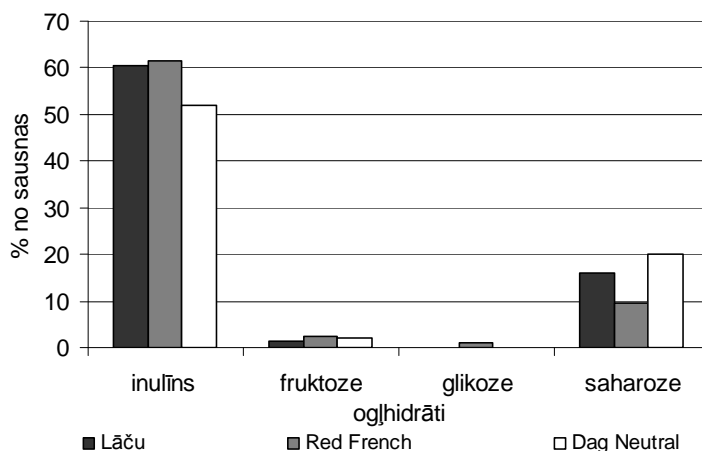


3.att. Topinambūra ražība 2006. gadā atkarībā no augsnes sagatavošanas veida

Bumbuļu kvalitāte. Izvērtējot bumbuļu žuburotību vairākos izmēģinājumā pielietotajos agrotehnoloģiskajos risinājumos 2005. gadā, konstatēts, ka ziedu griešana būtiski ietekmē bumbuļu žuburotību. Vislielākā starpība žuburotības novērtējumā konstatēta Lāču klonam – augiem, kuriem tika griezi ziedi, bumbuļi ir veidojušies gludāki. Īpaši šī tendence vērojama augsnes apstrādes variantā, kur lauks tika vagots, bet būtiska atšķirība ir vērojama arī divos pārējos augsnes apstrādes variantos. Arī šķirnei `Dag Neutral` konstatētas būtiskas atšķirības bumbuļu žuburotībā starp augiem, kuriem ziedi ir bijuši nogriezti un negrieztiem ziediem. Īpaši krāsas šīs atšķirības vērojamas variantā, kur augi auga līdzēnā laukā. Šajā gadījumā augsne bijusi visblīvākā un līdz ar to minimāla iejaukšanās briešanas procesā ir devusi nozīmīgus rezultātus.

Šķirnei `Red French` bumbuļi ir ar vairāk izteiktām lenticelēm, bet mazāk žuburoti, rozā krāsā. Abu pārējo šķirņu - `Dag Neutral` un Lāču klonu augiem bumbuļi bija ļoti līdzīgi pēc to morfoloģijas – tie ir krēmkrāsā un samērā žuburoti.

Pēc *bioķīmisko analīžu* rezultātiem redzams, ka no diētiskā uzturviedokļa Lāču klona un šķirnes `Red French` bumbuļi ir vērtīgākie – tajos ir augstākais inulīna saturs un zemākais saharozes saturs (4.att.).



4.att. Topinambūra bumbuļu ogļhidrātu ķīmiskais sastāvs

Izvērtējot izmēģinājumā iekļautos genotipus pēc ogļhidrātu satura sausnā, jāsecina, ka nedaudz augstāks inulīna saturs ir `Red French` šķirnes bumbuļos (61.5%), `Lāču` klonā tas ir 60.49%, bet šķirnes `Dag Neutral` bumbuļos 51.88%. Fruktozes daudzums ir niecīgs visos genotipos, arī saharozes ir maz – 9.59 – 19.91%, bet tās saturs būtiski atšķiras pa šķirnēm.

Diskusija

Apkopojot abos veģetācijas periodos gūtos rezultātus, redzamas interesantas saistības reizēm pat pretrunā ar izmēģinājuma sākotnējām hipotēzēm. Abi izmēģinājuma gadi bija krasi atšķirīgi meteoroloģisko apstākļu ziņā. 2006. gads izcēlās ar augstu mitruma deficītu augsnē gan augšanas, gan briešanas periodā. Šie apstākļi ir būtiski samazinājuši bumbuļu ražību. Līdzīgi rezultāti ir iegūti arī Itālijā, kur pie optimāliem mitruma apstākļiem ir iegūta nozīmīgi augstāka bumbuļu raža (G.De Mastro *et.al.*, 2004). Līdz ar to 2006. gadā ražība ir būtiski zemāka salīdzinājumā ar 2005. gadu. Salīdzinot izmēģinājumā iegūtos ražības rādītājus ar Vidusjūras valstīs veikto pētījumu rezultātiem, redzams, ka optimālos agro-meteoroloģiskajos apstākļos arī Latvijā ir iespējams iegūt līdzvērtīgas topinambūra bumbuļu ražas (Ragab *et.al.*, 2003).

Ziedu griešanas ietekme uz bumbuļu žuburotību varētu būt skaidrojama ar to, ka ziedus eliminējot augu hormonu un barības vielu plūsma augā tika izmainīta, līdz ar to ietekmējot bumbuļu briešanu un formēšanos, jo ogļhidrātu uzkrāšanās bumbuļos sākas vienlaikus ar ziedēšanu (G.De Mastro *et.al.*, 2004). Izvērtējot augsnes apstrādes veida ietekmi uz ražību, konkrēta augsnes sagatavošanas metode, kura visiem genotipiem abos izmēģinājuma gados nodrošinātu būtiski augstāku ražu, netika atrasta. Tomēr audzēšana uz līdzena lauka vairumā gadījumu ir devusi zemāko ražu.

Secinājumi

Abos izmēģinājuma gados ražīgākie ir bijuši Lāču klona un šķirne `Dag Neutral`.

Lāču klonam un šķirnei `Dag Neutral` augstāka ražība konstatēta kultivētā un vagotā laukā, kā arī kultivētā, frēzētā un tad vagotā laukā.

Ziedošajām šķirnēm statistiski ticama ziedu griešanas ietekme uz ražu netika konstatēta.

Šķirnei `Red French` bumbuļi ir krasi atšķirīgi no abām pārējām – tie ir ar vairāk izteiktām lenticelēm, bet mazāk žuburoti.

`Red French` nozīmīgi atšķirās no pārējiem vasas garuma ziņā – vidēji 2.32 m; savukārt `Dag Neutral` un Lāču klons garuma ziņā bija nozīmīgi zemāki – attiecīgi 1.8 un 1.73 m.

Augstāks inulīna saturs ir `Red French` šķirnes bumbuļos (61.5%), Lāču klonā tas ir 60.49%, šķirnes `Dag Neutral` bumbuļos 51.88%.

Literatūra

1. S.Klug-Andersen, (1992), Jerusalem Artichoke: a vegetable crop growth regulation and cultivars, Acta Hort., 318, 145-152
2. N. Losavio, N. Lamascese, A.V.vonella, 1997. Water requirements and nitrogen fertilization in Jerusalem artichoke grown under Mediterranean conditions., Acta Hort., 449, 205-209.
3. G. De Mastro, G. Manolio and V. Marzi, (2004), Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Chicory (*Cichorium intybus* L.): Potential Crops for Inulin Production in the Mediterranean Area, Acta Hort., 692, 365 – 374
4. M.E. Ragab, Kh. A. Okasha, I.I.El-Oksh and N.M.Ibrahim, (2003), Effect of Cultivar and Location on Yield, Tuber Quality and Storability of Jerusalem Artichoke, Acta Hort.620, 103 – 111

TURF GRASS DISEASES ON THE GOLF COURSES OF LATVIA ZĀLIENA SLIMĪBAS GOLFA LAUKUMOS LATVIJĀ

Rancane R.

Latvijas augu aizsardzības centrs, Lielvārdes iela 36/38, Rīga, Latvija, LV-1006
Latvian Plant Protection Research Centre, Lielvārdes iela 36/38, Riga, Latvia, LV – 1006
phone: + 371 7553764, e-mail: regina.rancane@laapc.lv

Abstract

The aim of research work was to determine the most widespread turf grass diseases on golf courses, identify the causal agents under Latvian conditions and to analyze the peculiarities of the disease development during the vegetation season. The incidence of the diseases was determined during the vegetation season. For the detection of pathogens specific methods were used.

Pink snow mold (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C.Hallett), root and foot rot (complex infection of *Rhizoctonia solani* Kuhn and *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc), fairy rings (mainly *Marasmius oreades*), and red thread (*Laetisaria fuciformis* (McAlpine) Burdsall) were identified. Localized dry spots (non-parasitic disease) were also detected.

Pink snow mold symptoms were observed at the beginning of April on all golf courses. During June–July, the rate of infection decreased. In the August distribution of snow mold on the golf course “Ozo” was observed. On the golf courses “Viesturi” and “Denderi” the rate of snow mold infection increased during September and October.

The root and foot rot was observed for first time in June on the golf course “Denderi” and in September on the golf course “Ozo”. The disease was widely distributed in October. On the golf course “Viesturi” root and foot rot was not noted.

The most serious injuries of localized dry spots were observed during June – October on the golf course “Viesturi” and during September on “Ozo”. On the golf course “Denderi” localized dry spots were not noted.

Following the research results it can be concluded that the most important diseases of turf grass under conditions of Latvia are pink snow mould, root and foot rot, and also dry spots.

Key words

Turf grass diseases, golf course, green

Ievads

Golfa zālienos sastopamās slimības, atkarībā no to ekoloģijas, var iedalīt vairākās grupās: sniega pelējums, sakņu un stiebra pamatnes puves, dzinumu un lapu puves, lapu plankumainības. Postīgākās un grūtāk ierobežojamās ir sakņu un stiebra pamatnes puves, pie šīs grupas pieder: brūnā stiebra pamatnes puve (ier. *Rhizoctonia solani*), dzeltenā stiebra pamatnes puve (ier. *Rhizoctonia solani* patotips AG – D), sarkanā puve (ier. *Pythium aphanidermatum*), *Pythium* ģints

sēņu ierosinātais sniega pelējums, parastā sakņu un stiebra pamatnes puve (ier. *Gaeumannomyces graminis*. var. *avenae*) un fuzariozes (ier. *Fusarium* spp.) (James, 1997; Simley, 2005).

Sniega pelējumu grupai pieder: sārtais sniega pelējums (ier. *Microdochium nivale*), pelēkais sniega pelējums (ier. *Typhula incarnata*) (James, 1997; Simley, 2005; Mortenson, 2003).

Pie dzinumu un lapu puvēm literatūrā visbiežāk minētas 3 slimības: baltā puve (ier. *Mycrosclerotinia borealis*), sarkanā puve (ier. *Laetisaria fuciformis*), sārtā puve (ier. *Limonomyces roseipellis*) (James, 1997; Simley, 2005).

Lapu plankumainība (ier. *Sclerotinia homoeocarpa*), iedegas (ier. *Colletotrichum graminicola*), raganu riņķi, kurus var ierosināt 40 sēņu sugas, pieder pie lapu plankumainībām (Smith, 1965; James, 1997).

Zālienā bojājumi veidojas ne tikai sēņu ierosinātās slimības, bet arī neparazitāras saslimšanas gadījumā. Neparazitārās slimības ierosina dažādi nelabvēlīgi augšanas apstākļi vai fizioloģiska rakstura traucējumi.

Pētījumu mērķis bija identificēt Latvijā izplatītākās zāliena slimības golfa laukumos un pētīt to attīstības īpatnības.

Materiāli un metodes

Golfa laukumos ir vismaz 4 zāliena veidi: grīns (*green*), izsitienvietas (*tee*), spēlēšanas ceļš (*fairway*), garāka, rupjāka zāle (*rough*).

Parasti sporta zāliens tiek sēts tūrā smiltī, kurā kūdras piemaisījums nav lielāks par 10 %. Zāles sēklu izsējas norma grīnam - 15 g m⁻². Pamatmēslojumā iestrādā kompleksos minerālmēslus, kur NPK 10:10:20, deva 300 – 400 kg ha⁻¹. Atbilstoši prasībām grīna zāliens tiek pļauts katru dienu apmēram 3 milimetru augstumā. Augiem tas veicina mehāniskā stresa veidošanos, tādēļ izturība pret slimībām pazeminās.

Slimību sastopamība un izplatība vērtēta trīs lielākajos golfa laukumos Latvijā, kuri savā starpā ir ļoti atšķirīgi, it īpaši pēc mikroklimata. Golfa laukums „Ozo” atrodas Aplokciemā, Ķīšežera krastā, „Viesturi” - Jaunmārupē Rīgas rajonā, „Denderi” - Valmieras rajona Vaidavas pagastā. Golfa laukumos noteikta slimību izplatība katrā grīnā, izsakot bojātā zāliena platību procentos no grīna kopējās platības. Slimības lauka apstākļos noteiktas vizuāli, novērojot to pazīmes un bojātās zāles īpatnības. Vispārējie lauka novērojumi un uzskaites veiktas 2005. gadā no aprīļa līdz novembrim. Vērtējumu biežums variēja atkarībā no infekcijas pakāpes konkrētajā laika periodā. Kopumā katrā golfa laukumā veikti 8 vērtējumi, novērtēti 33 grīni. Regulāri no slimību bojātajiem plankumiem ņemti paraugi slimību ierosinātāju identifikācijai.

Slimību ierosinātājus galvenokārt nosaka pēc to morfoloģiskajām pazīmēm. Galvenās no tām ir patogēna sporu forma, šķērssienu skaits, lielums, citās pazīmes. Būtiska pazīme ir micēlija attīstība uz noteiktām barotnēm un barotnes krāsošanās (Malcolm, 1997; Билай, 1977). Sporas uz bojātajiem audiem ne vienmēr ir atrodamas, tādēļ ir nepieciešams sēnes izdalīt tīrkultūrā uz mikrobioloģiskajām barotnēm. Sēņu izdalīšanai tīrkultūrā tika izmantotas dažādas mikrobioloģiskās barotnes: kartupeļu - dekstrozes, kartupeļu - agara (pH 7.0), kartupeļu - agara (pH 5.5), iesala agara, ūdens agara un minerāla sastāva barotne. Barotnēs regulāri vērtētas sēņu koloniju uzbūves, attīstības un krāsas īpatnības, kuras bieži vien palīdz identificēt sēnes. Patogēna identifikācijai tika aprakstīta sporu forma, šķērssienu daudzums, garums un platums (mikronos μm).

Rezultāti

2005. gada veģetācijas sezonā trīs dažādos golfa laukumos pēc vizuālajām pazīmēm tika konstatētas sekojošas parazitārās un neparazitārās slimības: sakņu un stiebru pamatnes puve, sniega pelējums, raganu riņķi, sarkanā puve, sausuma plankumi.

Viena no izplatītākajām un postīgākajām golfa zāliena slimībām ir sakņu un stiebra pamatnes puve. Sakņu un stiebru pamatnes puve golfa laukumā „Denderi” pirmo reizi konstatēta jūnijā, slimība paaugstināta mitruma apstākļos izplatījās arī turpmāk. Sakņu un stiebru pamatnes puve golfa laukumā „Ozo” novērota tikai septembrī, golfa laukumā „Viesturi” slimība netika konstatēta. Sakņu un stiebra pamatnes puvi var izraisīt dažādas sēnes, tādēļ arī pazīmes var būt dažādas, bet visos gadījumos ir bojātas stiebru apakšējās daļas un parasti arī saknes. Apsekotajos golfa laukumos zālienā novēroti plankumi ar rūsganīgi brūnu nokrāsu, kuru diametrs apmēram 30

cm. Slimības bojātajās vietās vērojama zāles dzinumumu izretināšanās. Slimības ierosinātāju identifikācijai sēnes tika izdalītas tīrkultūrā. Sākotnēji no bojāto audu gabaliņiem tika iegūtas jau pēc micēlija krāsas un kolonijas struktūras atšķirīgas sēņu kolonijas, kuras pēc tam vairākkārt pārsētas uz dažādām barotnēm un pētītas to attīstības īpatnības. Uz kartupeļu dekstrozes agara vienam no patogēniem augšanas sākumā micēlijs bija balts, bet vēlāk kļuva tumši pelēks, līdz pat melns. Lai gan tika izmantotas dažādas barotnes, nevienā no tām neveidojās sporas. Mikroskopā tika novērotas tumšas, salīdzinoši biezas hifas. Tumšais micēlijs un jebkādu sporu trūkums liecina, ka ierosinātais pieder *Rhizoctonia* ģintij no *Deuteromycetes* klases. *Rhizoctonia solani* raksturīga pazīme ir paresnināto hifu zarošanās taisnā leņķī ar sašaurinājumu atzarošanās vietā un šķērssienu virs atzarojuma (Smiley, 2005; Smith, 1965).

No tiem pašiem bojāto augu paraugiem tīrkultūrā tika izdalīti izolāti, kam bija raksturīgs gaisa micēlijs un īpatnēja barotnes krāsošanās. Barotne krāsojās vienā gadījumā karmīnsarkana, otrā – oranža. Micēlijs - balts, pūkains ar sārtu vai oranžu nokrāsu. Dažādie sarkanie toņi barotnē norāda uz iespējamu *Fusarium* ģints sēņu klātbūtni. Pēc 17 dienām vairākās Petri platēs tika konstatēta oranžas krāsas sporodohiju veidošanās. Sporodohiju forma un krāsa ir raksturīga *Fusarium* ģints sēnēm. Sporas no katra varianta tika mikroskopētas, lai noteiktu *Fusarium* sugu/as. Visos gadījumos tika atrastas konīdijas ar vienu vai vairākām šķērssienu. Sporu morfoloģiskās pazīmes apstiprināja pieņēmumu, ka tās pieder *Fusarium* ģintij. Dažādu izolātu sporu vidējais garums svārstījās no 36.9 līdz 59.6 μm un platums 2.9 līdz 3.9 μm. Vidējais šķērssienu skaits 3.6 līdz 4.6. Visu izolātu sporām bija līdzīgas pēdas šūnas un pagarinātās apikālās šūnas. Apkopojot visas novērotās izolātu attīstības īpatnības un sporu morfoloģiskās pazīmes, var secināt, ka viens no sakņu un stiebra pamatnes puves ierosinātājiem ir *Fusarium avenaceum* (Билай, 1977). Veikto pētījumu rezultātā pirmo reizi Latvijā ir identificēti sakņu un stiebra pamatnes puves izraisītāji golfa zālienā. Iegūtie rezultāti sakrīt ar literatūrā esošajiem datiem par slimību ierosinātājiem mērenā klimata joslā (James, 1997).

Sniega pelējums 2005. gada pavasarī tika konstatēts visos laukumos, tikai bojājumu līmenis katrā laukumā bija atšķirīgs. Aprīlī būtiski sniega pelējuma bojājumi tika novēroti visos golfa laukumos. Vasaras sākumā tā izplatība samazinājās, jūnijā un jūlijā slimības pazīmes pazuda, bet vēlāk parādījās no jauna. Atšķirībā no golfa laukumiem „Viesturi” un „Denderi”, kur sniega pelējums parādījās septembrī, golfa laukumā „Ozo” sniega pelējums tika konstatēts jau augustā. Golfa laukumā „Viesturi” sniega pelējuma izplatība visaugstākā bija oktobrī, novembrī tā samazinājās, tādat slimības attīstībai nebija atbilstoši apstākļi. Golfa laukumā „Denderi” situācija bija pretēja – oktobrī sniega pelējums progresēja, to galvenokārt veicināja gaisa temperatūras pazemināšanās un paaugstināts gaisa un augsnes mitrums.

Pēc veiktajiem novērojumiem var secināt, ka sniega pelējuma (*Microdochium nivale*) izraisītie bojājumi vistipiskākie bija pavasarī un rudenī. Sniega pelējuma attīstības sākumam raksturīgi rūsgani plankumi, diametrs 3 – 5 cm, vēlāk plankumu diametrs sasniedz 30 – 35 cm. Plankumiem raksturīga tendence apvienoties, veidojot lielākus bojājumu laukumus. Sniega pelējuma ierosina *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C.Hallett (teleomorfa *Mongraphella nivalis* (Schaffnit) E.Müller), patogēns pieder *Ascomycota* nodalījumam. Šī patogēna raksturīga pazīme ir konīdiju veidošanās oranžas krāsas sporodohijos uz atmirušajām lapām. Vidējais konīdiju garums – 16.2 μm, platums – 3.8 μm. Mērījumi atbilst literatūrā minētajiem datiem par *Microdochium nivale* konīdiju uzbūvi un izmēriem. (James, 1997; Mortenson, 2003; Smith, 1965)

Sarkanā puve pirmoreiz konstatēta „Ozo” golfa laukumā 7. jūlijā uz spēlēšanas ceļu zāliena (*fairway*). Slimības pazīmes – vates veida sārts micēlijs. Micēlija pūkām sažūstot, tās kļuva trauslas un viegli atdalījās no zāles dzinumiem. Mikroskopējot tika atrastas *Laetisaria fuciformis* raksturīgās artrosporas (James, 1997; Smith, 1965). Artrosporas veidojas, sabrūkot hifai atsevišķās šūnās, tās ir bezkrāsainas, cilindriskas, izmēri – 5 – 10 x 15 – 25 μm. *Laetisaria fuciformis* pieder *Basidiomycota* nodalījumam, taču pagaidām sēnes auglķermeņi (bazīdiji) Latvijā vēl nav atrasti. Tomēr, raksturīgās vizuālās pazīmes, kā arī artrosporu veidošanās dod pamatu apgalvot, ka zāles puvi ierosināja *Laetisaria fuciformis*. Šis patogēns līdz šim Latvijā nebija aprakstīts.

Raganu riņķi tika konstatēti tikai golfa laukumā „Ozo” uz spēlēšanas ceļu zāliena. Slimības vizuālās pazīmes - regulāras apaļas formas plankumi, kuru diametrs 60 – 150 cm, ar tendenci apvienoties vairākiem kopā. Plankumiem krasi norobežotas tumši zaļas apmales, iekšpusē gaišāka zāle. Galvenā pazīme, pēc kuras bija iespējams identificēt slimību, bija cepurīšu sēņu attīstība

plankumu malās. Latvijas apstākļos raganu riņķus parasti ierosina cepurīšu sēnes no *Marasmius* ģints. Viena no visbiežāk sastopamajām sēnēm ir pļavas vītene (personīgās sarunas ar E. Vimbu). Šī sēne (*Marasmius oreades*) pieder *Basidiomycota* nodalījumam, *Agaricales* rindai. Tomēr ir iespējama arī citu sēņu (cepurīšsēņu un pūpēžu) augšana golfa zālienos (James, 1997; Rancane, 2005).

Sausuma plankumi golfa laukuma zālienā ir ļoti aktuāla problēma, tie veidojas galvenokārt ūdens trūkuma rezultātā atsevišķās vietās sablīvējoties velēnai, šīs parādības cēloņi nav pilnīgi izpētīti. Sausuma plankumu veidošanos nevar pilnībā novērst pat ar regulāru laistīšanu. Zālienā veidojās gaiši brūni vai dzeltenīgi brūni plankumi, kuriem raksturīga neregulāra forma un piemīt tendence apvienoties. Reizēm sausuma plankumi izkļiedēti pa visu grīnu. Sausuma plankumu pazīmes ir nespecifiskas, tos var viegli sajaukt ar parazitāro sēņu ierosinātajiem plankumiem. Tādēļ precīzai diagnostikai vēl jāpārbauda, vai bojātajos zāles audos nav sastopamas patogēnās sēnes. Sausuma plankumi golfa laukumā „Viesturi” pirmo reizi konstatēti jūnijā, bet jūlijā vairs netika novēroti. Golfa laukumos „Viesturi” un „Ozo” tie ļoti strauji izplatījās augustā un septembrī. Oktobrī sausuma plankumu izplatības līmenis golfa laukumā „Viesturi” bija visaugstākais – vidēji 23.89 m² no katra grīna kopplatības. Plankumi golfa laukumā „Denderi” novēroti tikai jūlijā.

Patogēnu identifikācija tika veikta Latvijā pirmo reizi, tādēļ ļoti iespējams, ka realitātē ir vēl citi patogēni, kas pagaidām nav identificēti.

Secinājumi

Identificēti sekojoši slimību ierosinātāji: sārtais sniega pelējums (ier. *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C.Hallett), stiebra pamatnes un sakņu puve (*Rhizoctonia solani* Kuhn un *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc), raganu riņķi (sēnes no *Agaricales* rindas), sarkanā puve (*Laetisaria fuciformis*).

Nozīmīgākās golfa zāliena slimības Latvijā 2005. gadā bija sniega pelējums un sakņu un stiebra pamatnes puve, kā arī neparazitārā slimība sausuma plankumi.

Raganu riņķi 2005. gadā nebija postīga slimība, jo plankumi grīnos būtiski nesamazināja zāliena kvalitāti. Sarkanā puve novērota tikai 7. jūlijā atsevišķās vietās uz spēlēšanas ceļu zāliena.

Golfa zāliena slimības ierosina dažādas sēnes ar dažādām ekoloģiskām prasībām, tādēļ nepieciešami tālāki pētījumi to identifikācijai un attīstības īpatnību skaidrošanai.

Izmantotā literatūra

1. James B. Beard, Toshikazu Tani (1997) Color Atlas of Turfgrass diseases, Ann Arbor Press, Michigan, USA, 245.
2. Malcolm C. Shurtleff, Charles W. Averre III (1997) The plant diseases clinic and field diagnosis of abiotic diseases, APS Press, USA, 245.
3. Mortenson K. (2003) Snow Mold. Planth Pathology, 8.
4. Rancane R. (2005) The most important turf grass diseases. XVI Symposium of mycologists and lichenologists of Baltic states, Cesis, Latvia, 45.
5. Smiley W.R., Dernoeden H.P., Clarke B.B. (2005) Compendium of turfgrass diseases. Third edition, APS Press, USA, 167.
6. Smith J. D. (1965) Fungal diseases of turf grasses. A Sports Turf Research Institute Publication, 3., 97.
7. Вилай В. И. (1977) Фузариин, Наукова думка, Киев, 441.

THE EFFECT OF SELENITE ON GROWTH AND STORAGE OF ONIONS

Zēgnere L., Alsina I.

Latvia University of Agriculture, 2 Liela iela, Jelgava, LV-3001, Latvia
phone: +371 63010612, Ina.Alsina@llu.lv

Abstract

Three year trials were carried out to evaluate the growth, development and storage of onion cultivars ‘Stuttgarter Riesen’, ‘Red Baron’ and ‘Snow Ball’. The growth experiments were placed at the experimental field and in a greenhouse of Institute of Soil and Plant Sciences Latvia University of

Agriculture. During the growth season onions were treated with sodium- or iron selenite, 50 mg m⁻², 100 mg m⁻² or 200 mg m⁻². Controls were without selenite application. The length and weight of onion leaves was determined during plant growth. Fresh and dry weight was registered at harvest. Onion bulbs were stored at different temperatures: +5 °C, +15 °C or +25 °C. The loss of weight during storage was recorded.

The results showed that the weight of onions and the weight and length of depend on cultivar's feature. Sodium- or iron selenite had no significant influence on the parameters of the onion leaves. Onions of the cultivar '*Stuttgarter Riesen*' had the highest weight, and '*Snow Ball*' had the lightest ones. There were significant differences in content of dry matter between cultivars. No significant effect of selenite was observed in onions grown in the greenhouse. A positive correlation was observed between storage temperature and weight loss of the onions bulbs during storage. The onion bulbs quality on storage depended on the cultivar. Onions dressed with small and medium doses of selenite lost less weight in comparison with control.

Key words

Onion, *Allium cepa*, iron selenite, sodium selenite, growth, storage

Introduction

Selenium is a trace element that is essential to good health but is required only in small amounts. Selenium is found in selenoproteins which are important antioxidant enzymes. The antioxidant properties of the selenoproteins prevent cellular damage from free radicals that may contribute to the development of chronic diseases such as cancer, heart disease, hypothyroidism. Selenium deficiency does not usually cause illness by itself. Rather, it can make the body more susceptible to illnesses caused by nutritional, biochemical or infectious stresses (Thomson, 2004; Surai, 2006; Goldhaber, 2003).

The soils of Latvia contain 0.054-0.34 mg kg⁻¹ of selenium (Ермаков, Ковальский, 1974). Soil is considered "selenium deficient" when there is less than 0.5 mg of selenium per kg of soil. The blood levels of selenium of Latvian people average to 0.6 μmol L⁻¹, compared to the normal 1.51-2.91 μmol L⁻¹. Data shows that the average Latvian inhabitant suffers from selenium deficiency (Čerņevskis, 2004).

Plants are the major dietary sources of selenium. The content of selenium in food depends on the selenium content of the soil where plants are grown. Different plant families differ in their ability to accumulate selenium. Literature data show that *Allium* and *Cruciferaeae* vegetables accumulate selenium (Milan, 1995).

Materials and Methods

Experiments were carried out in 2005 -2007 at the Institute of Soil and plant Sciences, Latvia University of Agriculture for investigation of the effect of sodium- and iron selenite on the growth and storage of onions. Onion varieties '*Stuttgarter Riesen*', '*Red Baron*' and '*Snow Ball*' were grown and harvested after 110 days of vegetation. Field and vegetation (pot) experiments were designed.

Field experiments in 4 replicas were placed in loamy sand with the following mineral element content in mg L⁻¹: P 262, K 270, Ca 19,6·10³, Mg 3000, S 78, Fe 1475, Mn 130, Zn 18,5, Cu 5,2, Mo 0,03, B <0,1 mg L⁻¹. Iron selenite, FeSeO₃, was applied at planting: 50, 100 or 200 mg m⁻² (designed in the Figures as Fe50, Fe100 and Fe200 respectively). For equable dispersion iron selenite was mixed with quartz sand. Sodium selenite (Na₂SeO₃) was given in the same doses the month before harvesting (in Figures variants Na50, Na100, Na200 respectively). Control- plants without selenite treatment. All plots were fertilized with KEMIRA 10:10:20 - 20 mg m⁻² and dressed with the same dose of fertiliser after one month of onion growth.

Vegetation experiments were placed in 6 L pots with neutralized peat and fertilized with KEMIRA 10:10:20 1 g per 1 L of peat. Calculated doses - 1.57 mg, 3.14 mg or 6.28 mg of selenite per pot were used. Control- without selenite. Iron selenite was mixed with quartz sand, but sodium selenite (Na₂SeO₃) dissolved in water and added to peat after 2 weeks of vegetation. 5 seed onions were grown in one pot. During vegetation plants were twice dressed with KEMIRA 10:10:20, 0.1 g per 1 L of peat. The pots was placed in greenhouse and grown 130 days.

Plant weight, number of onion leaves and leaves weight were determined. Fresh and dry weight of onions bulbs were tested after harvest. Onion bulbs were stored at +5 °C, +15 °C and +25 °C. The loses of weight during storage were recorded.

Results and Discussion

The pot experiments showed that the length of onion leaves depends on the variety. The significantly shorter leaves were of variety 'Snow ball'. This conformity lasted all period of vegetation. Variety 'Stuttgarter Riesen' had the largest leaves. There were no significant differences between 'Stuttgarter Riesen' and 'Red Baron' (Fig.1 and Fig.2).

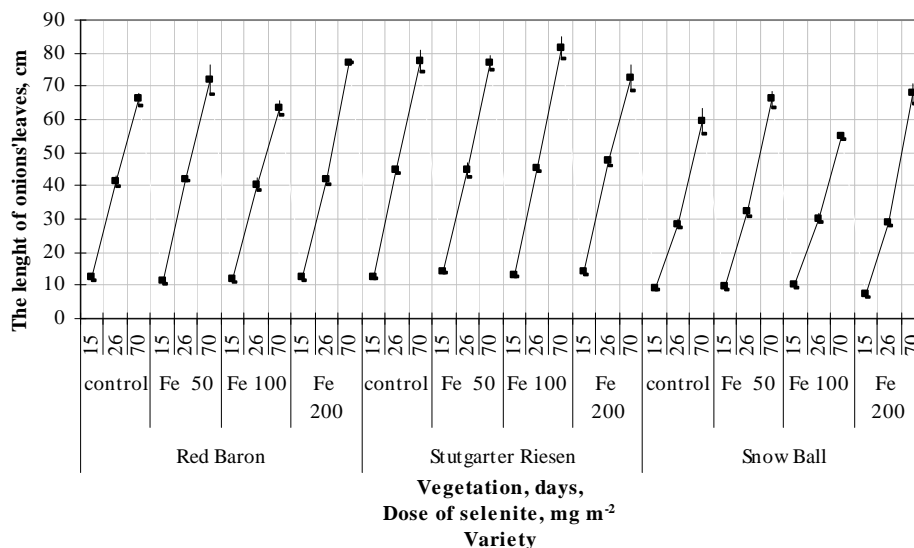


Figure 1. The effect of iron selenite on the length of onion leaves, cm.

There were no statistically significant differences between different selenium treatments. In average, the better results are obtained with iron selenite in comparison to sodium selenite.

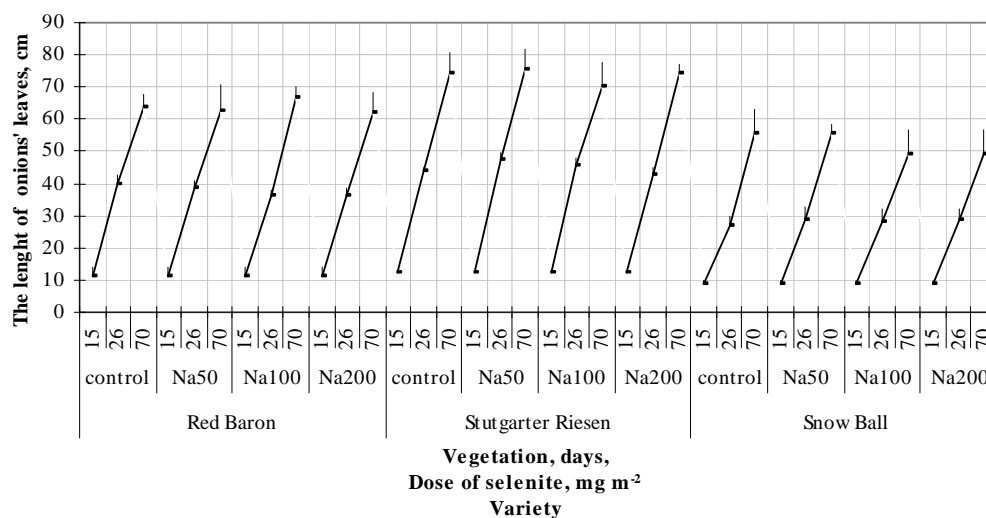


Figure 2. The effect of sodium selenite on the length of onion leaves, cm.

The onions in field conditions had shorter leaves than in the pot experiments. 'Red Baron' was shorter by 23.1 %, 'Stuttgarter Riesen' - 30.8 % and 'Snow ball' by 38.1 %. The length of leaves of the

first two varieties is similar, but 'Snow ball' had 28.1 % shorter leaves in comparison with 'Red Baron' and 'Stuttgarter Riesen'.

Significant differences between selenium treatments and control were not observed. A correlation between the onions leaves weight and length was observed. The coefficient of correlation for greenhouse onions was 0.682 for 'Red Baron', 0.969 - 'Stuttgarter Riesen' and 0.837- 'Snow ball', and for field onions 0.927, 0.935 and 0.963 respectively.

The harvest weight of onion bulbs depended on cultivar. The heaviest bulbs had 'Stuttgarter Riesen'. They weighed 12.9 % more than 'Red Baron' and 44.8 % more than 'Snow ball'. The onions grown in greenhouse were 24.9 % heavier than the field ones. (Fig. 3) The statistical analysis of data showed that the differences between cultivars were significant in the greenhouse experiments. In field only 'Snow ball' had less yield in comparison with the other two varieties.

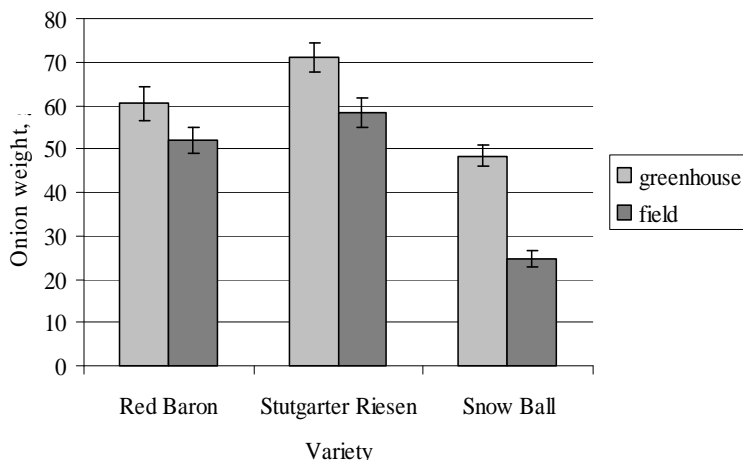


Figure 3. The weight of onion bulbs of different cultivars, g

The average dry matter content in greenhouse onion bulbs was 15.5%, in comparison with 14.5% in onions grown in field. 'Snow ball' had the less amount of dry matter too, it was in average 14.0 % at field and 13.8 % in greenhouse. It is significantly less than 'Red Baron' in both growing conditions (15.6% dry matter at field and 16.8% in greenhouse onions) and 'Stuttgarter Riesen' in greenhouse conditions (16.4 %). The significant differences between 'Stuttgarter Riesen' and 'Red Baron' in dry matter content were not observed.

It was found from the growth experiments that the average weight of the onion bulb increased in presence of selenite (see Fig.4).

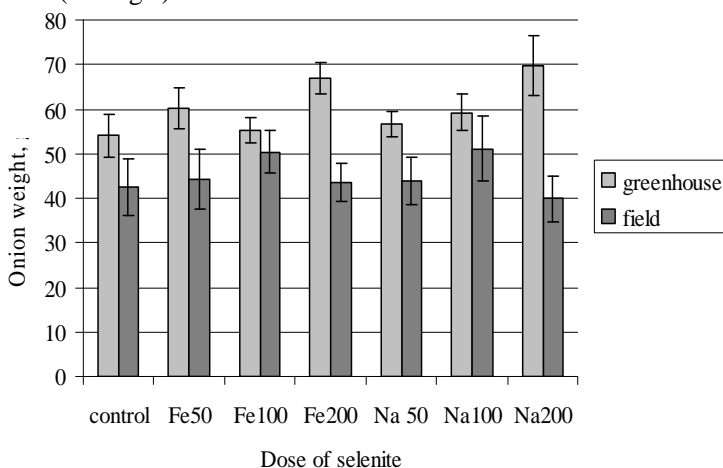


Figure 4. The effect of selenite on the onion bulb weight, g

A statistically significant weight increase was observed in the greenhouse experiments for plants given 200 mg m⁻² selenite or 6.28 mg per pot. Plants treated with sodium selenite showed positive correlation between selenite dose and bulb weight. In the field experiments the largest weight was observed for the dose 100 mg m⁻² for both iron and sodium selenite, see Fig. 4.

The dry weight of greenhouse grown onion did not depend on the selenite dose given. A statistically non-significant finding was that onions given iron selenite had slightly lower average dry weight than those dressed with sodium selenite. In the field grown onions a significant increase in the dry weight was found for all variants when the plants were given a dose of 100 mg m⁻² of iron selenite.

The storage quality of the onion bulbs did depend on the storage temperature as well as the cultivar, see Figures 5 and 6. For onions grown in the greenhouse a correlation between storage temperature and loss of weight was observed. Differences between loss of weight were significant at all storage temperatures. In the field grown onions there was less variation in the loss of weight. The best storage was at 5 °C, but no statistical significant differences between storage at 15 and 25 °C were observed.

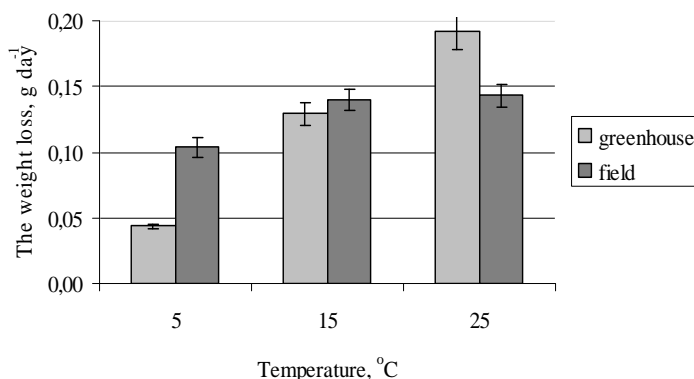


Figure 5. The effect storage temperature on the weight loss of onion bulbs, g per day

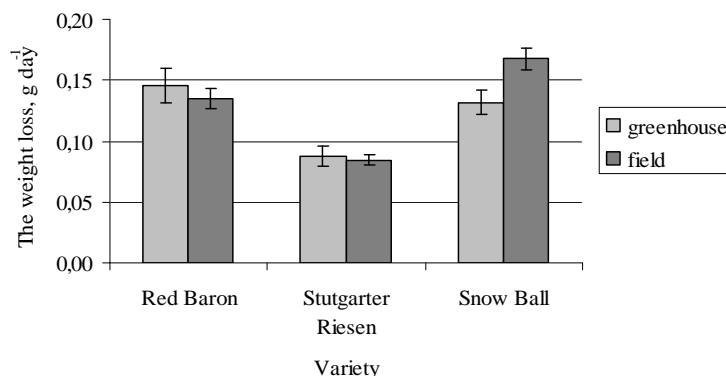


Figure 6. The weight loss of onion bulbs of different cultivars, g per day

The best storage parameters were found for onion bulbs of the cultivar '*Stuttgarter Riesen*' where the loss of weight was independent of the growing conditions and was less than 0.1 g per day. Bulbs of the cultivar '*Red Baron*' on the average lost 0.14 grams per day and even though the differences between the growing variants were not significant, the tendency was observed that onions grown in the field had better storage than onion bulbs from the greenhouse. The largest weight loss average was found for cultivar '*Snow Ball*'. Here significant differences were found between onions grown in the field or in the greenhouse. The major loss of weight can be explained by the lower dry matter content of the onion bulbs at the harvest.

It was found from the experiments that onions grown in the greenhouse with doses of 1.57 mg, 3.14 mg per pot corresponding to 50 and 100 mg m⁻² in field experiments had significantly less bulb

loss of weight during storage. A similar correlation was observed for onions grown in the field with the dose 50 mg m⁻² of sodium selenite(Fig.7.) .

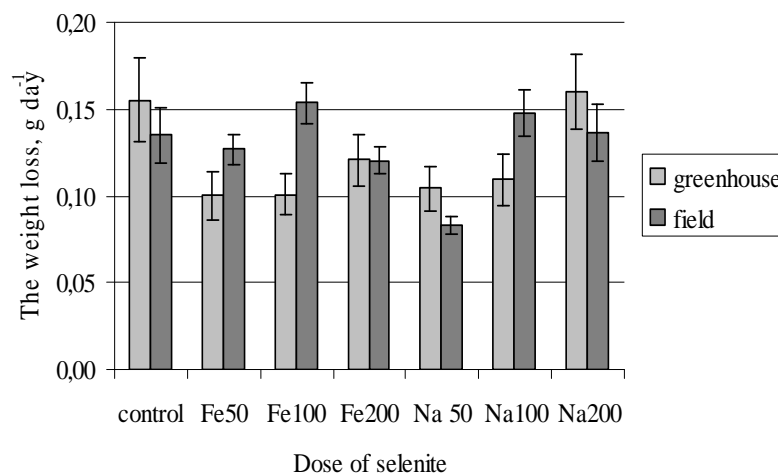


Figure 7. The effect of selenite on the onion bulbs weight loss, g per day

For the rest of the experimental variants no significant change in the loss of bulb weight during storage was found in relation to the dose of iron selenite.

Conclusions

The weight and dry matter of onion bulbs, the weight and length of onion leaves, and the weight loss of the bulbs during storage depend on cultivar's feature.

Sodium or iron selenite had no significant effect on the parameters of onion leaves.

A statistically significant onion bulb weight increase was observed in the greenhouse experiments for plants given 200 mg m⁻² selenite.

Positive correlation between sodium selenite dose and bulb weight was observed for pot grown onions.

The positive correlation between storage temperature and the onion bulb weight loses during storage were observed.

Onions dressed with small and medium dose of selenite (50 and 100 mg m⁻²) lost less weight in comparison with the control.

References

1. Thomson CD. (2004) Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review Eur J Clin Nutr;58:391-402.
2. Surai P.F. (2006) Selenium in Nutrition and Health, Nottingham University Press, 974.
3. Goldhaber SB. (2003) Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. Regulatory Toxicology and Pharmacology.;38:232-42.
4. Ермаков В.В.,Ковальский В.В.(1974) Биологическое значение селена Москва, Наука, 300.
5. H.Čerņevskis (2004) Minerālvielas un mikroelementi cilvēka organismā Rīga, 112.
6. Milan I.,(1995) Chapter E., Metals and Other Elements at Trace Levels in Foods // AOAC Official Methods of Analysis.

GARŠAUGU ĢENĒTISKIE RESURSI LATVIJĀ GENETIC RESOURCES OF CULINARY HERBS IN LATVIA

Žukauska I.

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lielā iela 2, Jelgava, Latvija, LV-3001
Latvia University of Agriculture, Institute of Agrobiotechnology, Liela iela 2, Jelgava, Latvia
phone:+371 3005677, e-mail: ieva.zukauska@llu.lv

Abstract

Collections of both wild and cultivated aromatic and medicinal species are maintained in the Institute of Agrobiotechnology of Latvia University of Agriculture (LUA). The genetic resources of culinary herbs have not been inventoried in Latvia. At the same time our activities are concentrated on a selection priority list of species accompanied by background information on the selection criteria used. Basic information about the most important culinary herbs used in our country in different centuries was collected. According to this information, local and foreign wild and cultivated species, which historically were used as culinary herbs and were multiplied vegetatively, were approved as genetic resources. At present the *ex situ* collection is represented by 100 accessions representing 13 genus: lemon balm (*Melissa officinalis*), southernwood (*Artemisia abrothanum*), tarragon (*Artemisia dracunculus*), hyssop (*Hyssopus officinalis*), catmint (*Nepeta catarica*), spearmint (*Mentha spicata*), lavender (*Lavandula angustifolia*), bear's garlic (*Allium ursinum*), lovage (*Levisticum officinale*), thyme (*Thymus serpyllum*, *Thymus pullegioides*), peppermint (*Mentha x piperita*), oregano (*Origanum vulgare*). The main priorities in the conservation of the genetic resources of culinary herbs are: an inventory of existing collections and selection of plants for *ex situ* conservation, to establish a characterization and evaluation system at the propagation and maintenance sites, adapt existing or develop new descriptor lists, the investigation of the obtained material, development of a database and participation in research on biodiversity conservation.

Key words

Aromatic and medicinal plants, culinary herbs, genetic resources, biodiversity

Ievads

Dabas ģenētiskie resursi ir visas cilvēces kopējā bagātība, tāpēc ģenētisko resursu apzināšanai un novērtēšanai, saglabāšanas un iespējamās izmantošanas jautājumiem pasaulē velta ļoti lielu uzmanību, jo bioloģiskā un ģenētiskā daudzveidība ir svarīgs nosacījums lauksaimnieciskās ražošanas un lauku vides ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai. Latvija ir ratificējusi nozīmīgākos starptautiskos juridiskos aktus saistībā ar ģenētiskajiem resursiem. Līdz ar to visi noteikumi, kas deklarēti šajos dokumentos, ir saistoši arī mūsu valstij. Balstoties uz šiem juridiskajiem aktiem, Latvijas Saeima ir pieņēmusi vairākus nacionālās likumdošanas tiesību aktus un programmas, bet Ministru kabinets – MK noteikumus par atsevišķām nozarēm

Programma „Lauksaimniecībā un pārtikā izmantojamo kultūraugu un tiem radniecīgo savvaļas sugu, lauksaimniecības dzīvnieku, mežu un zivju ģenētisko resursu ilgtermiņa saglabāšanas un ilgtspējīgas izmantošanas programma 2006. – 2009.gadam” izstrādāta Latvijas valsts starptautisko saistību izpildei. Rīcības plāns paredz izveidot lauksaimniecības un pārtikas augu, lauksaimniecības dzīvnieku un zivju ģenētisko resursu saglabāšanas sistēmu, izstrādājot normatīvos aktus likumdošanas sakārtošanai par lauksaimniecības augu un dzīvnieku ģenētisko resursu saglabāšanu. Programmas uzdevums ir nodrošināt Latvijas starptautisko saistību un ES prasību izpildi lauksaimniecības un pārtikas kultūraugu un tiem radniecīgo savvaļas sugu, lauksaimniecības dzīvnieku, mežu un zivju ģenētisko resursu ilgtermiņa saglabāšanā nākamajām paaudzēm, kā arī ilgtspējīgā to izmantošanā tautsaimniecībā, zinātnē un izglītībā.

Aromātisko un ārstniecības augu ģenētiskie resursi ir vietējas izcelsmes vai arī citzemju sugas, kuras ilgstoši audzētas un izmantotas Latvijā. Garšaugu ģenētiskajiem resursiem pieskaitāmas kultivētās sugas, kā arī to savvaļas radniecīgās vai izejas formas, kuras piemērojušās Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem

Garšaugu ģenētisko resursu saglabāšana, dokumentēšana, raksturošana un izpēte jāveic pēc principiem, kuri sekmētu vienotas sistēmas izveidi lauksaimniecības un pārtikas kultūraugu, un tiem radniecīgo savvaļas sugu, lauksaimniecības dzīvnieku, mežu un zivju ģenētisko resursu saglabāšanai, dokumentēšanai, raksturošanai un izpētei.

Garšaugu ģenētisko resursu situācijas raksturojums.

Pasaules praksē garšaugus pieņemts attiecināt uz aromātisko un ārstniecības augu grupu, pie tam ietverot galvenokārt tikai lakstaugus.

Aromātisko un ārstniecības augu grupas augu pielietojums nav viennozīmīgs. Vieni un tie paši augi izmantojami dažādās jomās: kā garšaugi, ārstniecības augi, dekoratīvie augi, bišu ziedaugi, tātad attiecināmi uz vairākām klasifikācijas apakšgrupām. Augu piederību konkrētai grupai nosaka to bioķīmiskais sastāvs un izmantošanas mērķis. Pārtikā pielietojam aromātisko un ārstniecības augu grupas pārstāvjus - garšaugus. Krasas robežas starp garšaugiem un ārstniecības augiem nepastāv. Būtiskākā atšķirība starp garšaugiem un ārstniecības augiem ir to bioķīmiskais sastāvs. Garšaugu grupā ietilpst tie augi, kuru bioķīmiskais sastāvs un organoleptiskās īpašības piemērotas uzturam, bet pats galvenais, tie nesatur indīgas vielas. Ārstniecības augi pēc sava bioķīmiskā sastāva, izmantošanas mērķa un pārstrādes gala produkta būtībā ir zāles. Šajā grupā sastopami arī indīgi augi. Varētu teikt arī tā, ka katrs garšaugš ir arī ārstniecības augs, bet ne katrs ārstniecības augs var būt garšaugš. Lietojot uzturā garšaugus, cilvēks šo ārstniecības devu saņem ar uzturu

Lai arī garšaugu kolekcijas Latvijā nav jaunums un tām ir sava vēsture, mērķtiecīgi garšaugu ģenētisko resursu kolekcijas nav veidotas. Kolekciju veidošanas mērķis bijis sugu prezentēšana, interesentu izglītošana un garšaugu stādījumu iekārtošana pašapgādei. Pārtikā izmantojamo aromātisko un ārstniecības augu sugu pētījumi ģenētisko resursu kontekstā Latvijā nav veikti.. Informācija par garšaugu ģenētisko resursu atrašanās vietām un saglabāšanos ir minimāla.

LLU Lauksaimniecības fakultātes Agrobiotehnoloģijas institūtā esošā kolekcija veidota kā aromātisko augu un ārstniecības augu ģenētisko daudzveidību reprezentējoša kolekcija. Atsevišķi aromātisko un ārstniecības augu ģenētiskie resursu paraugi glabājas arī Nacionālajā botāniskajā dārzā, LU Botāniskajā dārzā, Bulduru dārzkopības vidusskolā un privātās kolekcijās. Šajās kolekcijās sugu sortiments ir visai plašs. Kolekciju veidošanas mērķis galvenokārt bijis sugu kā tādu prezentēšana un interesentu izglītošana. Kolekciju materiāla ieguve bijusi ļoti daudzveidīga, tādēļ to izvērtēšana ir problemātiska, bet ne neiespējama. Botāniskajos dārzos nelielos apmēros tiek veikta arī šo sugu bioloģisko īpatnību pētīšana. Dažas daudzgadīgo, veģetatīvi pavairojamo garšaugu sugas kolekcijās atrodas vairākus gadu desmitus un pētījumu ceļā būtu lietderīgi tās izvērtēt. Atsevišķas savvaļas sugas tiek saglabātas arī *in situ*.

Līdz ar Latvijas iestāšanos ES, jautājums par garšaugu ģenētiskajiem resursiem aktualizējies. Lai pētītu garšaugu ģenētisko resursu ilgtermiņa saglabāšanas un ilgtspējīgas izmantošanas iespējas, ir svarīgi izvirzīt kritērijus, pēc kuriem sugas būtu pieskaitāmas garšaugu ģenētiskajiem resursiem. Par laukaugu, dārzenū, augļaugu un ogulāju ģenētiskajiem resursiem tiek uzskatītas Latvijā izveidotās šķirnes, no citu valstu ģēnu bankām vai kolekcijām repatriētās Latvijas izcelsmes šķirnes, kā arī Latvijā izveidoti vai izdalīti kloni un elites hibrīdi ar vērtīgām kvantitatīvām vai kvalitatīvām īpašībām, vietējās tautas selekcijas šķirnes, tai skaitā ilgstoši, vairāk nekā 100 gadus audzētas, neskaidras izcelsmes šķirnes.

Attiecinot šos kritērijus uz garšaugiem, problemātiski ir konstatēt garšaugu Latvijas izcelsmi. Zināms, ka garšaugu sugas pie mums galvenokārt ienākušas no citām zemēm, piemēram, Vācijas. Laika gaitā tās piemērojušās Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem un daudzus gadu desmitus lietotas uzturā. Šķirnes garšaugiem, izņemot ķimenēm, Latvijā nav veidotas. Tādēļ garšaugiem apzīmējums „Latvijas izcelsmes” ir visai nosacīts.

Garšaugu audzēšanas un izmantošanas vēsturiskie aspekti Latvijā.

Jautājuma skaidrošana uzsākta ar pieejamās vēsturiskās informācijas izvērtēšanu par garšaugu audzēšanu un izmantošanu iepriekšējos laika periodos Latvijā. Kā liecina tautas folklorā un Latvju dainās, mūsu senči jau senatnē pazinūši un lietojuši uzturā dažādus garšaugus (vircaugi, baudvielu augi). Dainās minēti tādi garšaugi kā maģones, ķimenes, krūzmētras, izops, lupstājs, dievkociņš, māršils un raudenes, kā arī citi kultūraugi un savvaļas augi (Latvju tautas dainas, 1928).

Garšaugu audzēšana cieši saistīta ar ārstniecības augu audzēšanas nozares izveidošanos Latvijā. 1919.gadā, nodibinoties patstāvīgai valstij, Latvijas farmaceitu kongresā tiek atzīta ārstniecības augu audzēšanas nepieciešamība. Ar 1920. gadu garšaugu un ārstniecības augu audzēšanu uzsāk pētījumu saimniecībā Rāmavā. 1922.gadā Farmakognoziņas institūtā nodibina garšaugu un ārstniecības augu izmēģinājumu un paraugdārzniecībā Dreiliņos, pēc tam Rīgā. Ārstniecības augus sāk audzēt pie lauksaimniecības un dārzkopības skolām Priekuļos, Malnavā, Bulduros, Bornsmindē un valsts Rudzu kroga dārzniecībā. 1928.gadā kolekciju no Rāmavas pārceļ uz tolaik izmēģinājumu un praktisko darbu saimniecību Vecauci. 1934. gadā, līdz ar aizsargmuitas ieviešanu augiem, kuri pietiekami labi aug mūsu agroklimatiskajos apstākļos, ārstniecības un garšaugu audzēšana kļūst par ienesīgu ražošanas nozari un 1938. gadā ārstniecības un garšaugu audzēšanas platības ir 614,88 ha, no tām 550,04 ha tiek audzēti garšaugi. Garšaugu kultivēšana tolaik notikusi visai plašā valsts teritorijā: Bauskas, Jelgavas, Rīgas, Valmieras, Valkas, Talsu, Jēkabpils, Kuldīgas, Cēsu, Ludzas, Madonas, Tukuma, Liepājas, Daugavpils valsts aprinķos (Sigate L., 1939). 1938./39. gadā 20 dažādu sugu ārstniecības augu drogas tiek eksportētas uz Vāciju, Zviedriju, Igauniju un citām zemēm (Pakalns D., 1992).

Dārzkopības un biškopības žurnālā 1938.gadā uzpērkamo ārstniecības augu un garšaugu sarakstā minēts visai plašs garšaugu klāsts: gurķene (*Borago officinalis* L.), bišumētras (*Melissa officinalis* L.), krūzmētras (*Mentha crispa* L.), piparmētras (*Mentha x piperita* L.), salvijas (*Salvia officinalis* L.), anīss (*Pimpinella anisum* L.), ķimenes (*Carum carvi* L.), koriandrs (*Coriandrum sativum* L.), fenhelis (*Foeniculum vulgare* L.), dievkociņš (*Artemisia abrothanum* L.), baziliks (*Ocimum basilicum* L.), estragons (*Artemisia dracunculus* L.), izops (*Hyssopus officinalis* L.), lupstājs (*Livisticum officinale* L.), majorāns (*Majorana hortensis* L.), raudene (*Origanum vulgare* L.), māršils (*Thymus serpyllum* L.).

Starptautiskā sadarbība un pieredze garšaugu ģenētisko resursu saglabāšanā un izpētē.

Pētījumi par garšaugu ģenētiskajiem resursiem Latvijā uzskatāmi par novitāti. Tādēļ svarīgi ir iepazīties ar citu valstu pieredzi. Informācija aromātisko un ārstniecības augu grupas ģenētisko resursu saglabāšanā un ilgspejīgā izmantošanā dažādās valstīs iegūta autorei piedaloties aromātisko un ārstniecības augu ģenētisko resursu darba grupas sanāksmēs Gozd Martuljek Slovēnijā 2002. gadā un Strumica, Maķedonijā 2004. gadā, kā arī savstarpējā informācijas apmaiņā starp aromātisko un ārstniecības augu pētniekiem.

Lai arī ārstniecības un aromātisko augu izmantošana, audzēšana un aizsardzība Eiropas valstīs pazīstama jau sen, jautājums par šīs grupas augiem kā ģenētiskajiem resursiem ir salīdzinoši jauns. Ziemeļvalstu gēnu bankā garšaugu un ārstniecības ģenētisko resursu darba grupa savas aktivitātes uzsāka 1985. gadā. Darba grupas pētnieku darbības rezultātā tika veikti atsevišķu sugu izplatības un bioloģiskās daudzveidības apzināšana, ķīmiskā sastāva pētījumi, kā arī izstrādātas rekomendācijas ģenētisko resursu saglabāšanā. Vairāku garšaugu un ārstniecības augu sugu paraugi tika ievietoti Ziemeļvalstu Gēnu bankā. Diemžēl materiālo resursu nepietiekamības rezultātā 1993. gadā darba grupa savu darbību pārtrauca, daļēji iekļaujoties dārzena ģenētisko resursu darba grupas aktivitātēs. Pieaugot interesei par garšaugu un ārstniecības augu ģenētisko materiālu Eiropā, 2000. gadā ar Ziemeļvalstu gēnu bankas atbalstu tika uzsākts starptautiskas sadarbības projekts „Spice and medicinal plants in the Nordic and Baltic countries. Strategies for conservation of genetic resources”. Saīsināts tā starptautiskais nosaukums SPIMED (Latviskais nosaukums „Garšaugi un ārstniecības augi Ziemeļvalstīs un Baltijas valstīs. Ģenētisko resursu saglabāšanas stratēģija”). Baltijas valstis Lietuva, Igaunija, Latvija un Ziemeļvalstis (Norvēģija, Dānija, Somija, Zviedrija un Islande) 2001. gadā uzsāka darbību projektā. Projekta mērķis un uzdevumi - attīstīt minētajās valstīs *in situ* un *ex situ* stratēģiju garšaugu un aromātisko augu saglabāšanā, kolekciju izveide vai to papildināšana, kolekciju materiāla raksturošana pēc projekta dalībnieku izstrādātiem deskriptoriem, sugu saglabāšanas stratēģijas izstrāde. Projekts turpinājās piecus gadus un tā rezultāti apkopoti kopējā publikācijā 2006. gadā. Ziemeļvalstu Gēnu bankas un Baltijas valstu sadarbības projekta ietvaros izstrādāti sugu *Origanum vulgare* L. un *Thymus spp.* L. apraksti - deskriptori.

Lai nodrošinātu efektīvu informācijas apriti un veicinātu turpmāko starptautisko sadarbību, ģenētisko resursu saglabāšana, dokumentēšana, raksturošana un izpēte jāveic pēc vienotiem,

starptautiski atzītiem principiem. Valstis, izstrādājot nacionālo likumdošanu, ievēro 1992. gada 5. jūnijā Riodežaneiro pieņemto konvenciju "Par bioloģisko daudzveidību", pamatojas uz Starptautiskās Dabas un Dabas Resursu apvienības (IUCN), Pasaules Veselības (WHO) un Pasaules Dabas Fonda (WWF) direktīvu (1993. g.). Izstrādājot nacionālos dokumentus, vadās pēc Eiropas augu saglabāšanas stratēģijas (2002. g.) un citiem globāli svarīgiem dokumentiem, ietverot katra reģiona specifiskos aspektus. Tiek izmantots un ievērots "Nolikums par ārstniecības augu un garšaugu tirdzniecību Eiropas Savienības valstīs". Visas aktivitātes, kas saistītas ar aromātisko un ārstniecības augu ģenētiskiem resursiem, atbilst valstu augu ģenētisko resursu saglabāšanas un izmantošanas Nacionālajām Programmām.

Veicamie uzdevumi garšaugu ģenētisko resursu saglabāšanā un izpētē.

Analizējot un sistematizējot informāciju aromātisko un ārstniecības augu grupas ģenētisko resursu saglabāšanā un ilgtspējīgā izmantošanā dažādās valstīs, un, ņemot vērā mūsu vietējo situāciju, noteiktas prioritātes garšaugu ģenētisko resursu saglabāšanai un ilgtspējīgai izmantošanai tuvākajam laika periodam:

- definēt prioritārās sugas, kuras atbilstu garšaugu ģenētiskajiem resursiem un būtu saglabājamas;
- kolekciju un savvaļas sugu apzināšana un inventarizācija;
- pamatkolekcijas rekonstrukcija, papildinot esošos stādījumus ar zinātniskajās ekspedīcijās ievāktu materiālu;
- dubultkolekciju veidošana; vietējās datu bāzes izveide;
- datu pievienošana kopējai Latvijas ģenētisko resursu datu bāzei;
- materiāli tehniskās bāzes nodrošināšana resursu dokumentēšanai;
- augu aprakstīšana pēc deskriptoriem;
- deskriptoru izstrāde sugām, kurām to nav; augu ķīmiskā sastāva pētījumi;
- ekspedīcijās ievāktā materiāla izvērtēšana.

Garšaugu ģenētisko resursu pamatkolekcija.

LLU Agrobiotehnoloģijas institūtā esošā *ex situ* kolekcija veidota kā aromātisko augu un ārstniecības augu ģenētisko daudzveidību reprezentējoša kolekcija, kas pašreiz uzskatāma par aromātisko augu ģenētisko resursu pamatkolekciju. Tās atrašanās vietas koordinātes: 23° 45' 13"E / 56° 39' 47 "N. Kolekcija sāka veidot pagājušā gadsimta sešdesmitajos gados ar mērķi iepazīstināt studentus un interesentus ar vietējām un introducētajām garšaugu sugām, kā arī veikt pētījumus par garšaugu ekoloģiju un agrotehniku. Laika gaitā kolekcija pakāpeniski atjaunota un papildināta. 1975. gadā uz kolekciju pārvietotas arī dažas vietējās savvaļas ārstniecības un pārtikā izmantojamas augu sugas, bet ar 1994. gadu sākusies mērķtiecīga kolekcijas papildināšana ar augu ģenētiskajiem resursiem. Kolekcijā pašreiz atrodas 13 sugu 120 kloni. (1. tabula). Kolekcijā esošajām sugām, kuras definējamas kā garšaugu ģenētiskie resursi, ir zināma paraugu ieguves vieta un laiks. Garšaugu ģenētisko resursu kolekcija tiek papildināta, ievācot paraugus zinātniskajās ekspedīcijās, kā arī kontaktējoties ar dārzkopības interesentiem un privātkolekciju īpašniekiem. No 2001. - 2006. gadam, piedaloties starptautiskā projektā "Garšaugi un ārstniecības augi Ziemeļvalstīs un Baltijas valstīs. Ģenētisko resursu saglabāšanas stratēģija." un sadarbībā ar valsts subsidētu projektu "Latvijas vietējās medus bites populācijas genofonda saglabāšana", tika organizētas zinātniskas ekspedīcijas raudeņu un mārslu resursu apzināšanā un ievākšanā. Augu ievākšanā savvaļā izmantota profesores E. Muižarājas modificēta augu ievākšanas metodika.

1.tabula. Garšaugu ģenētisko resursu kolekcija, LLU Agrobiotehnoloģijas institūts, 2007.gads/
Table 1. Collection of culinary herbs genetic resources in Agrobiotechnology institute, LLU, 2007

N.p.k. No.	<i>Sugas / Species</i>	Klonu skaits / No. of accessions	Piezīmes / Notes
1.	Citronmētras (<i>Melissa officinalis</i>)	6	kloni saņemti no privātkolekcijām; veikti pētījumi par optimālāko augu audzēšanas attālumu;
2.	Dievkociņi (<i>Artemisia abrothanum</i>)	2	dārzebēglis; kloni no Lielaucenes pils parka, 1982.gads; pētījumi saistīti ar veģetatīvās pavairošanas veidiem;
3.	Estragoni (<i>Artemisia dracuncululus</i>)	3	kloni no privātkolekcijas Vecaucē, J.Laiņa privātkolekcijas, kolekcijas Mežotnē ~80.gadu sākums; pētījumi saistīti ar veģetatīvās pavairošanas veidiem;
4.	Izopi (<i>Hyssopus officinalis</i>)	3	dārzebēglis; kloni ievākti savvaļā un no kolekcijas Mežotnē; pētījumi saistīti ar augu pavairošanas un kultivēšanas iespējām;
5.	Kaķumētras (<i>Nepeta catarica</i>)	8	kloni saņemti no privātkolekcijām ; 2006.gadā izstrādāts deskriptors;
6.	Krūzmētras (<i>Mentha spicata</i>)	8	kloni saņemti no privātkolekcijām ; 2006.gadā izstrādāts deskriptors;
7.	Lavandas (<i>Lavandula angustifolia</i>)	1	klons saņemts 1975.gadā no Mežotnes kolekcijas; ziemcietības pētījumi;
8.	Lakši (<i>Allium ursinum</i>)	5	kloni ievākti savvaļā un no privātkolekcijas (J.Lainis 1978.g.) pētījumi nav uzsākti
9.	Lupstāji (<i>Levisticum officinale</i>)	3	kloni saņemti no Mežotnes kolekcijas, 1975.gads; Bulduru dārzkop.vsk.1976.g.; Jēkabpils privātkol.,1995.g.;
10.	Mārsili mazie (<i>Thymus serpyllum</i>)	14	Kloni ievākti zin.,eksp. ; klonu aprakstīšana pēc deskriptoriem; klonu sākotnēja atlase turpmākajiem pētījumiem;
11.	Mārsili lielie (<i>Thymus pullegioides</i>)	8	Kloni ievākti zin.,eksp. ; klonu aprakstīšana pēc deskriptoriem; klonu sākotnēja atlase turpmākajiem pētījumiem
12.	Piparmētras (<i>Mentha x piperita</i>)	12	kloni ievākti ekspedīcijās un saņemti no privātkolekcijām; veikti bioloģisko īpatnību novērojumi;
13.	Raudenes (<i>Origanum vulgare</i>)	45	Kloni ievākti zin.,eksp. ; klonu aprakstīšana pēc deskriptoriem; klonu sākotnēja atlase turpmākajiem pētījumiem;
Kopā/ Total		120	

Ekspedīcijās, ievācot paraugus, reģistrēta ievākšanas vieta pēc ģeogrāfiskās pozicionēšanas koordinātēm, veikts vietas topogrāfiskais apraksts, reģistrēti uz ievākšanas brīdi nosakāmie morfoloģiskie augu parametri. Iespēju robežās apzinātas arī pārējo sugu kolekcijas un ievākti paraugi ievietošanai garšaugu *ex situ* ģenētisko resursu kolekcijā. Ja kolekciju īpašniekam ir informācija par ievācamo paraugu, tā tiek fiksēta. Dokumentēšanai informācija un pases dati par raudeni (*Origanum vulgare* L.) un mārsilu (*Thymus spp*) ģenētiskajiem resursiem ir ievadīta datu bāzē. Pārējo sugu ievāktie paraugi reģistrēti tikai aromātisko un ārstniecības augu LLU

Lauksaimniecības fakultātes Agrobiotehnoloģijas institūta reģistrā. Raudēņu un mārslu paraugi arī reģistrēti Ziemeļvalstu Gēnu bankā atbilstoši starptautiskās sadarbības projektā izstrādātajiem noteikumiem.

Ziemeļvalstu Gēnu Bankas un Baltijas valstu sadarbības projekta ietvaros izstrādāti sugu *Origanum vulgare* L. descriptori (Ieva Žukauska, Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 2004) un *Thymus spp.*L. (Eva G.Thorvaldsdottir, Reikjavikas Botāniskais dārzs, Islande, 2004). Uzsākta raudēņu un mārslu klonu aprakstīšana atbilstoši izstrādātajiem descriptoriem. Balstoties uz iegūtajiem rezultātiem uzsākta raudēņu *Origanum vulgare* L. un mārslu *Thymus spp.*L. klonu sākotnēja atlase turpmākajiem pētījumiem.

Ar 2005.gadu kolekcijas saglabāšanai, izpētei un augu aprakstīšanai pēc starptautiski atzītiem descriptoriem piešķirtas valsts subsīdijas.

Projekta „Lauksaimniecībā un pārtikā izmantojamo kultūraugu un tiem radniecīgo savvaļas sugu, lauksaimniecības dzīvnieku, mežu un zivju ģenētisko resursu ilgtermiņa saglabāšanas un ilgtspējīgas izmantošanas programma 2006. – 2009. gadam” ietvaros tika izstrādāta rīcības programma, kurā secināts, ka viens no pirmajiem veicamajiem uzdevumiem, lai varētu nodrošināt sekmīgu Latvijas augu un mežu ģenētisko resursu izpēti un dokumentēšanu, ir vienotu ģenētisko resursu dažādu sugu aprakstīšanas principu un descriptoru izstrādāšana. Saskaņā ar šo programmu 2006.gadā tika izstrādāts un realizēts projekts „Lauksaimniecībā un pārtikā izmantojamo kultūraugu un mežu ģenētisko resursu descriptoru izstrāde” Tā ietvaros izstrādāti descriptori divām garšaugu sugām- krūzmētrām (*Mentha spicata* L.) un kaķumētrām (*Nepeta catarica* L.). Descriptori izveidoti latviešu un angļu valodās, tos papildinot ar paskaidrojošiem attēliem morfoloģisko pazīmju aprakstīšanai. Projektā tika izstrādāti arī ģenētisko resursu dažādu sugu aprakstīšanas principi. Pašreiz descriptori ir izstrādāti tikai četrām garšaugu sugām, tāpēc darbs šajā virzienā jāturpina.

Kopsavilkums

Aromātisko un ārstniecības augu ģenētiskie resursi ir vietējas izcelsmes vai arī citzemju sugas, kuras ilgstoši audzētas un izmantotas Latvijā. Aromātisko augu ģenētiskajiem resursiem pieskaitāmas kultivētās sugas, kā arī to savvaļas radniecīgās vai izejas formas, kuras piemērojušās Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem

Garšaugu ģenētisko resursu saglabāšana un izpēte saistīta ar lauksaimniecībā un pārtikā izmantojamo kultūraugu un tiem radniecīgo savvaļas sugu ģenētisko resursu ilgtermiņa saglabāšanu un ilgtspējīgu izmantošanu.

LLU Agrobiotehnoloģijas institūtā esošā *ex situ* kolekcija veidota kā aromātisko augu un ārstniecības augu ģenētisko daudzveidību reprezentējoša kolekcija, kas pašreiz uzskatāma kā aromātisko augu ģenētisko resursu pamatkolekcija.

Garšaugu ģenētisko resursu saglabāšana, dokumentēšana, raksturošana un izpēte jāveic pēc principiem, kuri sekmētu vienotas sistēmas izveidi lauksaimniecības un pārtikas kultūraugu, un tiem radniecīgo savvaļas sugu, lauksaimniecības dzīvnieku, mežu un zivju ģenētisko resursu saglabāšanai, dokumentēšanai, raksturošanai un izpētei.

Literatūra

- 1.Lauksaimniecībā un pārtikā izmantojamo kultūraugu un tiem radniecīgo savvaļas sugu, lauksaimniecības dzīvnieku, mežu un zivju ģenētisko resursu ilgtermiņa saglabāšanas un ilgtspējīgas izmantošanas programma 2006. – 2009.gadam http://www.mk.gov.lv/doc/2005/ZMProg_150906.doc. Resurss aprakstīts 2006. gada 15.septembrī.
2. Latvju Tautas Dainas (1928) Rīga, Literatūra, 1.sējums, 65.-192.
3. Pakalns D. (1992) Ārstniecības augi, Rīga, Avots,172.
4. Report of a Working Group om medicinal and Aromatic Plants, International Plant Genetic Resources Institute. (2004), Rome, Italy, 19-149.
5. Sigate L. Ārstniecības augu audzēšanas izveidošanās// Dārzkopības un biškopības žurnāls, 1939 Redakcija un ekspedīcija Jelgavā, Viestura piemiņas pilī, 29., 1. n-rs., 139.-140.
6. Uzperkamo ārstniecības augu un garšaugu saraksts// Dārzkopības un biškopības žurnāls, 1938, Redakcija un ekspedīcija Jelgavā, Viestura piemiņas pilī, 2.n-rs., 88.-92.

7. VA Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta atskaite projektam "Lauksaimniecībā un pārtikā izmantojamo kultūraugu un mežu ģenētisko resursu deskriptoru izstrāde", Priekuļi, 2006. gada 10. novembrī.
8. Žukauska I., Radušiene J., Asdal A., Pihlik U. (2006) Spice and Medicinal Plants in the Nordic and Baltic Countries. Conservation of Genetic Resources, Report from a Project group at the Nordic Gene Bank, Alnarp, pp. 81-91; 145-149.

AMINAL SCIENECE

LATVIJĀ AUDZĒTĀ RAPŠA PRODUKTU SASTĀVS UN BARĪBAS VĒRTĪBA RAPES, GROWING IN LATVIA, PRODUCTS NUTRITION VALUE AND COMPOSITION

¹Dulbinskis J., ¹Jemeljanovs A., ¹Šterna V., ²Lagzdiņš D.

¹LLU Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts "Sigra"/ Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine of the Latvia University of Agriculture, e-mail: sigra@lis.lv, ²SIA "Iecavnieks"/ Company "Iecavnieks" Ltd., e-mail: info@iecavnieks.lv

Abstract

EU directiveS predict that to the year 2010 biofuel must increase to 5.75 % of all of the fuel utilized. 240000 t of rapeseed necessary for this good will be grown in Latvia. Rapeseed oil is used in human nutrition also. Therefore the amount of rapeseed, as the amount of rapeseed cake will increase in the near future. Rapeseed cakes are a significant protein source for animal feed. Investigations showed that content of protein in the dry matter of rapeseed was 26.5±4.43 %, content of fat was 40.03±1.26 %, fiber 8.3±0.1 %, nonnitrogen extractives 20.5±3.65 % and 190.6±25.61 g digestible protein per kg. The content of protein of in cakes was significantly higher (p<0.05), but the content of fat lower (p<0.05) compared with rapeseed. The differences between summer and winter rapeseed are observed in chemical composition as well as in nutrition value. The content of crude protein and of degradable protein are higher but NDF and ADF are lower in summer rapeseed compared with winter rapeseed. Significant changes in the chemical composition and the nutrition value was not observed after 9 and 12 month of storage. The contamination rate with moulds and microorganisms that produced butiric acid was significantly (p<0.05) higher in summer rapeseed. Investigations showed that the content of saturate fatty acids was 18.43 %, but contained of unsaturated fatty acids - 67.3 % in rapeseed. Rapeseed cakes content 22.34 % and 72.56 % of fatty acids respectively.

Key words

Rapeseed, cakes, cows, fatty acids, milk

Ievads

Latvijas apstākļos visplašāk audzētais eļļas augs, no kura iegūst eļļu biodīzeļdegvielas ražošanai, ir rapsis (*Brassica nape*, *Brassica napus*) – krustziežu dzimtas kultūraugs, tuvs kālim. Tiek audzēts ziemas un vasaras rapsis. Eiropas Savienība ir ieteikusi audzēt glikozinolātus un erukskābi maz saturošas rapša šķirnes - OO, RT73 un citas variācijas.

Pēc eļļas ieguves no rapša sēklām ar ekstrakcijas, aukstās presēšanas u.c. metodēm pāri paliek 80 – 90 % raušu (Naghiu *et al.*, 2005).

Rapša raušus iegūst gan no vasaras, gan no ziemas rapša sēklām, tomēr ziemas rapsis tiek uzskatīts par ekoloģiski pieņemamāku, jo nezāļu apkarošanā var nelietot herbicīdus un tā iegūt bioloģiskus rapša raušus (Bugge, 2000; Kledal, 2000). *Canola* miltos ir 44 % kopproteīna, 18 % - ADF, 36 % - NDF un 92 % sausas. Bez tam milti satur mazāk kā 2 % erukskābi un vidēji 30 μmoli/g glikozinolātus un 12 % kokšķiedru. Miltos esošo proteīnu atgremotāji grūti izmanto. Autori arī norāda, ka saulespuķu spraukumos ir 10 – 15 % ADF un 45 - 50 % kopproteīna, no kura atgremotāji izmanto ap 74 % (McBride *et al.*, 1992).

Rapša rauši, iegūti ar t.s.auksto presēšanas metodi, satur 30 – 36 % kopproteīna, 10 - 14 % eļļas, 8 – 13 % kokšķiedras, 6 – 7 % koppelnu un 90 – 97 % sausas, bet rauši, kas iegūti ar karsto presēšanas metodi, satur līdz 25 % eļļas (Šimek, 2000; Mogensen, 2004; Hejtmánková, 2006). Literatūrā arī norādīts, ka milti, ko iegūst pēc eļļas izspiešanas no rapša sēklām, satur no 0.5 % līdz 10 – 14 % eļļas (Filips, 2003; Bugge, 2000).

Pēc Latvijas Lauksaimniecības Universitātes laboratorijas datiem (Osītis, 2004) Latvijā iegūtie rapša rauši saturēja 92 % sausas, NEL – 7.27 – 6.43 MJ/kg sausas, kopproteīna – 48 – 30.7 %, UIP no kopproteīna – 26.8 – 28 %, NDF – 31.5 – 34.6 %, ADF – 18.3 – 27.3 %, koptauku – 25.4 – 7.9 %, Ca – 0.72 – 0.44 %, fosfora – 1.14 – 1.03 %.

Izēdinot govīm rapša raušus, dzīvnieki uzņēma ievērojamu daudzumu ne tikai proteīnus, bet arī eļļas, un tajā starp linolskābi un linolēnskābi attiecības ir 2:1. Linolēnskābe ($18:3^{n-3}$) aizņēma 10 % no nepiesātināto taukskābju satura (Jahreis, 2006).

Schöne *et al.*, (1999) pētīja sviesta izmaiņas pēc 350 – 400 g rapša eļļas ikdienas izēdināšanas govīm un konstatēja, ka gan pienā, gan sviestā pazeminājās palmitīnskābes, bet paaugstinājās oleīnskābes saturs, tādējādi sviests bija mīkstāks un labāk smērējams. Līdzīgus rezultātus savos pētījumos ieguvuši arī Jahreis *et al.*, (2006). Tajā pat laikā kā nevēlama parādība jāuzskata rapša raušu pārdozēšana, līdz ar to novēroja liellopiem, tajā skaitā slaucamām govīm, kurām izēdināja rapša raušus ar augstu eļļas saturu, pavājinātu priekškuņģu darbību, zemāku barības sagremojamību un uzsūkšanos.

Mūsu pētījumu mērķis bija: rapša sēklu un raušu ķīmiskā sastāva izpēte un izmantošana govju ēdināšanā.

Mērķa sasniegšanai bija izvirzīti sekojoši uzdevumi:

- noteikt rapša sēklu ķīmisko sastāvu un mikrobiālo un mikoloģisko kontamināciju un to izmaiņas uzglabāšanas laikā;
- noskaidrot piena kvantitatīvās un kvalitatīvās izmaiņas pēc rapša raušu izēdināšanas slaucamām govīm.

Materiāls un metodes

Darbs veikts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskā institūta “Sigra” laboratorijās. Izmēģinājumam izmantojām SIA “Iecavnieks” 2006. un 2007. gada ražas rapša sēklas un raušus, un tos uzglabājām noteiktā iepakojumā un klimatā.

Paraugu bakterioloģiskā un mikoloģiskā izmeklēšana veikta pēc mikrobioloģijā vispārpieņemtām metodēm. Mikroorganismu sugu identifikācijai izmantojām mikroorganismu identifikācijas sistēmu (*BBL Crystal GP-ID*).

Rapša sēklās un raušos gan dabīgā paraugā, gan to sausnā noteicām kopproteīna, kokšķiedras, koptauku, koppelnu, bezslāpekļa ekstraktvielu, karotīna, cukura, kalcija un fosfora procentuālo saturu, kā arī ADF (ar skābi skalota kokšķiedra), NEL (netto enerģija laktācijai) un NDF (neitrāli skalota kokšķiedra) vērtības.

Rapša sēklu, raušu un piena paraugos piesātināto un nepiesātināto taukskābju daudzumu noteicām izmantojot gāzes hromatogrāfu *Varian 3400*.

Pēc izslaukuma iepriekšējā laktācijā (vidēji 5300 – 5500 kg), laktācijas fāzes, dzīvmasas, vidējā diennakts izslaukuma iepriekšējā pārraudzības mēnesī, piena tauku un olbaltumvielu satura nokomplektējām 2 analogas melnraibo govju grupas pa 7 dzīvniekiem katrā. Pamatbarības (zāles skābbarība, siens, placināti kviešu graudi, kviešu klijas, kukurūzas granulas) deva abām govju grupām bija vienāda. Pirmās grupas govīm izēdināja 2 kg rapša raušu, bet otrās – 2 kg saulespuķu spraukumu. Pirms izmēģinājuma un tā laikā katrā kontrolslaukšanas reizē ņēmām barības un piena paraugus bakterioloģiskai un ķīmiskai izmeklēšanai.

Analizēti 21 rapša sēklu, 21 rapša raušu un 6 saulespuķu spraukumu paraugi. Nepieciešamības gadījumā analīzes veicām arī paraugiem, kas glabājās SIA “Iecavnieks”.

Iegūtie rezultāti apstrādāti izmantojot *MS Excel* un *SPSS-8. for Windows* datorprogrammas.

Rezultāti

Rapšu eļļas ražošanai izmanto gan vasaras, gan ziemas rapša sēklas. Ražošanas apstākļos eļļu iegūst no krājumā esošām rapša sēklām, kas var būt arī maisījums, un ir svarīgi zināt šāda maisījuma ķīmisko sastāvu.

Laika periodā no vienas ražas līdz nākošai eļļas ieguvē izmantoto rapša sēklu maisījumā dabīgie paraugi vidēji saturēja 94.9±0.27 % sausas; 25.14±4.27 % kopproteīna; 7.8±0.08 % kokšķiedras; 37.89 % koptauku un 199.6±35 g/kg sagremojamā proteīna. Rapša sēklu sausnā

konstatējām 26.47±4.43 % kopproteīna; 8.25±0.1 % kokšķiedras; 40.03±1.26 % koptauku; 39.4±13.13% NDF; 26.07±11.32 % ADF un 6.53±0.91 MJ/kg saunas NEL (1.tabula).

1.tabula Rapša sēklu ķīmiskā sastāva izmaiņu dinamika uzglabāšanas laikā/ Table 1 Dynamics of changes of rapeseed chemical contents of during storage period

Rādītāji saunā/ Parameters in dry matter	Ziemas rapsis/ Winter rapeseed			Vasaras rapsis/ Summer rapeseed	
	6 mēn./ month	9.mēn./ month	12 mēn./ months	6 mēn./ month	12 mēn./ months
Sausna/Dry matter, %	94.7±0.19	94.5±0.18	95.14	95.2	95.82
Kopproteīns/Crude protein, %	22.04±1.89	18.63±1.71	20.83	30.9	29.50
Kokšķiedra/Crude fibre, %	8.35±0.08	8.24±0.07	7.92	8.2	7.75
Koptauki/Total fat, %	41.29±1.49	44.24±1.7	44.42	38.8	39.6
Koppelni/Total ash, %	4.17±0.52	5.14±0.42	4.66	5.3	5.10
Bezslāpekļa ekstraktvielas/ Nonnitrogen extractives, %	24.15±0.81	23.75±0.74	23.17	16.9	15.92
Ca, %	0.58±0.01	0.56	0.63	0.62	0.62
P, %	0.46±0.009	0.42±0.006	0.47	0.52	0.53
Smiltis, kramskābe/Sand, feit acid, %	0.5±0.01	0.51±0.01	0.41	0.55	0.57
Karotīns/Carotine, %	16.17±2.19	20.5±3.14	-	20.00	-
Cukuri/Sugars, %	5.23±0.69	6.56±0.71	4.57	3.75	3.76
NDF, %	52.49	49.63	30.01	26.24	25.30
ADF, %	37.39	37.42	23.58	14.75	16.72
NEL, MJ/kg saunas/of dry matter	5.62	6.11	6.67	7.43	7.84

Vasaras rapša sēklās bija būtiski mazāks ($p<0.05$) NDF un ADF saturs, kā arī bezslāpekļa ekstraktvielu saturs bija par 7.25 % ($p<0.05$) zemāks salīdzinājumā ar ziemas rapša sēklām.

Pēc 9 un 12 mēnešu uzglabāšanas noliktavā ziemas rapša sēklās vērojama kopproteīna un sagremojamā proteīna daudzuma samazināšanās ($p<0.05$) (1.tabula). Pēc eļļas ieguves no rapša sēklām raušos gandrīz 3.5 reizes samazinājās koptauku un par 29.2 % barības vienību daudzums. Iegūtajā produktā izmainījās arī tā enerģētiskā vērtība. Tā raušos par 82.6 % palielinājās NDF, bet ADF – par 11.4 %, to enerģētiskā vērtība pieauga par 3.6 %.

Bez tam rapša raušu saunā attiecīgi par 71.2 % ($p<0.05$), par 12.3 % ($p<0.05$) un 55.2 % pieauga kopproteīna un bezslāpekļa ekstraktvielu daudzums, bet par 12.3 % ($p<0.05$) samazinājās kokšķiedras daudzums, 6.8 reizes koptauku un par 89 % samazinājās karotīna daudzums salīdzinājumā ar sēklām.

Svaigi ražotos rapša raušos vidēji bija 93.2±0.5 % saunas, 34.6 % kopproteīna, 6.9 % kokšķiedras un 34.7±0.4 % bezslāpekļa ekstraktvielu. Rapša raušu saunā šie rādītāji bija attiecīgi 37.2±0.7 %, 7.4±0.03 un 37.2±0.6 %. Viens kilograms svaigi ražotu rapša raušu saturēja 277.15±6.73 g sagremojamā proteīna. Bez tam dabīgā paraugā bija 1.46 %, bet saunā 12.3±0.6 % koptauku. Rapša raušu NDF ir 47.7±16.2 %, ADF – 23.4±3.05 % un kilograms saunas saturēja 6.76±0.25 MJ/kg NEL. Salīdzinājumā ar rapša sēklām, raušos par 72.8 % palielinājās kopproteīna, 56.2 % bezslāpekļa ekstraktvielas, 87.5 % karotīna, 59.3 % cukuru un par 72 % sagremojamā proteīna daudzums (2. tabula).

Uzglabājot rapša raušus 9 mēnešus, to sastāvā konstatējām ($p>0.05$) sagremojamā proteīna samazināšanās tendenci (2. tabula).

2006. gada ražas vasaras rapša sēklās bija par 40 % proteīna saturs bija augstāks salīdzinājumā ar ziemas rapša sēklu proteīna saturu. Tomēr, salīdzinājumā ar 2005. gadā izaudzētā rapša sēklu proteīna saturu, tas bija par 26.5 % zemāks attiecīgā gada ziemas rapša sēklās. Arī sagremojamā proteīna daudzums sēklās bija par 13.1 %, NDF par 16.3 % mazāks salīdzinājumā ar iepriekšējā gada ražas rapša sēklām, bet par 3 % bija pieaudzis ADF un par 1.7 % NEL saturs tajās (1.tabula).

2.tabula Rapša raušu sastāva un barības vērtības izmaiņas uzglabājot /Table 2 Changes of nutritive value of rapeseed cake during storage

Rādītāji / Parameters	Rapša raušu uzglabāšanas laiks/ Storage period of rapeseed cake			
	sākotnējie/ initials	Pēc 3 mēn./ after 3 month	Pēc 6 mēn./ after 6 month	Pēc 9 mēn./ after 9 month
Sausna/ Dry matter, %	93.2±0.55	92.7±0.01	92.7±0.73	90.9±1.88
Kopproteīns/ Crude protein, %	37.2±0.72	38.2±1.24	36.4±2.23	38.9±2.44
Kokšķiedra/ Crude fibre, %	7.4±0.03	7.4±0.07	7.1±0.05	7.2±0.12
Koptauki/ Total fat, %	12.3±0.61	15.9±2.31	11.7±1.41	12.1±0.42
Koppelni/ Total ash, %	6.0±0.33	5.7±0.6	6.3±0.6	6.7±0.4
Bezslāpekļa ekstraktvielas/ Nonnitrogenic extractives, %	37.2±0.61	37.5±3.08	38.6±2.73	40.08±0.51
Ca, %	0.63±0.009	0.62±0.01	0.62±0.01	0.62±0.02
P, %	0.89±0.03	0.69±0.11	0.9±0.12	0.9±0.21
Smiltis, kramskābe/ Sand, feit acid, %	0.61±0.04	0.54±0.04	0.64±0.01	0.64±0.05
Karotīns/ Carotene, %	9.6±0.47	15.5±2.89	10.5±2.4	8.75±0.75
Cukuri/ Sugars, %	7.7±1.13	8.11±0.83	7.41±0.71	7.9±1.58
Barības vienības/ Fooder units, kg	1.2±0.02	1.23±0.04	1.17±0.02	1.26±0.02
Sagremojamais proteīns/ Digestible protein, g/kg	277.15±6.73	248.00±13.46	234.2±10.3	246.8±12.6
NDF, %	47.65±16.18	43.64±10.1	39.4±10.1	40.11±11.4
ADF, %	23.4±3.05	17.24±5.21	15.4±5.2	17.41±5.9
NEEL, MJ/kg sausas/of dry matter	6.76±0.25	7.31±0.94	7.38±0.83	7.31±0.79

2006. gada ražas ziemas rapša sēklās bija par 4.7 % mazāk kopproteīna nekā 2005. gada ražas sēklās.

Rapša sēklas, tāpat kā jebkurš no augu valsts iegūts produkts, pakļautas apkārtējās vides mikroorganismu iedarbībai un to kontaminācijas pakāpe atkarīga no klimatiskajiem apstākļiem, novākšanas un uzglabāšanas tehnoloģijām. Zināma loma šajā procesā bija arī produkta ķīmiskajam sastāvam.

3.tabula Rapša sēklu mikrobiālās kontaminācijas dinamika uzglabāšanas laikā, 1 g parauga/ Table 3 Dinamic of rapeseed microbial contamination during storage, on 1 g natural sample

Mikroorganismi/ Microorganisms	Ziemas rapsis/Winter rapeseed			Vasaras rapsis/ Summer rapeseed		
	6 mēn./ month	9 mēn./ month	12 mēn./ months	6 mēn./ month	9 mēn./ month	12 mēn./ months
Koloniju veidojošās vienības (KVV)/CFU	1.34E+12 ±8E+11	1.67E+12 ±1.2E+12	1.4E+12 ±1.3E+11	6.7x10 ⁷ ±3.3x10 ⁶	2.0E+13 ±1.8E+13	2.4E+12 ±1.1E+11
Pelējums/ Mould	450±118	1.7x10 ⁷ ±2.2x10 ⁶ *	19x10 ⁶ ±21x10 ⁵	2x10 ⁶ ±2x10 ⁵	1x10 ⁶ ±5.7x10 ⁵	1x10 ⁶ ±4.1x10 ⁵
Raugi/ Yeasts	200±100	0*	0	0	0	0
Pienskābes mikroorganismi/ Lactic acid microorganisms	1.3x10 ⁶ ±2.1x10 ⁵	0*	0	0	0	0
Sviestskābes mikroorganismi/ Butter acid microorganisms	3.4x10 ⁵ ±2.1x10 ⁵	3.7x10 ⁶ ±1.1x10 ⁶	37x10 ⁵ ±1.7x10 ⁵	1.1x10 ⁶ ±6.7x10 ⁵	1.9x10 ⁷ ** ±1.8x10 ⁶	1.4x10 ⁶ ±1.3x10 ⁶

*p<0.05 salīdzinājumā ar 6 mēnešu glabāšanas rezultātiem/ compare with results of 6 month storage

**p<0.05 salīdzinājumā ar ziemas rapša sēklām/ compare with winter rapeseed

Pētījumos noskaidrots, ka uz 2005.gada ražas rapša sēklām pēc 6 mēnešu uzglabāšanas noliktavā konstatēti nelielā daudzumā pienskābi un sviestskābi radošie mikroorganismi, kā arī pelējuma un rauga sēnītes. Pēc 12 mēnešu uzglabāšanas uz ziemas rapša sēklām bija samazinājies sviestskābi un pienskābi radošo mikroorganismu skaits, un būtiski (p<0.001) samazinājies rauga

sēnīšu un pienskābi radošo mikroorganismu skaits. Vasaras rapša sēklas pēc 6 uzglabāšanas mēnešiem saturēja nenožīmīgu daudzumu rauga sēnīšu un pienskābi radošo mikroorganismu.

Pēc 9 un 12 mēnešu uzglabāšanas arī netika izolētas ne rauga sēnītes, ne pienskābi radošie mikroorganismi. Sviestskābes baktēriju skaits rapša graudu dabīgā paraugā bija būtiski ($p < 0.05$) samazinājies (3.tabula).

2006.gadā, kad vasarā un rudenī gaisa temperatūra svārstījās no 25 – 30°C, vasaras rapša sēklu paraugos tika konstatēti būtiski ($p < 0.05$) lielāks skaits pelējuma sēnīšu un sviestskābi veidojošo mikroorganismu skaits nekā ziemas rapša graudu paraugos.

Rapša raušos tika konstatēti pienskābi un sviestskābi veidojošie mikroorganismi, kā arī rauga sēnītes. Šo mikroorganismu skaits uzglabāšanas laikā ievērojami ($p < 0.05$) samazinājās. No paraugiem tika izolētas *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium* dzimtas pelējuma sēnītes, netika izolēti arī *Salmonella sp.* mikroorganismi.

Rapša rauši, kas iegūti ar auksto presēšanas metodi, satur zināmu daudzumu eļļas, kuras sastāvā ietilpst gan piesātinātās, gan nepiesātinātās taukskābes.

4.tabula Taukskābju satura izmaiņu dinamika rapša sēklās uzglabāšanas laikā/ Table 4 Dynamics of change of fatty acids in rapeseed during storage, %

Rādītāji/ Parameters	Ziemas rapsis/ Winter rapeseed		Vasaras rapsis/ Summer rapeseed		Rapša rauši/ Rapeseed cake		
	pēc 6 mēn./ after 6 month	pēc 12 mēn./ after 12 months	pēc 6 mēn./ after 12 month	pēc 12 mēn./ after 12 months	Sākotnēji/ Initial	pēc 6 mēn./ after 6 month	pēc 9 mēn./ after 9 month
	Palmitīnskābe / Palmitic acid C16:0	4.16 ±0.05	4.13 ±0.01	3.83 ±0.03	4.11 ±0.05	4.44 ±0.05	4.84 ±0.5
Stearīnskābe / Stearic acid C18:0	16.15 ±2.47	0	17.69 ±1.84	16.4 ±1.87	15.12 ±2.95	21.33 ±2.2	9.44 ±1.2
Oleīnskābe/ Oleic acid C18:1	39.93 ±9.08	35.7 ±7.14	43.18 ±8.07	44.4 ±6.51	37.62 ±4.85	29.46 ±4.05	51.65 ±1.46
Linolskābe / Linoleic acid C18:2	16.65 ±0.32	19.6 ±0.21	10.68 ±0.43	12.51 ±0.43	21.21 ±0.26	23.12 ±1.9	20.87 ±0.11
Linolēnskābe / Linoleic acid C18:3	9.05 ±0.22	9.1 ±0.27	10.13 ±0.31	9.8 ±0.27	9.45 ±0.23	7.7 ±1.6	8.63 ±0.24
Arahīnskābe / Arahinic acid C20:0	0.58 ±0.015	0.58 ±0.01	0.64 ±0.01	0.65 ±0.04	0.61 ±0.02	0.57 ±0.01	0.61 ±0.02
Arahidonskābe / Arahidonic acid C20:4	1.29 ±0.02	0	1.51 ±0.02	1.49 ±0.41	1.12 ±0.38*	1.39 ±0.02	0
Behenīnskābe / Behenic acid C22:0	0	0	0.35 ±0.05	0.35 ±0.05	0.09 ±0.001	0.20 ±0.004	0.39 ±0.005
Erukskābe/ Erucic acid C22:1	0.15 ±0.005	0.1 ±0.01	0.44 ±0.001	0.46 ±0.04	0.42 ±0.07*	0.57 ±0.08	0.16 ±0.01
Linocerīc C24:0	0.14 ±0.005	0.3 ±0.01	0.18 ±0.004	0.16 ±0.04	0.19 ±0.01*	0.11 ±0.001	0.2 ±0.002

* salīdzinājumā ar 9 mēn./ compare with 9 month storage

Vasaras rapša sēklās konstatēts par 8.1 % vairāk oleīnskābes, 11.9 % linolēnskābes un 9.5 % stearīnskābes, bet par 35.8 % mazāk linolskābes salīdzinājumā ar ziemas rapša sēklām.

Pēc 12 mēnešu uzglabāšanas, vasaras rapša sēklās samazinājās oleīnskābes un linolēnskābes, bet paaugstinājās linolskābes daudzums (4.tabula).

Ar auksto presēšanas metodi iegūtajos rapša raušos bija 22.34 % piesātināto un 82.56 % nepiesātināto taukskābju. Atkarībā no ārējās vides temperatūras taukskābju saturs mainījās attiecīgi 14.97 – 35.07 % un 68.4 – 87.42 %.

Ievērojot uzglabāšanas noteikumus (vēsās, vēdināmās, sausās, no tiešiem saules stariem pasargātās telpās), sešu mēnešu uzglabāšanas laikā nav novērotas būtiskas ($p > 0.05$) taukskābju izmaiņas. Tomēr jāatzīmē, ka, pēc 9 mēnešu uzglabāšanas, būtiski ($p < 0.05$) samazinājās stearīnskābes daudzums (4.tabula).

Izēdinot slaucamām govīm rapša raušus un saulespuķu spraukus 2 kg dienā, ievērojami izmainījās taukskābju daudzums un sastāvs pienā.

5.tabula Taukskābju satura izmaiņu dinamika govju pienā/ Table 5 Dynamics of changes of fatty acids in cows' milk (%)

Taukskābes/ Fatty acids	Sākotnēji/ Initial		pēc 2 mēn./ after 2 month	
	1.grupa (saulespuķu spraukumi)/ group 1 (sunflower meal)	2.grupa (rapša rauši) / Group 2 (rapeseed cake)	1.grupa (saulespuķu spraukumi)/ group 1 (sunflower meal)	2.grupa (rapša rauši) / Group 2 (rapeseed cake)
Piesātinātās taukskābes/ Saturated fatty acids	42.5	39.686	57.39	55.0
Nepiesātinātās taukskābes/ Unsaturated fatty acids	28.92	31.478	28.89	31.84
Polinesātinātās taukskābes/ Poliunsaturated fatty acids	2.937	3.0683	2.98	3.44

Veicot izmēģinājumus ražošanas apstākļos pēc 2 mēnešu rapša raušu izēdināšanas pienā par 72 % pieauga piesātināto taukskābju daudzums, bet par 74 % saulespuķu spraukus grupā. Nepiesātināto un polipiesātināto taukskābju daudzums abu govju grupu pienā būtiski nemainījās (5.tabula).

Govīm, kurām izēdināja rapša raušus, izslaukums palielinājās par 2.5 kg, bet izēdinot saulespuķu spraukus - par 1.98 kg vidēji no govīm, pārrēķinot 1 % piena. Abu grupu dzīvniekiem par 9 – 10 % pieauga arī laktozes līmenis pienā salīdzinājumā ar sākotnējiem rādītājiem. Palielinājās par 10.1 % arī piena tauku saturs dzīvniekiem, kuriem izēdināja 2 kg saulespuķu spraukus pēc 2 mēnešiem piena tauku saturs palielinājās par 5.3 %, salīdzinot ar sākotnējiem rādītājiem.

Diskusija

Pēdējo gadu laikā republikā mainījušies atgremotāju, t.sk.slaucamo govju ēdināšanai atļautie proteīna avoti. Plaši izplatīta proteīna piedeva dzīvnieku ēdināšanā ir soja. Tomēr uzskata, ka ap 60 % no visiem sojas produktiem ir ģenētiski modificēti, un tas ierobežo to izmantošanu bioloģiskajā lauksaimniecībā. Tādēļ ir svarīgi nodrošināt proteīna vajadzību atgremotāju barības devā, izmantojot Latvijā ražotos rapša raušus.

Pēc mūsu pētījumu rezultātiem ziemas rapšu sēklas satur vidēji 20 – 22 % kopproteīna, bet vasaras rapša sēklās vidēji ir 29 – 30 % kopproteīna, arī sagremojamā proteīna daudzums vasaras rapša sēklās ir par 69.8 % augstāks nekā ziemas rapša sēklās. Tā kā eļļas ieguvē bieži vien izmanto šo sēklu maisījumu, tad iegūtajos rapša raušos bija vidēji 34.6 % kopproteīna un 277.15 % sagremojamā proteīna. Līdzīgus rezultātus ieguvuši zinātnieki arī Latvijas Lauksaimniecības universitātes veiktajos pētījumos par rapša raušu sastāvu un barības vērtību (Osītis, 2004).

Rapša sēklu un rapša raušu sastāvs un barības vērtība var mainīties atkarībā no audzēšanas apstākļiem, izmantotajiem agrotehniskajiem audzēšanas paņēmieniem audzēšanas reģiona un eļļas iegūšanas tehnoloģijas. To apstiprina arī mūsu pētījumu rezultāti par 2006. gada rapša sēklu un raušu sastāvu un barības vērtību. Tomēr Filips (2005) norāda, ka rauši vidēji satur 10 – 14 % eļļas, 30 – 36 % kopproteīna, 90 – 97 % sausas un 8 – 13 % kokšķiedras. Autors arī norāda, ka Indijā audzēta rapša raušos ir 30 % kokšķiedras, zems lizīna, bet augsts metionīna un cistīna saturs.

Uzskatām, ka gan kopproteīna, gan sagremojamā proteīna daudzums rapša sēklās un raušos samazinās uzglabāšanas laikā vides faktoru (temperatūra, mitrums u.c.) produkta fermentu un mikroorganismu darbības rezultātā.

Uzglabājot rapša sēklas un raušus, vērojama būtiska piesātināto un nepiesātināto taukskābju daudzuma izmaiņa, pamatā uz stearīnskābes daudzuma samazināšanās rēķina. Uzskatām, ka raušos, tos ilgstoši uzglabājot, ārējās vides faktoru ietekmē notiek oksidācijas un reducēšanās procesi, kuru rezultātā arī mainās taukskābju daudzuma attiecības.

Literatūras ziņas par taukskābju un piena tauku kvantitatīvajām un kvalitatīvajām izmaiņām ir pretrunīgas, lai gan mūsu izmēģinājumos piena tauku daudzums palielinās, izmantojot gan rapša raušus, gan saulespuķu spraukumus, tomēr Jahreis *et al.*, (2006), un citi autori norāda, ka tauku daudzums pienā samazinās, galvenokārt, pieaugot trans-taukskābju, t.i. polinepiesātināto taukskābju, koncentrācijai. Arī Schöne *et al.*, (1999) norāda, ka gan pienā, gan sviestā, pēc rapša eļļas izēdināšanas pieaug oleīnskābes koncentrācija. Darbs šajā jomā jāturpina, lai noskaidrotu raušos esošo taukskābju ietekmi uz to sastāvu pienā pie dažādām govju ēdināšanas shēmām.

Secinājumi

Rapša sēklu un no tām iegūto raušu ķīmiskais saturs, barības vērtība un mikrobiālā kontaminācija variē atkarībā no rapšu šķirnes un klimatiskajiem apstākļiem augu augšanas periodā.

Rapša sēklu un raušu barības vērtība un ķīmiskais sastāvs pareizas ilgstošas uzglabāšanas laikā būtiski nemainās.

Deviņus mēnešus uzglabātos rapša raušos vērojamas gan taukskābju daudzuma, gan to attiecību izmaiņas.

Izēdinot govīm 2 kg rapša raušus dienā palielinājās iegūtā piena un piena tauku daudzums.

Literatūra

1. Bugge J. (2000) Organic rape cultivation is reality, 9 december 2000. http://www.folkecenter.dk/plant_oil/publications/organic_rape_cultivation.htm
2. Filips M. (2003) <http://www.eilishoils.com/pages/cake.htm>
3. Jahreis G. (2006) Manipulation of rapeseed oil to improve its beneficial health effects // Oils, fats and lipids for a healthier future. 4th Euro fed lipid Congress. Book of abstracts. 1 – 4 october 2006, Spain (Madrid), 51 – 52.
4. Kledal Paul Rye: Økologisk jordbrug for fremtiden? – en økonomisk analyse af de potentielle økologiske jordbrugere. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut, SJFI – Working Paper no. 8/2000. (Paul Rye Kledal: Organic agriculture for the future? – an economic analysis of the potential organic farmers. Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics, SJFI – Working paper no. 8/2000),108, report in Danish.
5. McBride G., Pynenburg S., Carroll J. (1992) Feed processing and manufacturing. *Fact sheet.* –Vol.2., 40 – 48.
6. Mogensen L., Ingvarsten K. L., Kristensen T., Seested S., Thamsborg S. M. (2004) Organic dairy production based on rapeseed, rapeseed cake or cereals as supplement to silage ad libitum. *Acta Agr.Scandinavia.* –Vol. 54, N 2, Sept. 2004, 81 - 93.
7. Naghiu A., Burnete N. (2005) Renewable energy – a challenge to agricultural farms. *J. Sci.* – Trakia. – Vol.3., N#6., 1 – 7.
8. Osītis U. (2004) Dzīvnieku ēdināšana kompleksā skatījumā. Latvijas lauku konsultāciju un izglītības centrs, Ozolnieki, 363 lpp.
9. Schöne F., Jahreis G., Flackowsky G. & Kircheim U. (1999) Milk and meat quality due to rapeseed products application in farm animals. In: New Horizons for an old crop. *Proceedings of the 10th International rapeseed Congress.* Canberra, Australia.
10. Šimek M., Šustala D., Vrzalova M., Trinactý M. (2000) The effect of rape cakes in food mixtures on the content parameters of dairy cows milk. *Czech. J. Animal Sci.*, 45, 161 – 167.

REDUCTION OF NUTRIENT LOSSES AND THE IMPROVEMENT THE HYGIENIC QUALITY IN GRASS-LEGUME SILAGES THROUGH INOCULATION

Jatkauskas J. and Vrotniakiene V.

Institute of Animal Science of Lithuanian Veterinary Academy, Baisogala, LT-82317, R. Zebenkos 12, Radviliskis distr., Lithuania, phone: +370 611 52134, e-mail: pts@lgi.lt

Abstract

The first cut 8 to 10 h wilted grass- legume sward (20% *Festuca pretense*, 30% *Trifolium pretense*, 50% *Lolium perenne*) was baled in round bales (1.2 m in diameter and 1.2 m high) and either left untreated (C) or treated with an inoculant containing a mixture of *Lactobacillus*

plantarum Milab 393, *Pediococcus acidilactici* P6 and P11, *Eterococcus faecium* M74, and *Lactococcus lactis* SR3.54 (L). The rate of inoculation was 5×10^5 cfu/g fresh herbage. Dairy cows were used in a feeding experiment to evaluate utilization of nutrients. Silage inoculated with *Lactisil 300* showed a lower final pH, significantly higher ($P < 0.05$) concentrations of total acids and lactic acid and numerically lower concentrations of butyric acid and ammonia-N than uninoculated silage. A higher fermentation quality of the inoculated silage decreased significantly ($P < 0.01$) fermentation (DM) losses and significantly increased ($P < 0.01$) energy concentration in silage DM. Inoculated silage was more aerobically stable than untreated silage. The treatment with inoculant increased the DM intake of grass- legume silage and the benefit of the inoculated silage was the rise in the milk yield by 1.16 kg energy-correct milk per cow⁻¹ day⁻¹ compared with untreated silage.

Key words

Grass-legume silage, inoculant, dairy cows, intake.

Introduction

The quality of feeds is characterized by two attributes: 1) the nutrition value of the feed that encompasses a quantity of energy, protein and other nutrition materials, mineral materials (macro and micro elements), amino acids, fatty acids, vitamins, the activity of enzymes, the general quantity and flavor features. 2) the hygienic quality of feeds which indicate that the feed doesn't possess perishable ingredients, undesirable and harmful microbes, undesirable or toxic materials, forbidden materials and ingredients, which all may harm the health of the animal or may get into livestock food triggering danger to human health. Bacterial inoculants can be use ful to improve the nutrition value and hygienic quality of the silages. The inoculants can increase the rate of acidification and reduce the final pH and protein degradation in silages (Driehuis *et al.*, 1997). Inoculants containing lactic acid bacteria (LAB) can improve the fermentation quality and reduce dry matter (DM) losses of grass silages, providing that the herbage contains sufficient fermentable carbohydrates and the inoculant bacteria dominate the epiphytic population of LAB (Lindgren and Petterson, 1990; Spoelstra, 1991). The advantages of the use of biological inoculants, recently obtained bacterial additives, thanks to the suitable selection of lactic acid bacteria, have been stressed by many workers, and it is clear from the results that inoculants have a beneficial effect on the improvement of the fermentation quality of silages (Fychan *et al.*, 2002; Winters *et al.*, 2002; Wrobel *et al.*, 2004) and hygienic quality (Driehuis *et al.*, 2001) While an increasing number of studies have reported positive benefits from the use of some bacterial inoculants as silage additives, relatively few have reported production responses measured through dairy cows. Gordon (1989) has reported that dairy cattle offered inoculant treated silage achieved 9% higher silage DM intakes and a 10% higher milk yield than those offered untreated silage. However, Chamberlain *et al.* (1987) using the same inoculant found no such responses. According to the research made by foreign experts the separate elements of silaging technology: technique, storage, supplements of conservation, packing material, etc, influence the rates of fermentation, nutritional materials as well as the level of energy and hygienic conditions of the feed. The research also noticed that these separate elements should be applied differently accordingly to the geographical situation and climate conditions

Therefore it was necessary to research the effectiveness of the species of homofermentative lactic acid bacteria (*Lactobacillus plantarum* Milab 393, *Pediococcus acidilactici* P6 and P11, *Eterococcus faecium* M74, and *Lactococcus lactis* SR3.54), on the nutrition value, fermentation and hygienic quality of red clover-grass silage.

Materials and Methods

The second year's use, first cut grass-legume sward (20% *Festuca pretense*, 30% *Trifolium pretense*, 50% *Lolium perenne*) was harvested on 6 June, 2005, prewilted 8-10 h, baled in round bales (1.2 m in diameter and 1.2 m high) and wrapped with 6 layers of stretch film. 45 round big bale silages were made without an additive (C group) and 45 – treated with the bacterial inoculant (*Lactobacillus plantarum* Milab 393, *Pediococcus acidilactici* P6 and P11, *Eterococcus faecium*

M74, and *Lactococcus lactis* SR3.54), (L group). The inoculant (dosage 5×10^5 cfu/g fresh herbage) was applied using a commercial pump "HP-20". During the ensilage, samples of grass were collected to determine their chemical composition. Five additive-free bales and five inoculated bales were weighed after wrapping and after 82 days of storage for measuring DM losses. Bales were opened after 82 days samples were taken and the fermentation quality (fermentation acids, ammonia N, pH), chemical composition (standard methods (AOAC, 1995) and the aerobic stability of the silages were measured. Aerobic stability was measured by changes in silage temperature following exposure to air for 10 days.

Ten dairy cows of the Lithuanian Black-and-White breed were used in the experiment. A three-week pre-experimental period was used in which untreated silage was offered *ad libitum* together with the compound feed. The compound feed (consisting of 75% barley, 10% wheat, 15% soybean meal and vitamin-mineral concentrate 4923 *Optima Dairy Extra*) was fed to cows individually according to the milk yield (280g for 1 kg milk). In the experimental period (100 days) each group consisting of five cows was fed its respective silage *ad libitum* twice a day. The weight of the offered silage and refusals was determined once a week and the amount of compound feed was recorded at each meal. The milk yield was recorded every two weeks and aliquot milk samples from the morning and evening milk were bulked and the content of fat and protein was analysed. The data was analysed by one-way ANOVA, and the mean comparison by Fisher'PLSD.

Results and Discussion

The activity of the inoculant was evidenced in this experiment by higher total acids by 18.3 g kg^{-1} ($P < 0.05$) and lactic acid by 18.5 g kg^{-1} ($P < 0.05$) and lower water soluble carbohydrates (WSC) by 15.44 g kg^{-1} ($P < 0.05$) contents of the inoculated silage compared with the untreated silage (Table 1). Markedly lower butyric acid and ammonia N content indicate higher hygienic quality of the inoculated silages compared with those not inoculated.

Table 1 Chemical composition of herbage and silages and the fermentation quality of silages

Treatment	Herbage	Silages		LSD _{0.05}	LSD _{0.01}	S \bar{x}
		C	L			
Dry matter, (DM) g kg^{-1}	348.28	336.78	328.36	12.465	20.671	0.95
In dry matter, g kg^{-1} :						
crude protein	132.76	137.90	139.52	20.636	34.22	3.79
crude fibre	298.6	292.44	287.12	20.567	34.105	1.81
WSC	115.34	52.30	36.86*	11.963	19.839	6.83
total acids		44.69	62.99*	11.134	18.463	5.27
lactic acid		27.59	46.09*	12.388	20.543	8.56
acetic acid		12.26	13.66	8.478	14.058	16.66
butyric acid		4.71	2.22	4.86	8.059	35.75
Ammonia N, g kg^{-1} total N		45.57	35.19	16.451	27.28	10.38
pH		4.58	4.17	0.425	0.704	2.47
ME, MJ kg^{-1} DM		9.91	10.56**	0.221	0.366	0.55
DM losses, g kg^{-1} DM		104.7	86.18**	2.866	4.752	0.76

* and ** denotes significant at level 0.05 and 0.01 respectively.

It was found (Driehuis *et al.*, 1997) that silages inoculated with four strains of *L. plantarum* and two strains of *E. faecium* indicated by the low proportion of ammonia-N and pH, had significantly higher concentrations of lactic acid. As compared with the untreated silage, the inoculant reduced proteolysis. Lower protein breakdown occurred in the inoculated silage as indicated by the lower ammonia N content. Winters *et al.*, 2002 found that inoculation with *L. plantarium* improved silage quality and reduced the extent of protein breakdown during ensilage of red clover. Due to the higher fermentation quality of the nutrient (DM) losses were lower by 18.5% ($P < 0.01$) in the inoculated silage compared with the untreated one. The inoculation had a positive effect on the nutritional value of silages, however, the digestible energy of the inoculated silage was higher by $0.65 \text{ MJ g kg}^{-1} \text{ DM}$ ($P < 0.01$) compared with untreated silage.

The inoculant was found to increase the aerobic stability (decrease secondary fermentation) of the silages (Fig.1). The untreated silage had a temperature rise of more than 2°C in 1 day while

the inoculated silage had a temperature rise of more than 2⁰C in more than 2 days. Other authors found that some inoculants can improve the aerobic stability in silages by inhibiting the growth of both yeast and molds in silages (Driehuis *et al.*, 2001). Whereas, the temperature increase due to yeast and mould activity after the opening of the silages can be attributed to the addition of the inoculant the improved the hygienic quality of the silages by inhibiting the growth of both yeast and molds in the silages.

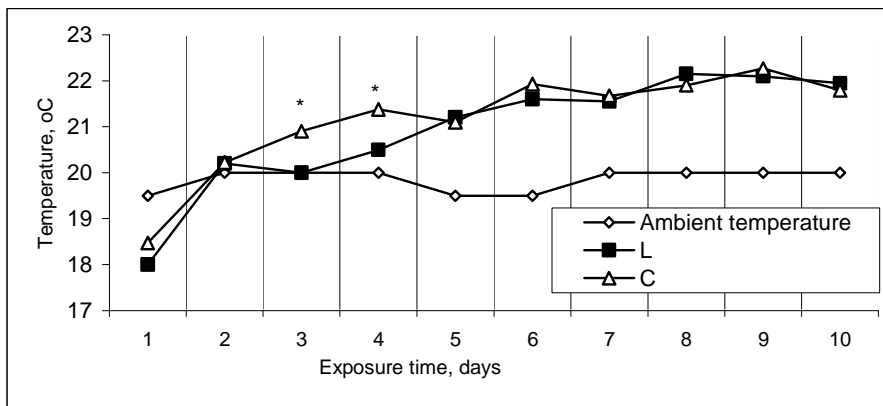


Figure 1. Changes of temperature in silages, * denotes significant at level 0.05

As shown in Table 2 inoculation gave the higher (by 2.37% cow⁻¹ day⁻¹) dry matter intake than the untreated silage. Martinsson (1992) reported, that the inoculant-treated silage increased silage DM intake by 7% during weeks 4-12 of lactation. This large effect can be accounted for fully by the higher digestibility of the inoculant-treated silage. Castle and Watson (1973) concluded that an increase of one percentage unit in digestible organic matter in the DM would result in an increase in silage DM intake of 0.25 kg d⁻¹. Higher silage dry matter intake and the better performance of the animals were found by Gordon (1989). Milk yield was affected due to the higher intake and the higher nutritive value of the inoculated silage. The average milk yield was higher by 6.47% for the inoculated silage diet compared with the untreated silage.

Table 2 Intakes, yields and composition of milk of dairy cows fed inoculated and untreated silages

Treatment	Silages		LSD _{0.05}	LSD _{0.01}	S \bar{x}
	C	L			
Silage intake, kg DM cow ⁻¹ day ⁻¹	11.80	12.08	2.29	3.798	4.75
Total DMI, kg cow ⁻¹ day ⁻¹	16.38	16.96	3.125	5.183	4.77
Total ME intake, MJ	171.5	185.75	33.692	55.87	4.79
Daily milk production					
Milk, kg cow ⁻¹ day ⁻¹	18.38	19.67	3.557	5.898	4.76
ECM, kg cow ⁻¹ day ⁻¹	17.93	19.09	3.631	6.021	5.00
Milk composition					
Fat, g kg ⁻¹	38.3	38.0	0.87	1.45	0.58
Protein, g kg ⁻¹	34.1	34.0	1.20	2.00	0.9
Milk constituent output					
Fat, g day ⁻¹	706	747	146	243	5.13
Protein, g day ⁻¹	627	668	146	243	5.76

The results showed that milk fat and milk protein did not differ markedly between the treatments. Due to higher milk yield the output of milk fat and milk protein were higher respectively by 41 g day⁻¹cow⁻¹ and by 41 g day⁻¹cow⁻¹ for cows fed the inoculated silage compared with the untreated silage.

Conclusions

The present data have shown that the addition of an inoculant to grass-legume swards improved their fermentation and hygienic quality, decreased DM losses and increased the nutritive

value of the silages. The obtained milk yield and the milk composition of dairy cows demonstrate that the ensilage of red clover-grass mixture with the bacterial additive was a better method of feed preservation than the ordinary way of silage making.

References

1. Castle, M.E. Watson, J.M. (1973) Silage and milk production. A comparison between grass silages made with and without formic acid. J. British Grass Soc., 28, 73-80.
2. Chamberlain, D.G., Thomas, P.C, Robertson, S. (1987) The effect of formic acid, bacterial inoculation and enzyme additives on feed intake and milk production in cows given silage of high or moderate digestibility with two levels of supplementary concentrates. In: Eighth Silage Conference, Institute for Grassland and Animal Production, 31-32.
3. Driehuis, F., Wikselaar, van P. G., Vuuren, van A.M., Spoelstra, S. F. (1997) Effect of a bacterial inoculant on rate of fermentation and chemical composition of high dry matter grass silages. J. Agr. Sci., Cambridge, 128, 323-329.
4. Driehuis, F., Oude Elferink, S.J.W.H., Van Wikselaar, P.G. (2001) Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. Grass Forage Sci., 56, 330-343.
5. Fychan, R. *et al.* (2002) Yield and silage quality of red clover and Lucerne stands. In: Leslie M. Gechie and Cled T. (eds.) Proceedings of the 13th International silage Conference, September 11-13, Auchincruive, Scotland, 88-89.
6. Gordon, F.J. (1989) An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. Grass and Forage Sci., 44, 169-179.
7. Lindgren, S., Petterson, K. L. (Eds) (1990) Proceedings of the Eurobac Conference. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences.
8. Martinsson, K. (1992) A study of the efficacy of a bacterial inoculant and formic acid as additives for grass silage in terms of milk production. Grass Forage Sci. 47, 189- 198.
9. Spoelstra, S.F. (1991) Chemical and biological additives in forage conservation. In Forage Conservation towards 2000, Proc. European Grassland Federation Conference (Eds G. Pahlow & H. Honig), Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 123, 48-70. Braunschweig: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode.
10. Winters, A., Davies, Z., Minchin, F.R., Merry, R.J. (2002) Effects of inoculation with *Lactobacillus plantarum* on protein degradation during ensilage of red clover. In: Leslie M. Gechie and Cled T. (eds.) Proceedings of the 13th International silage Conference, September 11-13, Auchincruive, Scotland, 108-109.
11. Wrobel, B., Zastawny, J. (2004) The nutritive value and aerobic stability of big bale silage treated with bacterial inoculants. In: Luscher A. *et al.* (eds.) Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation, June 21-24, Luzern, Switzerland, 978-980.

SEVERE COMBINED IMMUNODEFICIENCY IN HORSES.

Emelyanova V.¹, Ivanova E.¹, Khrabrova L.², Gavrilicheva I.²

¹ Latvia University of Agriculture, Liela iela2, Jelgava, Latvia, LV-3001, e-mail: vikajemljanova@inbox.lv

² All-Russian research institute of horse breeding.

Abstract

SCID disease – severe combined immuno-deficiency is the most investigated disease described in 1973. It is autosomal recessive on hereditary type disorder in humans, mice, horses, and dogs, in which the affected individuals are incapable of generating antigen-specific immune responses. Foals with SCID are born healthy, but in 2 weeks they become ill and then die. The genetic defect responsible for this disease was identified as a 5-basepair deletion in the gene encoding DNA-protein kinase catalytic subunit (DNA-PK_{CS}). Affected foals have been identified in Australia, Canada, Great Britain, and the United State.

Key words

SCID, hereditary disease, DNA-dependent protein kinase.

Introduction

The Severe combined immunodeficiency disease (SCID) of horses is an autosomal, recessive hereditary disease occurring among Arabian horses or part-bred Arabian horses. SCID-affected foals always die within the first six months of life.

The first identification of SCID was made in the 1973 (McGuire & Poppie *et al.*, 1973). The mode of inheritance of SCID has been studied using test mating which showed that SCID is caused by a simple recessive mutation (Perryman *et al.*, 1978; Perryman & Torbeck *et al.*, 1980).

The underlying defect in Arabian horses with SCID is an inability to carry out V(D)J recombination (Wiler *et al.*, 1995), and they have been found to lack the enzyme DNA-dependent protein kinase (DNA-PK). Sequence analysis revealed a 5 base pair deletion within the catalytic subunit of DNA-PK. This deletion causes a frameshift mutation at codon 3155 of the transcript, resulting in a 967 amino acid deletion, and causing a functionally inactive enzyme (Shin *et al.*, 1997; Perryman, 2004). This gene is localized in 9-Th chromosome (Eca 9p12) (Wiler *et al.*, 1995; Bailey *et al.*, 1997).

Materials and Methods

DNA extracted from animal blood samples (in EDTA or sodium citrate) or hair bulbs. The DNA educed from blood using 5% Chelex-100. A few drops of liquid blood or a few fibers of the dried blood irrigated with a normal saline solution. It was extracted during a time period of 1 hour under 65°C with 200µl 5% Chelex-100. The time of the incubation period could have been longer. The solution of the DNS was possible use for PCR analyses after 5 minutes of incubation under 100°C and centrifugation (Lewin *et al.*, 1992).

The bulb was extracted from the hair by two different methods. The first method - extraction using 5% Chelex-100 - resulted in low DNK concentration in the final solution. Therefore, another method has been chosen - extraction using commercial whale Genepak Moscow. 4-5 bulbs were incubated for 5 minutes at 65°C after adding 300 µl of Lysis reagent with mixing every 30 seconds. After centrifugal separation 20 µl of NucleoS, vortex 5 min was added to the solution. The sediment was washed out 3 times using a saline solution and then dried out. The carier has to be incubated with 100 µl ExtraGene at 65°C for 5 minutes. The derived solution may be used for PCR analysis.

The polymerase chain reaction was performed in a GeneAmp PCR System 2400 (PE Applied Biosystem). We used 2 couple of praimers.

One set of allele-specific praimers (*SCID1*) was designed to amplify only DNA containing the 5-basepair deletion and another set designed to amplify only normal allele (*SCID2*). The forward primer (*SCID3*) was identical for both sets (Table 1). The reaction tests were carried out in 10µl final volume containing 9,5 µl PCR mix (final concentration: 10 mM Tris-HCl, pH 8,3; 50 mM KCl; 1,5 mM MgCl₂; 125 µM dNTP; 0,5 µM of each praimer; 0,35 units of Taq polymerase) and 0,5 µl of DNA samples.

Table 1. DNA praimers (Bernoco *et al.*, 1998)

SCID1 praimer	3`-TAGTTTAAGGGGAATTCTCTGAA-5`
SCID2 praimer	3`-AGAGTTTAAGGGGAATTCTCTG-5`
SCID3 praimer	3`-TGTTGCAAAAGGAGACAGAAT-5`

The following cycle regime was used: 94°C for 10 minutes; 94°C for 30 seconds denaturation, 61°C for 30 seconds annealing, 75°C for 30 seconds elongation for 33 cycles.

The DNA primers, *SCID4* and *SCID5*, (Table 2) which flank the gene region affected by the mutation are used in a polymerase chain reaction (PCR) to amplify the affected region from the DNA sample. Composition of the miscellanies for the reaction mix was similar as indicated above.

Table 2. DNA praimers (Swinburne *et al.*, 1999)

SCID4(fr) praimer	5`-AAGTTGGTCTTGTCATTGAGC-3`
SCID5 (rev) praimer	5`-TTTGTGATGATGTCATCCCAG-3`

The following cycle regime was used: 95°C for 10 minutes; 95°C for 30 seconds, 60°C for 30 seconds, 72°C for one minute for 30 cycles.

The all PCR products were resolved on 6% PAGE at 110 V constant voltage for 40 minutes and visualized by UV light after staining in ethidium bromide (Bernoco *et al.*, 1998).

Results

We have tested 27 Arabian horses (Russian Federation) and 30 Latvian horses.

The same forward primer SCID3 was used for the tow alleles. The product size were 166 long when successfully using the SCID1 reverse praimer and 169 bases long when using SCID2 reverse praimer. Praimers SCID1 - SCID3 didn't give clear results.

The fragment generated by the wild type allele is 163 base pairs, whereas the size generated by the SCID allele is 158 base pairs (Swinburne *et al.*, 1999). Our results are shown in Figure 1.

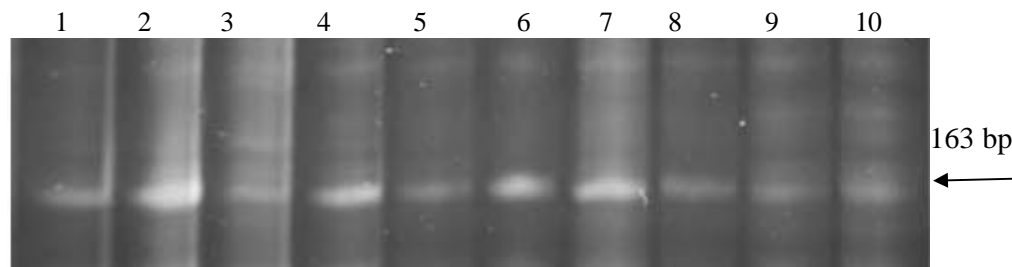


Figure 1. Wild type allele from horse samples

PCR products drifted on the holes Nr.1-10 and resolved on 6% PAGE, visualized by UV light after staining in ethidium bromide. On the illustration we are looking at one zone of the long 163 base pairs. The present length corresponds to the wild type, this means the that allele do not contain SCID delitions. The result shows that horses which we examined are not carriers of SCID.

Discussion

The traditional recommendation in veterinary medicine would be the gelding of these animals to prevent other affected offspring being produced. However, this is no longer necessary and not in the best interest of the breed. Carrier animals that have all the desirable traits for which the breed is known can now be mated to other tested animals who are clear and thus produce non-affected foals. Similarly, their offspring can be tested and appropriate matings set up in the next generations without the breed ever suffering the loss of another foal to SCID. In this manner, the breed still continues to benefit from all of the outstanding traits that a carrier animal may possess. Nowadays the breeds serviced are Arabian, Arab cross bred with: Appaloosa, Connamara Pony, Morgan, National Showhorse, Saddlebred, Thoroughbred, Trakehner, Welsh Pony (VetGet, 2007). The heterozygous carriers are therefore phenotypically normal, but pass on the defective gene to 50% of their offspring. Affected foals result from 25% of carrier-carrier mating (Figure 2).

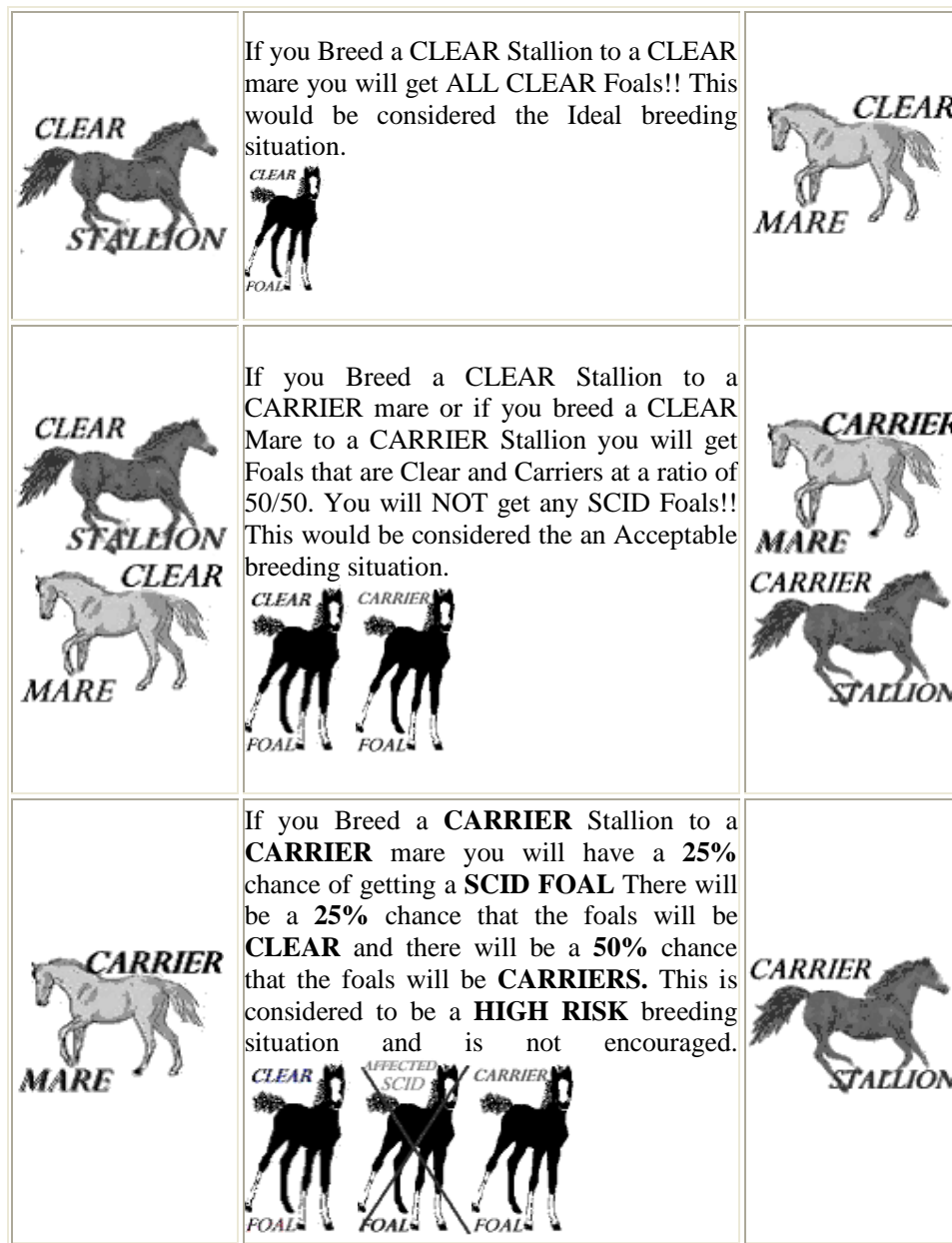


Figure 2. SCID gene allocation in horses (Johnson S., et al)

There have been a number of studies during recent years which attempt to estimate the true frequency of SCID carriers in the Arab horse population. Most sources speculate that the percentage of Arab foals which die of SCID is 2-3%. If coverings are random this would imply that 28-35% of Arab horses are carriers. Selective breeding ensures that covering is not random however, so the true frequency of carriers in the population may fall outside this range.

Taking into account the urgency of this problem, 2 laboratories began testing Arabian horses that are found in The Russian Federation and Latvia. Nowadays We recessive allele was not found. We are planning to test 200 Latvian horses.

References

1. McGuire, TC, Poppie, MJ. (1973) Hypogammaglobulinemia and thymic hypoplasia in horses: a primary combined immunodeficiency disorder, Infect Immun 8: 272-277.
2. Perryman, LE, McGuire TC, Crawford TB, (1978) Maintenance of foals with combined immunodeficiency: causes and control of secondary infections, Am J Vet Res 39: 1161-1167.

- Perryman LE, Torbeck RL., (1980) Combined immunodeficiency of Arabian horses: confirmation of autosomal recessive mode of inheritance, J Am Vet Med Assoc 176: 1250-1251.
- Wiler R, Leber R, Moore BB, VanDyk LE, Perryman LE, Meek K., (1995) Equine severe combined immunodeficiency: a defect in V(D)J recombination and DNA-dependent protein kinase activity, Proc Natl Acad Sci 92: 11485-11489.
- Shin EK, Perryman LE, Meek K., (1997) A kinase negative mutation of DNA-PK_{CS} in equine scid results in defective coding and signal joint formation, J Immunol 158: 3565-3569.
- Shin EK, Perryman LE, Meek K., (1997) Evaluation of a test for identification of Arabian horses heterozygous for the severe combined immunodeficiency trait, J Am Vet Med Assoc 211: 1268-1270.
- Perryman LE., (2004) Molecular Pathology of Severe Combined Immunodeficiency in Mice, Horses, and Dogs, Vet Pathol 41: 95-100.
- Bailey E, Reid RC, Skow LC, Mathiason K, Lear TL, McGuire TC., (1997) Linkage of the gene for equine combined immunodeficiency disease to microsatellite markers HTG8 and HTG4, synteny and FISH mapping to ECA9, Anim Genet 28: 268-273.
- Lewin, N.A., Stewart-Haynes, J.A., (1992) A simple method for DNA extraction from leukocytes for use in PCR, Biotechniques, 13: 522.
- Bernoco, B., Bailey, E., (1998) Frequency of the SCID gene among Arabian horses in the USA, Animal Genetics, 29: 41-42.
- Swinburne J., Lockhart L., Skott M., Binns M.M., (1999) Estimation of The prevalence of severe combined immunodeficiency disease in UK Arab horses as determined by a DNA-based test, The Veterinary Record, July 3: 22-23.
- <http://www.vetgen.com/equine-scid-service.html>, 2007 VetGen. All Rights Reserved.
- Johnson S., Johns C., http://www.northwindarabians.net/scid_info.html

PIENA SASTĀVU UN KVALITĀTI IETEKMĒJOŠO FAKTORU ANALĪZE ANALYSES OF INFLUENCING FACTORS ON MILK COMPOSITION AND QUALITY

Kairiša D., Jonkus D.

Latvia University of Agriculture, Liela iela 2, Jelgava, Latvia, LV-3001
phone: +371 28300081, e-mail daina.kairisa@llu.lv ; phone: +371 63005663, e-mail daina.jonkus@llu.lv

Abstract

A detailed evaluation of the indicators of milk composition and quality at six different milk production farms was researched in the time period from July to the November, 2006. 2768 milk samples were analyzed for their fat, protein, casein and lactose content (%), as well as urea level mg dl⁻¹. Analyses of the results show that all the indicators of milk composition and quality were very variable during the research (p<0.05). With multi-factorial analyses, it was shown that the composition and quality of cows' milk differed significantly depending on the farms and research months (p<0.001). The age of the cows had significant influence on the milk yield, fat, lactose and urea content (p<0.001, p<0.01). The factor day of lactation had significant influence on milk yield, fat, protein, casein and lactose content (p<0.001). It was shown that milk yield had a low negative phenotypic correlation with fat, protein and casein $r_p = -0.182$ to -0.347 content, but a positive correlation with lactose content $r_p = 0.330$. Milk yield correlation with the level of urea was low positive $r_p = 0.190$. Urea content correlation was low negative with fat content $r_p = -0.138$. The higher correlation was between protein and casein contents $r_p = 0.990$ (p<0.01).

Key words

Dairy cows, milk composition, quality

Ievads

Piena nozare valsts politikā noteikta kā prioritāra, līdz ar to tai ir pievērsta liela uzmanība no ražotāju, pārstrādātāju un kontrolējošo institūciju puses. Piena kvalitāte ir galvenais rādītājs, kas, iestājoties Eiropas Savienībā, nosaka Latvijā iegūtā piena un piena produktu konkurētspēju citās valstīs.

Ar jēdzienu kvalitāte saprotam īpašību kopumu, kas nodrošina pārtikas atbilstību patērētāja vajadzībām un konkrēto normatīvo aktu prasībām.

Piena kvalitātes laboratorijās, pamatā nosaka piena tauku, olbaltumvielu, baktēriju, somatisko šūnu daudzumu koppienā, bet veicot ganāmpulku pārraudzību – individuālo govju piena sastāvu un kvalitāti. Iegūtie rādītāji saimniecību īpašniekiem, pārraugiem un citiem speciālistiem ļauj spriest par ganāmpulka selekcijas, turēšanas un ēdināšanas problēmām.

Mūsdienīgas selekcijas rezultātā iegūtie dzīvnieki ir spējīgi ražot lielus piena produkcijas daudzumus, kas to organismu pakļauj maksimālai slodzei. Augstās produktivitātes stress var būt faktors, kas govju organismā rada vielmaiņas novirzes no normas. Rezultātā parādās vielmaiņas slimības, kas krasāk izteiktas periodos, kad organismam ir vislielākā slodze (Osītis, 2005).

Pētījuma mērķis - noskaidrot kāda sastāva un kvalitātes govju pienu iegūstam Latvijā, kādi ir galvenie faktori, kas to ietekmē.

Materiāli un metodes

Pētījumu veicām, sešās, atšķirīgās piena ražošanas saimniecībās, laika periodā no 2006. gada aprīļa līdz oktobrim. Saimniecības izvēlētas ar mērķi pārstāvēt piesieto un brīvo govju turēšanas tehnoloģiju, Melnraibo un Sarkanu govju grupu, kā arī bioloģisko un konvencionālo saimniekošanas metodi. Piena paraugi analizēti akreditētā piena kvalitātes kontroles laboratorijā SIA „Piensaimnieku laboratorija”. Tauku, olbaltumvielu un laktozes saturs (%) noteikts saskaņā ar standarta „ISO 9622 : 1999” prasībām. Kazeīna satura (%) un urīnvielas satura (mg dl⁻¹) noteikšanai izmantotas neakreditētas testēšanas metodes: MET 006 un MET 003. Pētījuma laikā kopā analizēti 2768 piena paraugi. Izslauktā piena daudzuma analīzei izmantojām SIA „Lauksaimniecības datu centrs” (LDC) informāciju.

Datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot aprakstošo statistiku. Lai, noskaidrotu faktoros, kuri būtiski ietekmēja piena produktivitātes pazīmju izmaiņas, izmantojām daudzfaktoru lineāro modeli GLM (*General linear model*). Veicot daudzfaktoru dispersijas analīzi, kā fiksētie faktori bija saimniecība un pētījuma mēnesis, bet kā kovariācijas faktori - govju vecums mēnešos un laktācijas diena. Pētīto faktoru ticamība noteikta pie būtiskuma līmeņa $\alpha=0.05$; 0.01; 0.001. Faktoru ietekme novērtēta kā būtiska, ja $p \leq \alpha$.

Fenotipiskā sakarība starp piena produktivitātes pazīmēm aprēķināta izmantojot Pīrsona korelācijas koeficientu, nosakot, ka sakarība ir būtiska, ja $p < 0.01$ ($H_0: \rho=0$ $H_1: \rho > 0$).

Datu matemātiskā apstrāde veikta ar „MS Excel” un „SPSS 13.0” programmu paketi (Backhaus *et al.*, 2000).

Rezultāti

Pētījuma laikā veicot govju izslaukuma kontroli un piena sastāva un kvalitātes analīzi noskaidrojām, ka pētīto pazīmju vidējie rādītāji pētījuma saimniecībām ir atšķirīgi (1. tabula).

Kā liecina iegūtie rezultāti, saimniecība ar būtiski augstāko izslaukumu bija z/s „Pērles”, kurā vidējais izslaukums no govju pētījuma laikā sasniedza 36.1 kg. Par 9.6 kg jeb 26.4% zemāku vidējo izslaukumu pētījuma laikā novērojām z/s „Graudiņi”. MPS „Vecauce” un z/s „Ogre” pētījuma laikā vidējais izslaukums no govju bija līdzīgs, attiecīgi - 22.9 kg un 21.4 kg. Bioloģiskā saimniecībā „Skoliņa” vidējais izslaukums no govju (13.4 kg) būtiski atšķīrās no pārējās saimniecībās novērotā ($p < 0.05$).

No pētījuma saimniecībām, SIA “Piensaimnieku laboratorija” piegādātajos piena paraugos, augstāko tauku saturu novērojām z/s „Skoliņa” - 4.54% un z/s „Kundziņi” – 4.45%. Tas būtiski pārsniedza MPS „Vecauce” (4.00%), z/s „Graudiņi” (4.22%), z/s „Pērles” (4.21%) un z/s „Ogre” (4.26%) novēroto vidējo tauku saturu. Analizējot olbaltumvielu saturu pienā, noskaidrojām, ka z/s „Graudiņi”, „Pērles”, „Ogre” un MPS „Vecauce” tas bija no 3.40 līdz 3.50% un būtiski pārsniedza z/s „Skoliņa” un z/s „Kundziņi” novēroto (3.20 līdz 3.28%). Saimniecībās, kurās bija zemākais olbaltumvielu saturs, novērojām arī būtiski zemāku kazeīna saturu pienā 2.48 līdz 2.57%. Pārējās saimniecībās tas statistiski ticami neatšķīrās (2.67 līdz 2.75%). Būtiski augstāko laktozes saturu pienā novērojām pētījuma saimniecībās, kurās bija augstākais izslaukums - z/s „Pērles” (4.85%) un z/s „Graudiņi” (4.74%), pārējās četrās saimniecībās būtiskas laktozes satura atšķirības nenovērojām (4.59 līdz 4.66%; $p < 0.05$).

1.tabula. Vidējās piena produktivitātes un kvalitātes pazīmes pētījuma laikā/ Table 1 Average milk productivity and quality traits during the research

Pazīmes/ Traits	Saimniecības/ Farms					
	Graudiņi n=415	Pērles n=381	Kundziņi n=323	Ogre n=498	Vecauce n=865	Skoliņa n=286
Izslaukums/ Milk yield, kg	26.5± 0.39 ^a	36.1± 0.64 ^b	25.4± 0.46 ^a	21.4± 0.28 ^c	22.9± 0.35 ^c	13.4± 0.48 ^d
Tauku saturs/ Fat content, %	4.22± 0.04 ^a	4.21± 0.04 ^a	4.45± 0.05 ^b	4.26± 0.04 ^a	4.00± 0.03 ^c	4.54± 0.06 ^b
Olbaltumvielu saturs/ Protein content, %	3.40± 0.02 ^a	3.44± 0.02 ^a	3.20± 0.02 ^b	3.50± 0.02 ^a	3.47± 0.02 ^a	3.28± 0.03 ^b
Kazeīna saturs/ Casein content, %	2.67± 0.02 ^a	2.71± 0.02 ^a	2.48± 0.02 ^b	2.75± 0.02 ^a	2.71± 0.01 ^a	2.57± 0.03 ^b
Laktozes saturs/ Lactose content, %	4.74± 0.01 ^a	4.85± 0.01 ^b	4.66± 0.01 ^c	4.59± 0.01 ^c	4.63± 0.01 ^c	4.59± 0.02 ^c
Urīnvielas saturs/ Urea content, mg dl ⁻¹	24.2± 0.37 ^a	28.3± 0.31 ^b	23.5± 0.22 ^a	21.8± 0.27 ^c	27.8± 0.28 ^b	21.7± 0.38 ^c

^{a, b, c} piena produktivitātes un kvalitātes pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp saimniecībām (p<0.05)/ milk productivity and quality traits with unequal letter, differ significantly between farms (p<0.05)

Pētījuma laikā novērtējam arī tādu govju ēdināšanas kvalitātes rādītāju kā urīnvielas līmeni pienā, kura optimālais saturs vēlams no 15 līdz 30 mg dl⁻¹. Pētījuma laikā saimniecībās vidējais urīnvielas līmenis pienā bija robežās no 21.72 līdz 28.34 mg dl⁻¹. Statistiski ticami augstāko urīnvielas saturu novērojām z/s „Pērles” un MPS „Vecauce”, attiecīgi 28.3 un 27.8 mg dl⁻¹.

Pētījumā centāmies noskaidrot, vai govju piena produktivitātes un kvalitātes pazīmes ietekmē tādi faktori kā saimniecība, pētījuma mēnesis, govju vecums mēnešos un laktācijas diena (2. tabula).

2. tabula Piena produktivitātes un kvalitātes pazīmes ietekmējošo faktoru analīze/ Table 2. Analysis of factors that influence milk productivity and quality traits

Pazīmes/ Traits	Saimniecība/ Farm	Gada mēnesis/ Months of year	Govs vecums/ Cow age	Laktācijas diena/ Lactation day
	<i>p – vērtība/ value</i>			
Izslaukums/ Milk yield, kg	***	***	***	***
Tauku saturs/ Fat content, %	***	***	**	***
Olbaltumvielu saturs/ Protein content, %	***	***	0.455 n.s.	***
Kazeīna saturs/ Casein content, %	***	***	0.772 n.s.	***
Laktozes saturs/ Lactose content, %	***	***	***	***
Urīnvielas saturs/ Urea content, mg dl ⁻¹	***	***	**	0.56 n.s.

p < 0.01; *p < 0.001 - faktors ietekmē piena produktivitātes pazīmi būtiski/ factor has significant influence on milk productivity traits; n. s. - faktoram nav būtiskas ietekmes uz piena produktivitātes pazīmju vidējo vērtību izmaiņām/ factor does not have significant influence on milk productivity traits.

Kā liecina iegūtie rezultāti, tad pētītās piena produktivitātes un kvalitātes pazīmēs būtiski atšķirās izvēlētajās saimniecībās. Arī dažādos pētījuma jeb gada mēnešos govīm bija būtiski atšķirīgas piena produktivitātes un kvalitātes pazīmju vidējās vērtības (p<0.001).

Govju vecums nozīmīgi ietekmēja izslaukuma, tauku, laktozes un urīnvielas satura vidējās vērtības pētījuma laikā (p<0.001, p<0.01), bet šī faktora būtisku ietekmi nenovērojām uz olbaltumvielu un kazeīna satura vidējo vērtību izmaiņām. Dažādā laktācijas periodā govīm ir atšķirīga piena produktivitāte, ko apstiprināja arī mūsu pētījuma rezultāti, jo faktors „laktācijas

diena” būtiski ietekmēja piena daudzuma un sastāva vidējās vērtības ($p < 0.001$). Izrādījās, ka šī faktora ietekmē būtiski nemainījās tikai urīnvielas līmenis pienā.

Analizējot piena produktivitātes un kvalitātes pazīmju fenotipiskās sakarības (3. tabula), noskaidrojām, ka izslaukumam ir vāja negatīva sakarība ar tauku, olbaltumvielu un kazeīna saturu pienā ($r_p = -0.182$ līdz -0.347), bet pozitīva ar laktozes saturu pienā ($r_p = 0.330$). Starp tādām piena sastāva pazīmēm, kā tauku - olbaltumvielu un tauku - kazeīna saturs, novērojām vāju pozitīvu sakarību (attiecīgi $r_p = 0.393$ un 0.394), bet vāja negatīva sakarība bija starp minētajām pazīmēm un vēl vienu piena sastāva rādītāju – laktozes saturu pienā ($r_p = -0.134$ līdz -0.214). Cieša pozitīva sakarība ($r_p = 0.990$) bija starp olbaltumvielu un kazeīna saturu pienā.

Urīnvielas saturam pienā bija vāja pozitīva sakarība ar izslaukumu, olbaltumvielu, kazeīna un laktozes saturu ($r_p = 0.053$ līdz 0.183), bet vāja negatīva sakarība ar tauku saturu pienā ($r_p = -0.138$).

3. tabula Piena produktivitātes rādītāju fenotipiskā korelācija/ Table 3. Phenotypical correlation between milk productivity traits

Pazīmes/ Traits	Tauku saturs/ Fat, %	Olbaltumvielu saturs/ Protein, %	Kazeīna saturs/ Casein, %	Laktozes saturs/ Lactose, %	Urīnvielas saturs/Urea, mg dl ⁻¹
Izslaukums/ Milk yield, kg	-0.182**	-0.347**	-0.339**	0.330**	0.190**
Tauku saturs/ Fat content, %	1	0.393**	0.394**	-0.202**	-0.138**
Olbaltumvielu saturs/ Protein content, %		1	0.990**	-0.214**	0.053**
Kazeīna saturs/ Casein content, %			1	-0.134**	0.059**
Laktozes saturs/ Lactose content, %				1	0.183**
Urīnvielas saturs/ Urea content, mg dl ⁻¹					1

** starp pazīmēm pastāv būtiska sakarība/ correlation is significant at the 0.01 level

Jāpiezīmē, ka starp visām iepriekš apskatītajām pazīmēm pastāv statistiski nozīmīga korelācija ($p < 0.01$).

Diskusija

Teorētiski dzīvnieks savas piena produktivitātes ražošanas spējas pilnībā parāda tad, kad viņš laktācijas laikā dienu no dienas, bez straujiem piena izslaukuma kritumiem vai kāpumiem, var ražot produkciju bioloģisko spēju robežās (Huth, 1995). Tomēr ikdienā govns ir pakļauts dažādiem vides faktoriem, kas rada piena produktivitātes un kvalitātes pazīmju izmaiņas. Krasākās piena daudzuma un sastāva izmaiņas var novērot periodos, kad govns organismam ir vislielākā slodze. Tas ir pirms - un pēc dzemdību periods un laktācijas maksimālās produktivitātes laiks,

Kā norāda vairāki autori, piena sastāvs ir govju sabalansētas ēdināšanas un veselības stāvokļa rādītājs. Ārziemju autoru darbos ir analizēta tauku un olbaltumvielu satura attiecība (*FEQ – Fett – Eiweiss Quotient*), kuras normālā vērtība ir 1.17 līdz 1.23. Šai attiecībai samazinoties zem 1.17, autori norāda, ka barības devā ir enerģijas un proteīna pārpalikums un rupjās barības iztrūkums. Savukārt ja tauku un olbaltumvielu satura attiecība pārsniedz 1.23, varam runāt par proteīna iztrūkumu, sliktu enerģijas izmantošanu, kā arī ar kokšķiedru pārbagātu barību (Spohr, Wiesner, 1991; Rossow, Richardt, 2003). Minētie autori arī norāda, ja barības devā ir paaugstināts enerģijas daudzums tad būs augsts laktozes saturs pienā.

Mūsu pētījuma laikā z/s „Graudiņi”, z/s „Pērles” un z/s „Ogre” tauku un olbaltumvielu attiecība bija ieteiktajās robežās (1.22 – 1.24), bet MPS „Vecauce” tā bija nedaudz zemāka par vēlamo – 1.15. Savukārt z/s „Skoliņa” un z/s „Kundziņi” pētījuma laikā novērojām līdzīgi paaugstinātu tauku un olbaltumvielu attiecību, attiecīgi 1.39 un 1.38.

Proteīna, tai skaitā kazeīna līmenis pienā ir viens no biezpiena un siera ieguves limitējošiem rādītājiem. Atgremotāju, t.sk. govju pienā kazeīns ir 80% no kopējā piena olbaltumvielu satura (Foissy, 2004). Pētījuma saimniecībās kazeīna saturs bija 78 – 79% no kopējā olbaltumvielu satura. Urīnviela ir neizbēgams olbaltumvielu noārdīšanās gala produkts.

Urīnvielas daudzums pienā raksturo, cik pilnvērtīgi dzīvnieks pārstrādā proteīnu un cik optimāli ir vielu maiņas procesi tā organismā. Šīs vielas ieteicamais daudzums pienā ir no 150 līdz 300 miligrami litrā (15 līdz 30 mg dl⁻¹; Spohr, Wiesner, 1991). Rādītājs ir svarīgs dzīvnieka veselības un ēdināšanas kvalitātes noteikšanai – ja dzīvniekam pastiprināti baro olbaltumvielas, tiek pārslogotas aknas un samazinās izslaukums. Ja pienā urīnvielas daudzums ir zem normas, tad dzīvnieka barībā nepietiek olbaltumvielu. Turpretī augsts urīnvielas saturs pienā norāda, ka nepietiekamā daudzumā uzņemti viegli fermentējamie ogļhidrāti (cukuri, ciete), uzņemts pārāk liels proteīna daudzums un barības deva nav sabalansēta (Rossow, Richardt, 2003; Osītis, 2005).

Barības sastāva izmaiņas, nosakot pienā urīnvielas daudzumu, var atklāt jau tajā pašā vai nākamajā dienā, kamēr kopējā olbaltumvielu daudzuma izmaiņas pienā redzamas aptuveni pēc mēneša. Urīnvielu var noteikt kā pienā, tā asinīs, zinātniski pierādīts, ka iegūtie rezultāti korelē. Tomēr piena paraugus ņemot ir vienkāršāk un lētāk. Tāpēc daudzās Eiropas Savienības valstīs šis rādītājs tāpat kā piena tauku un olbaltumvielu saturs tiek kontrolēts ikmēneša piena analizēs, un tiek izmantots kā govju sabalansētas ēdināšanas rādītājs.

Pētījuma laikā vidējais urīnvielas saturs pienā nepārsniedza maksimāli pieļaujamo robežu 30 mg dl⁻¹, tomēr MPS „Vecaucē” tas bija 27.8 mg dl⁻¹, bet z/s „Pērles”- 28.3 mg dl⁻¹. Kā norāda vācu zinātnieks Richardts (2004), govīm, kuru produktivitāte ir 9000 un vairāk kg laktācijā, urīnvielas daudzums no 30 - 35 mg dl⁻¹ nav jāuzskata par ekstrēmu rādītāju. Tātad z/s „Pērles”, kur govs vidējais izslaukums laktācijā ir lielāks par 10000 kg, uzrādītais urīnvielas saturs pienā būtu jāuzskata par pieļaujamo.

Secinājumi

Pētījuma laikā govju izslaukums, piena sastāva un kvalitātes pazīmes pētījuma saimniecībām bija būtiski atšķirīgi ($p < 0.05$).

Piena produktivitātes un kvalitātes pazīmju vidējās vērtības būtiski atšķīrās gan izvēlētajās saimniecībās, gan dažādos pētījuma mēnešos ($p < 0.001$). Govju vecums nozīmīgi ietekmēja izslaukuma, tauku, laktozes un urīnvielas satura vidējās vērtības pētījuma laikā ($p < 0.001$, $p < 0.01$). Faktors „laktācijas diena” būtiski ietekmēja piena daudzuma un sastāva vidējās vērtības ($p < 0.001$), bet šī faktora ietekmē urīnvielas līmenis pienā būtiski nemainījās.

Starp piena sastāva un kvalitātes pazīmēm cieša pozitīva sakarība novērota olbaltumvielu un kazeīna saturam ($r_p = 0.990$), vāja pozitīva tauku un olbaltumvielu, ka arī tauku un kazeīna saturam ($r_p = 0.393$ līdz 0.394). Laktozes saturam pienā novērojām vāju negatīvu sakarību ar pārējiem piena sastāva rādītājiem ($r_p = 0.214$ līdz -0.134). Urīnvielai bija vāja negatīva sakarība ar tauku saturu pienā, bet vāja pozitīva ar pārējiem piena sastāva komponentiem.

Literatūra

1. Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. (2000) Multivariate Analysenmethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. Berlin: Springer, 661.
2. Huth F. W. (1995) Die Laktation des Rindes: Analyse, Einfluss, Korrektur. – Stuttgart: Ulmer, S. 289.
3. Foissy H. (2004) Milchwirtschaft. IMB – Verlag, Universität für Bodenkultur Wien, 2-29.
4. Osītis U. (2005) Dzīvnieku ēdināšana kompleksā skatījumā. Jelgava: Ozolnieki, 320.
5. Richardt W. (2004) Milchhaltsstoffe als Indikatoren für die Fütterung und Gesundheit von Milchkühen. Themen zur Tierernährung S. 1- 13 [skatīts 2004.g. 25. aug.]. Pieejams: <http://www.Vilomix.com>
6. Rossow N., Richardt W. (2003) Nutzung der Ergebnisse der Milchleistungsprüfung für die Fütterungs- und Stoffwechselkontrolle [skatīts 2004.g. 15. jūl.]. Pieejams: <http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel68/artikel68.pdf>.
7. Spohr, M., Wiesner H.U. (1991) Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung. Milchpraxis. 29, 231-236.

EVALUATION OF THE MICROSATELLITE POLYMORPHISM IN INTRON I OF THE MYOSTATIN GENE (MSTN) IN LATVIAN BLUE CATTLE BREED

Mazvērsīte, J.¹, Grīslis, Z.², Sugoka, O.¹, Sokolovska, J.¹ and Sjakste, T.¹

¹Institute of Biology of the University of Latvia, Miera 43, Salaspils, LV2169, Latvia; ²Latvia University of Agriculture, Liela iela 2, Jelgava, Latvia, LV-3001, phone: +371 67944559, e-mail:

tanja@email.lubi.edu.lv

Abstract

Myostatin (MSTN), a member of the transforming growth factor-beta (TGF-beta) superfamily, is a highly conserved, potent negative regulator of skeletal muscle growth in many species from rodents to humans. Loss of MSTN activity in cattle, mice, and humans leads to a profound phenotype of muscle overgrowth associated with more numerous and larger fibers and enhanced regenerative capacity. Several *MSTN* gene structural variations have been reported as potentially significant in cattle phenotype performance. Here we report preliminary data on the microsatellite polymorphism of the first intron of the *MSTN* gene in *Latvian Blue* cattle breed.

Key words

Cattle, myostatin, microsatellite, polymorphism.

Introduction

Growth and differentiation factors (GDF) specifically regulate tissue and cell growth and differentiation. One of GDF proteins, GDF-8, also called myostatin (MSTN) has been considered as a novel and unique regulator of muscle growth (Tajbakhsh et al., 1996; Rudnicki et al., 1993; Zhu & Miller, 1997; Kassar-Duchaussoy et al., 2004). *MSTN* gene is highly conserved across species and is expressed both in developing and mature skeletal muscle (McPherron, 1997). Multiple experimental findings on mice overall suggests that low or moderate inhibition of myostatin levels leads to muscle hypertrophy whereas total myostatin suppression leads to muscle hyperplasia (Joulia-Ekasa & Cabello, 2006).

The bovine *MSTN* gene is located at 2q11 (Bovmap Database, <http://dga.jouy.inra.fr/cgi-bin/lgbc/gene.operl?BASE=cattle>) and consists of three exons and two introns. Phenotype of several cattle breeds, such as *Belgian Blue*, exhibiting an obviously increased muscle mass (double muscled phenotype), was correlated with mutations at the *MSTN* locus (Charlier et al., 1995). Several *MSTN* gene inactivating mutations that naturally occur in bovine strains are associated to the increased total muscle mass associated to hyperplasia (Grobet et al., 1997; Kambadur et al., 1997; McPherron & Lee, 1997; Karim et al., 2000).

In many species belonging to the *Artiodactyla* (pig, goat, sheep, cattle), first intron of the *MSTN* gene is characterized by the presence T-mononucleotide microsatellite (MS). High variability of T-repeat units as well as its 5' flanking sequence was identified within and between some bovine breeds (De la Rosa-Reina et al., 2006).

The origin, evolutionary conservatism and/or variability and biological function of MS concerning genomic regions are not well understood. However, in recent years it has become clear that MS and their flanking regions are functionally active participants of gene and genome function. They could code for regulatory elements, participate in hairpins and Z-fingers and other secondary structures influencing the gene transcription and processing (Lewin, 2004). Our findings on barley beta-amylase gene indicate that MS motif is in strong correlation with the whole intron haplotype and trait responsible SNPs in neighboring exons (Sjakste & Zhuk, 2006). Therefore, studies of MS polymorphism of the corresponding genes could give information on the population variability as well as to precisely characterize haplotypes, their association with the phenotypes and to establish MS functional implications.

The goal of this pilot study was to characterize *MSTN* gene intron I haplotype on single nucleotide polymorphisms (SNPs) and MS polymorphisms in *Latvian Blue* cattle breed, developed from indigenous Latvian cattle breed and one of the rarest cattle breeds in the world (Grislis, 2006).

Materials and Methods

The blood of the seven animals was obtained from Latvian farmers as part of the common contract project Nr 120706/S386 between Latvia University of Agriculture and Latvian Ministry of Agriculture.

DNA was isolated from 500 µl of blood of each animal using K0512 Genomic DNA Purification Kit (Fermentas, Lithuania) according to producer protocol. DNA quality and quantity were visualized with electrophoresis in 1% agarose gel.

The 5' region of the intron I of the *MSTN* gene was amplified with forward primer AMXaF: 5'-TCA TTA CCA TGC CCA CGG AGT GTG-3' and reversal primer AMXaR: 5'-TTT ACT TCC TTA TTG CTC TTA CTA-3'. PCR reactions were performed in total volume of 30 µl containing 1.5 mM MgCl₂, 10 mM dNTP, 0.6 mM of each primer, 3 µl of 10 x PCR buffer, 0.75 U Taq DNA Polymerase (Fermentas, Lithuania), and 100 ng of genomic DNA. The PCR reaction was carried out in an Eppendorf Mastercycler gradient thermocycle under the following conditions: initial denaturing of 94 °C, 3 min, 35 cycles of denaturing 94 °C for 30 sec, annealing 54 °C for 30 sec and extension of 72 °C for 1min, and final extension of 72 °C for 5 min.

Amplification was followed by direct sequencing in both directions with forward primer

AMBsF: 5'-CCACGGAGTGTGAGTAGTCCT G-3' and reversal primer

AMBsR: 5'-TTGCTCTACTAATACATTAAGT-3'. DNA sequencing was carried out in Latvian Biomedical Center on Abi Prism 3100 Genetic Analyzer. The strategy of amplification is presented in Fig. 1. Primer design was performed by the Primer 3.0 program using the highly conserved regions of exon I and intron I generated from database available *MSTN* genomic sequence (GeneBank accession AB076403). Alignments of the previously published *MSTN* intron I genomic sequences and sequences obtained in this study were generated by the multiple alignment service ClustalW (<http://clustalw.genome.jp/>).

Bos taurus *MSTN* gene structure

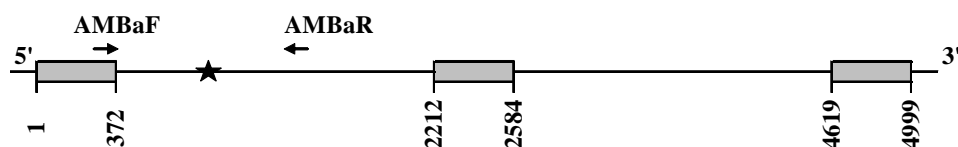


Figure 1. The *MSTN* gene structure and the strategy of amplification. Nucleotide numbering is given according to the sequence reported previously as *MSTN* gene for *Bos taurus* (GeneBank accession AB076403). Exons are indicated in grey. Star shows location of MS in the first intron of the gene.

Results and Discussion

The amplification of the 5' region of the intron I of the *MSTN* gene resulted in the product of expected size (approximately 635 bp) for all 7 animals of *Latvian Blue* cattle breed used in pilot study. All amplification products were sequenced in both forward and reversal direction.

Two alleles of MS of different (T)_n mononucleotide repeat number and different sequence motif were detected (Table 1, Fig. 2). Longest allele 1 was detected in homozygous condition (Fig. 2A) in 3 animals and characterized by sequence motif A⁷⁷³(GG)₂(GT)₂TG(T)₁₈C (Table 1). Sequence of the allele 1 differs from corresponding gene portion of reported previously *MSTN* genomic sequence (GeneBank: AB076403) only in (T)_n repeat number ((T)₁₈ and (T)₁₉ correspondingly). Practically the same MS motif A⁷⁷³(G)₂(GT)₂TG(T)_nT was described for *MSTN* gene of *Beefmaster* and *Chianin cattle breeds* (De la Rosa-Reina et al., 2006), the difference is limited to (T)_n repeat number and SNP C⁷⁹⁸ → T flanking MS from 3' end.

Table 1. Result of *MSTN* MS polymorphism analysis in *Latvian Blue* cattle. Nucleotide numbering is given according to the sequence reported previously as *MSTN* gene for *Bos Taurus* (GeneBank accession AB076403)

MS allele	Allele sequence	Number of animals		
		Homozygote on allele 1	Homozygote on allele 2	Heterozygote on allele 1/allele 2
Allele 1	A ⁷⁷³ (GG) ₂ (GT) ₂ TG(T) ₁₈ C	3		
Allele 2	A ⁷⁷³ (G) ₂ (T) ₁₄ C		1	3

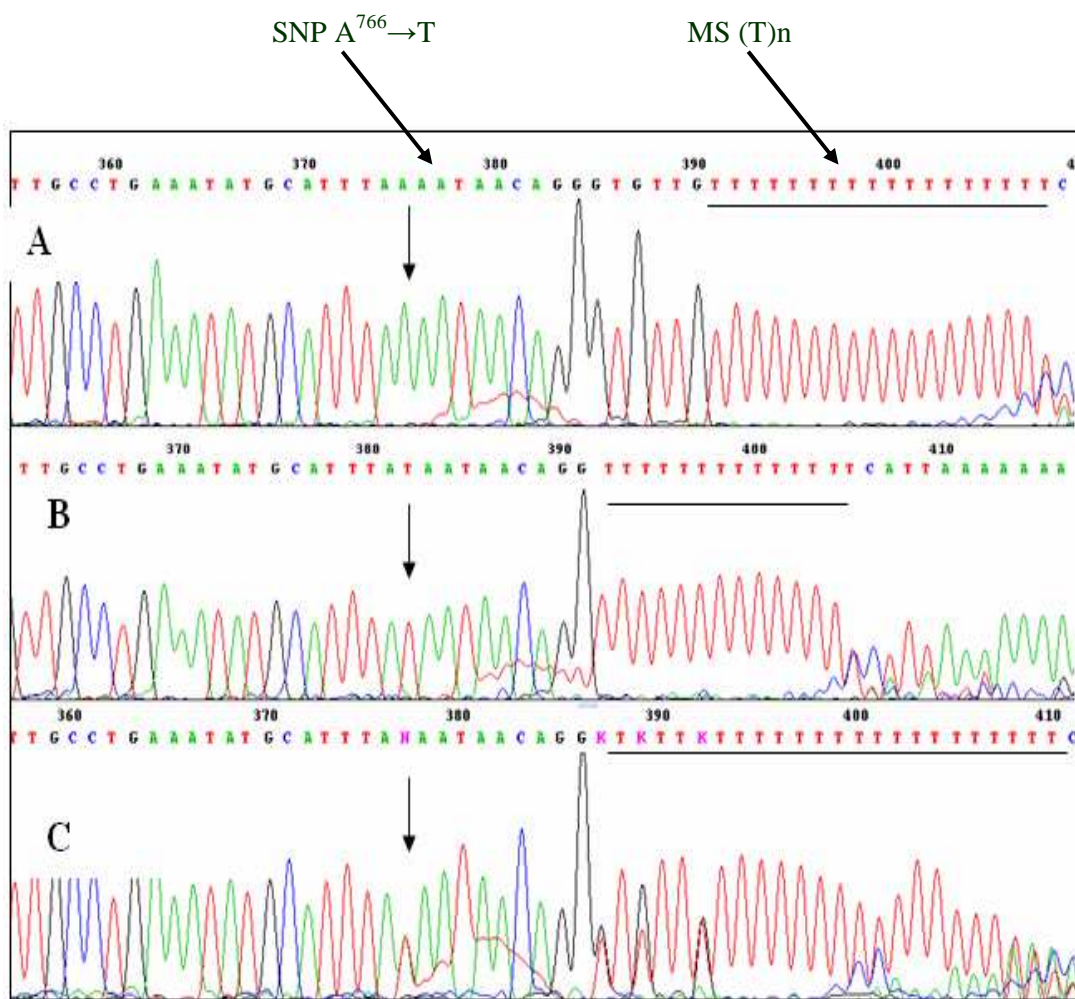


Figure 2. The sequencing results on the *MSTN* gene MS region in *Latvian Blue* cattle. A – homozygote on MS allele 1; B – homozygote on MS allele 2; C – heterozygote.

Shortest allele 2 of *Latvian Blue* cattle of core motif A⁷⁷³(G)₂(T)₁₄C was detected in homozygous condition (Fig. 2B) only in one case (Table 1). Similar MS motif A⁷⁷³(G)₂(T)_nT with repeat number variation from 11 till 14 and T nucleotide at position 798 was described previously for *MSTN* gene of *Beefmaster*, *Brahman*, *Charolais*, *Simmental* cattle breeds (De la Rosa-Reina et al., 2006). Allele 2 is different from the reported sequence (GeneBank: AB076403) variant not only in MS core motif but also in several SNPs including SNP A⁷⁶⁶→T in 5' region from the MS repeated portion (Fig. 2B).

The comparison of sequence results of the both allele 1 and allele 2 (Fig. 2A and B) allowed us to read the sequences we have obtained for resting three animals (Fig. 2C) and to make conclusion on heterozygote genotype of gene portion analyzed (Table 1, Fig. 2).

Based on the analysis of both homozygote and heterozygote conditions of allele 2 we suggest that SNP A⁷⁶⁶→T could be linked with MS motif in one linkage block.

In our pilot study we demonstrated that *MSTN* gene MS polymorphism is represented in *Latvian Blue* cattle breed at least by two alleles of different repeated portion motifs and neighbouring SNPs polymorphisms. In set of 7 animals analyzed allele 1 was more frequent (6 and 3 alleles for 3 homozygotes and 3 heterozygotes correspondingly) and allele 2 was revealed as less frequent (2 and 3 alleles for 1 homozygote and 3 heterozygotes). As animals were not selected specially for any traits we could suggest that the same allele presentation and distribution could characterize *Latvian Blue* cattle breed in general. However, broad population study is necessary to prove all our suggestions.

Conclusions

MSTN gene MS polymorphism is represented in *Latvian Blue* cattle breed at least by two alleles of different repeated portion motifs and neighbouring SNPs polymorphisms.

Allele 2 is different from the reported sequence (GeneBank: AB076403) variant not only in MS core motif but also in several SNPs including SNP A⁷⁶⁶→T in 5' region from the MS repeated portion.

Longest allele 1 was more frequent and shortest allele 2 was revealed as less frequent. As animals were not selected specially for any traits we could suggest that the same allele presentation and distribution could characterize *Latvian Blue* cattle breed in general.

Acknowledgements

Authors are grateful to Latvian Ministry of Agriculture for financial support, contract works No 120706/S386 and No 201006/C-266. We thank Ilva Poudziunas for assistance.

References

1. Charlier, C., Coppiters, W., Farnir, F., Grobet, L., Leroy, P., Michaux, C., Mni, M., Schwens, A., Vanmanshoven, P., Hanset, R. (1995) The *mh* gene causing double muscling in cattle maps to bovine chromosome 2. *Mamm. Genome* 6, 788-792;
2. De la Rosa-Reyna, X. F., Perez, M. A. R., Sifuentes-Rincon, A. M. (2005) Microsatellite polymorphism in intron 1 of the bovine myostatin gene. *J. Appl. Genet.*, 47, 1–3;
3. Grislis, Z. (2006). Zilās Govs Vidzemē. Biedrība Širnes saglabāšanas apvienība "Zilā Govs". Jelgava, 36.
4. Grobet, L., Martin, L., Poncelet, D., Pirottin, D., Brouwers, B., Riquet, J., Schoeberlein, A., Dunner, S., Mienissier, J., Joulia-Ekaza, D., Cabello, G. (2006) Myostatin regulation of muscle development: Molecular basis natural mutations, physiopathological aspects. *Exp. cell research* 312,2401-2414;
5. Kambadur, R., Sharma, M., Smith, T. P., Bass, J. J. (1997) Mutations in myostatin (GDF8) in double-muscled Belgian Blue and Piedmontese cattle. *Genome Res.* 7, 910-916;
6. Karim, L., Coppieters, W., Grobet, L., Valentini, A., Georges, M. (2000) Convenient genotyping of six myostatin mutations causinf double-muscling in cattle a multiplex oligonucleotide ligation assay. *Anim.Genet.* 31, 396-399;
7. Kassar-Duchaussoy, L., Gayraud-Morel, B., Gomes, D., Rocancourt, D., Buckingham, M., Shinin, V., Tajbakhsh, S. (2004) Mrf4 determines skeletal muscle identity in Myf5: *MyoD* double-mutant mice. *Nature* 431, 466-471;
8. Lewin, B. (2004) *Genes VIII*. Pearson, Prentice Hall.
9. McPherron, A., Lee, S. (1997) Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene. *Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America*, 94, 12457–12461;
10. Rudnicki, M., Braun, T., Hinuma, S., Jaenisch, R. (1992) Inactivation of *MyoD* in mice leads to up-regulation of the myogenic HLH gene Myf-5 and results in apparently normal muscle development. *Cell* 71, 383-390;
11. Sjakste, T., Zhuk, A. (2006) Novel haplotype description and structural background of the eventual functional significance of the barley beta-amylase gene intron rearrangements. *Theor.Appl.Genet.* 113, 1063-1079;

12. Tajbakhsh, S., Rocancourt, D., Buckingham, M. (1996) Muscle progenitor cells failing to respond to positional cues adopt non-myogenic fates in myf-5 null mice. *Nature* 384, 266-270;
13. Zhu, Z., Miller, B. (1997) *MRF4* can substitute for myogenin during early stages of myogenesis. *Dev. Dyn.* 209, 233-241.

**KOMBINĒTĀS DUBULTIEDARBĪBAS PIEDEVU IETEKME UZ ZĀLES
FERMENTĀCIJU UN IEGŪTĀS SKĀBBARĪBAS KVALITĀTI
INFLUENCE OF COMBINED CONSERVATION ADDITIVES ON GRASS
FERMENTATION AND OBTAINED SILAGE QUALITY**

Ošmane B., Jemeljanovs A., Konošonoka I.

Latvijas Lauksaimniecības Universitāte Biotehnoloģijas un Veterinārmedicīnas Zinātniskais Institūts „Sigra”,
Zinātnes iela 1, Latvija, LV-2150, Fakss: +371 7976655, e-pasts: sigra@lis.lv
Latvian University of Agriculture Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine „Sigra”,
Zinātnes iela 1, Latvia, LV-2150, Fax: +371 7976655, e-mail: sigra@lis.lv

Abstract

Aerobic instability is a problem on many farms. Use of biological inoculant can improve silage fermentation, but is not effective in protecting silage exposed to air. Aerobic deterioration generates losses and reduces hygienic quality during the feed-out. A combination of inoculant and chemical treatment has the potential to enhance aerobic stability. The aim of experiment was to evaluate the effect of combined use of biological inoculant and chemical additives Na benzoate and K sorbate on fermentation quality and aerobic stability of red clover/galega silage during the feed out. The application of an additives Na benzoate and K sorbate enhanced lactic acid content, reduced pH and eliminated butyric acid fermentation in silage. When the silages were open to air, a difference in the pH and mould growth was significant. After 6 days exposure in open air pH level on control variant (untreated silage) increased from 4,00 to 4,75, but of silage with inoculant and additives pH level was stable. After 8 days, when silage was open, the untreated silage contained higher count of moulds (1×10^8 CFU g^{-1} – colony forming units), than silage with inoculant and additives (0 CFU g^{-1}). The treated silage quality and aerobic stability was not significantly ($p > 0,05$) different between silage which open in 1, 3, 8 days. Silage with biological inoculant and Na benzoate or K sorbate provides significantly ($p < 0,05$) increasing of milk yield about 1,1 kg per day from cow, comparison with not treated silage. It was concluded that the improvements in fermentation and aerobic stability resulted in a higher performance of dairy cows.

Key words

Combined additives, second fermentation, silage quality.

Ievads

Nepareizas fermentācija procesu rezultātā skābbarībā zūd barības vērtība, un tajā var rasties nevēlamas vielas kā, piemēram, sviestskābe, kas samazina barības apēdamību, līdz ar to tā ietekmē dzīvnieku veselību un iegūtās lopkopības produkcijas kvalitāti.

Būtisks skābējāmības rādītājs ir zaļmasas mikrobiālais spektrs (pienskābes, sviestskābes, enterobaktērijas, pelējumsēnes un raugveida sēnes) un tā procentuālais sastāvs. Sausnas satura palielināšana vienmēr izmaina fermentācijas procesus skābbarībā. Labas skābbarības gatavošanas procesā būtiska nozīme ir katra auga skābēšanas kritiskajam sausnas saturam. Pienskābes baktērijas labi darbojas arī masā ar paaugstinātu sausnas saturu, kad citu mikroorganismu darbības diapazons ierobežots (Jemeljanovs, 2005; Kravale, 2005).

Svarīgs nosacījums zaļmasas skābēšanā ir tās ātra iekonservēšana pēc nopļaušanas. Skābējot masu ar augstāku barotājvērtību, t.i. pirmajās augu attīstības fāzēs, augos esošās olbaltumvielas, to skaldprodukti, minerālvielas u.c. masas skābšanas laikā neitralizē organiskās skābes (sevišķi pienskābi). Šādi procesi neļauj masai normāli ieskābt. Pirmajās attīstības fāzēs zaļmasa grūtāk apvīst, ko izraisa osmotiskā spiediena izmaiņas augā. Tādēļ, lai iekonservētu grūtāk skābstošu zāli, jālieto skābēšanas piedevas (Ošmane, 2005; piena lopkopība, 2001).

Pēc skābbarības tvertnes atvēršanas, tās izēdināšanas laikā, kad masai piekļūst gaiss, var sākties barības bojāšanās. Gaisa klātbūtnē raugi skābbarībā noārda pienskābi, kas savukārt rada labvēlīgus apstākļus nevēlamās mikrofloras darbībai. Īpaši bīstamas ir pelējumsēnes, kas gaisa klātbūtnē skābbarībā veicina mikotoksīnu rašanos un uzkrāšanos. Dažādos pētījumos visā pasaulē tiek analizēti paņēmieni, kā novērst vērtīgo barības vielu noārdīšanos un skābbarības kvalitātes pazemināšanos aerobās bojāšanās rezultātā.

Kālija sorbāta un nātrija benzoāta piedevas konservējamai masai, teorētiski aizkavē otrreizējo fermentāciju vai masas bojāšanos un rezultātā uzlabo lopbarības kvalitāti viegli skābstošām kultūrām, nodrošina augstāku dzīvnieku produktivitāti. (Park, 2005; Wolford, 2003). Tādēļ veicām izmēģinājumus ar grūti skābstošu zāles masu, tai pievienojot dubultiedarbības piedevas, lai izvērtētu iegūtās barības kvalitāti, kas rodas aerobās bojāšanās rezultātā.

Darba mērķis bija noteikt ierauga „Lacto Fast” un piedevu Na benzoāts un K sorbāts iedarbību uz grūti skābstošas zāles masas fermentāciju un iegūtās skābbarības kvalitāti.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumu veicām ar grūti skābstošu augu masu, kas sastāvēja no Galegas (*Galega orientalis Lam.*) 40 % + Sarkanā āboliņa (*Trifolium Pratense*) 50% + timotiņa (*Phleum pratense L.*) 10 %. Skābbarība tika gatavota rudenī (2005.) ražošanas apstākļos (1. un 3. variants) un no pirmā plāvuma zāles cerošanas fāzē pavasarī (2006.) laboratorijas apstākļos trīs atkārtojumos (2, 4, 5 varianti):

1. kontrole (skābbarība bez piedevām);
2. ar LactoFast piedevu (deva 2 g t⁻¹);
3. ar LactoFast un Na benzoāts piedevām (Na benzoāta deva 300 g t⁻¹);
4. ar LactoFast un K sorbāts piedevām (K sorbāta deva 300 g t⁻¹);
5. ar LactoFast un Na benzoāta un K sorbāta piedevām

Lacto Fast ir no *Lactobacillus plantarum* pienskābām baktērijām izstrādāts ieraugs.

Tranšējās skābbarības gatavotas atšķirīgi:

1. kontrole, bez piedevām,
2. ar LactoFast (deva 2 g t⁻¹) + Na benzoāts piedevu (300 g t⁻¹).

Abās tranšējās skābēta vienāda botāniskā sastāva zaļmasa (galega +sark. Āboliņš + timotiņš – 50 : 40 : 10 %). Pļaujot masu, tā tika sasmalcināta (7-10 cm). Piedeva LactoFast un Na benzoāts pirmā tranšējas masā tika ievadīti ar dozatoru. Zāle pirms skābēšanas bija apvītināta 24 stundas. Otrā tranšēja tika iekonservēta bez piedevām. Austrumu galega un sarkanais āboliņš ar timotiņu stirpā tika likts kārtām.

Skābbarībai izēdināšanas laikā vienu reizi mēnesī noteicām tās kvalitāti (bioķīmiskais sastāvs, barības vērtība, pH, pienskābi, sviestskābi, etiķskābi, skābju summu un to attiecību). Vērtējumu veicām pēc Flīga skalas.

Pirms ķīmisko analīžu veikšanas paraugi tika izžāvēti līdz gaisausam stāvoklim 60^o–65^oC temperatūrā

Zaļmasā pirms konservēšanas noteicām:

- Sausnu (DM) (ISO 6496-1999) – izžāvējot paraugu pie 103 ± 2 °C,
- Kopproteīnu (CP) (ISO 5983-1997) – pēc Kjeldāla metodes,
- kokšķiedras frakcijas (ADF – ar skābi skalota, NDF-neitrāli skalota) – pēc van Soesta metodes (Forage Analyses met 5.1; 5.2; 4.1),
- cukuru (WCS) (GOST 26176 –91) – pēc Bertrāna metodes,
- buferkapacitāti (BC) – pēc Zubriļina metodes,
- fermentācijas koeficientu (FC)– aprēķināts pēc Weisbacha(1997):

$$1. FC = DM \% + 8 WCS / BC,$$

Iegūstamo datu augstākai precizitātei zaļmasas konservēšanu veicām arī laboratorijā, kur 3 l stikla trauka skābbarības masa tika konservēta pēc analogiskiem principiem kā tranšējās. Iegūtie skābbarības paraugi nosvērti uz laboratorijas galda svāriem ar precizitāti ± 1g,

Tad aprēķinājām barībā neto enerģiju laktācijā (NEL), MJ kg⁻¹ sausnas, daudzumu:

$$2. NEL = (0.0245 \times TDN \% \text{ sausnā} - 0.12) \times 4.184;$$

3. TDN (sagremojamo barības vielu daudzums sausrnā) = 88.9 – (ADF % x 0.779).s
Atverot skābbarības traukus laboratorijā tika pētīta piedevu ietekme uz otrreizējo fermentāciju. Šo pētījumu veikšanai lietotām skābbarības trauku atvēršanas laika dinamiku (pēc trauku atvēršanas 1, 3, 8 dienām).

Skābbarību analizējām mikrobioloģiski un bioķīmiski ZI "Sagra" akreditētajā bioķīmijas laboratorijā (akreditācijas Nr. LATAK-T-038-01-99-A):

1. sausrnu – žāvējot paraugu pie 103 ± 2° C, (ISO 6495-1999);
2. kopproteīnu pēc Kjeldāla metodes, (ISO 5983-1997);
3. kokšķiedras frakcijas pēc van Soesta metodes (Forage Analyses met 5.1; 5.2; 4.1) ;
4. pH ar OAKTON, no dabīgā parauga (GOST 26180-84);
5. cukuru pēc Bertrāna metodes, (GOST 26176-91);
6. kopskābes pēc Lepera-Flīga metodes;
7. sviestskābi – no dabīgā parauga pēc Vīgnera metodes (GOST 23637-90);
8. etiķskābi, pienskābi pēc Vīgnera metodes, no dabīgā parauga (GOST 23638-90).

Mikrobioloģiski noteicām kopējo mikroorganismu daudzumu, pienskābes, sviestskābes baktērijas, pelējumsēnes un raugveida sēņu KVV g⁻¹ (Koloniju Veidojošās Vienības) skaitu pēc vispārpieņemtām metodēm (izmantojot Petri plates un mikroorganismu skaitu noteica saskaitot kolonijas KVV un pārrēķinot uz 1 gramu sausrnas).

Rezultāti un diskusija

Konservējot skābbarību laboratorijas un ražošanas apstākļos noteicām zaļmasas sausrnas ķīmisko sastāvu, kura vidējie dati parādīti 1.tabulā.

1.tabula Konservējamās zaļmasas atāla sausrnas ķīmiskais sastāvs/ Table 1. Chemical composition of aftergrass dry matter before conservation

Suga/ Spe cies	Sausrna/ Dry matter, %	Kop pro teīns/ Crude protein, %	Kokš ķiedra/ Total fibre, %	Cukuri/ Sugar, %	Buferkapa citāte/ Bufercapa city, Mg ekv kg ⁻¹	Fermen tācijas koefi cients/ Fermentati on coefficient	ADF, %	NDF, %
1	31.34	16.90	26.80	5.19	297.31	29.50	35.17	42.40
2	37.89	17.12	26.97	4.89	254.63	38.00	36.86	43.85

1 – austrumu galega / Galega

2 – Sarkanais āboliņš + timotiņš / Red clover + Timothy

Pēc 1.tabulā apkopotiem datiem redzam, ka sarkanajam āboliņam sausrnas sastāvs ir augstāks, salīdzinot ar galegu par 8,55%, kopproteīns par 0,12% bet cukuru mazāk par 0,3%. Fermentācijas koeficients (FC) ir zems - 29,5, kas norāda uz galegas zaļmasas zemo ieskābšanas spēju. Tādēļ, konservējot šo augu, jāizvēlas atbilstoša skābbarības sagatavošanas tehnoloģija, kas nodrošinātu pareizus fermentācijas procesus masā. Sarkanā āboliņa un timotiņa masa ieskābst vieglāk, jo tās FC ir augstāks, proti - 38.

2.tabula Tranšejās konservētas skābbarības barotājvērtība /Table 2. Feed value of trench silage

Paraugi / Samples	Sausrna / Dry matter, %	NEL, MJ kg-1	Kopproteīns / Crude protein, %	Sagremojamo barības vielu daudzums sausrnā / TDN, %
1	26.2	5.60	11.42	60.50
2	31.0	5.71	15.20	63.13

1 – Skābbarība bez piedevām / silage without additives

2 – Skābbarība ar LactoFast un Na benzoātu / silage with LactoFast and Na benzoate additives

Pēc 2. tabulas datiem redzams, ka skābēšanas piedevas nodrošinājušas labāku barības vērtības saglabāšanos skābbarībā, salīdzinot ar kontroles variantu, kad masa ieskābēta bez piedevām.

Piedevas Lacto Fast un Na benzoāts uzlabojušas sausnas saglabāšanos skābbarībā par 4,8 %, salīdzinot ar kontroles variantu. Kopproteīna daudzums skābbarībā ar skābēšanas piedevām augstāks par 3,8 %, nekā skābbarībā, kas gatavota bez piedevām. Varam secināt, ka augstākminētās skābēšanas piedevas uzlabojušas galegas-sarkanā āboliņa skābbarības barotājvērtību. Laboratorijas apstākļos konservētās skābbarības barotājvērtības vidējie rādītāji parādīti 3. tabulā.

3.tabula Laboratorijas apstākļos konservētās skābbarības sausnas barotājvērtība/ Table 3. Feed value of silage dry matter made in laboratory condition

Paraugs/ Sample	Sausna/ Dry matter, %	Kopro teīns/ Crude protein, %	Cukuri/ Sugar, %	Kokšķie dra/ Fibre, %	NDF, %	ADF, %	NEL, MJ kg
1	30.6	16.5	1.4	27.0	52.6	40.1	5.3
2	31.0	16.6	1.4	27.3	54.5	39.5	5.5
3	33.8	17.1	2.0	26.8	52.3	39.9	5.5
4	30.7	17.5	1.8	27.5	53.0	41.6	5.4

- 1 - Kontrole – bez piedevām / Controle without additives
 2 - Ar Lacto Fast un K sorbāta piedevu / With LactoFast and K sorbate additives
 3 - Ar Lacto Fast un Na benzoāta piedevu / With LactoFast and Na benzoate additives
 4 - Ar Lacto Fast piedevu / with Lactofast additive

Pēc 3.tabulas datiem redzams, ka barotājvērtība visaugstākā skābbarībai, kas gatavota ar skābēšanas piedevām LactoFast un Na benzoātu, salīdzinot ar citiem skābēšanas variantiem. Pārbaudot datus par barotājvērtības saglabāšanos dinamikā, atkarībā no skābējamās masas anaerobo apstākļu radīšanas laika (1, 3, 8 dienas), ieskābējot konstatēts, ka rezultātu atšķirības, dažādos laikos nosegtām masām nebija būtiskas ($p > 0,05$). Ja skābējamā masa netiek strauji nosepta, novērojama tās barotājvērtības pazemināšanās tendence.

Konservējot dažādas zāles masu, gan ražošanas, gan laboratorijas izmēģinājumos konstatējam, ka skābēšanas dubultiedarbības piedevas nodrošinājušas labu skābbarības kvalitāti un barotājvērtību kā uzglabāšanas tā arī izēdināšanas laikā. Līdzīgi pētījumu rezultāti par zāles skābbarības kvalitāti iegūti strādājot ar citu bioloģisko ieraugu 2005. gadā (Jemeljanovs, Ošmane, Ramane, 2005.). Dažādu konservējamo zaļmasu mikrobiālais sastāvs ir atšķirīgs un tas dažādi var ietekmēt fermentācijas procesus skābbarībā (4.tabula).

4.tabula Konservējamās zaļmasas atāla mikrobioloģiskais sastāvs 1 g parauga/ Table 4. Microbiological composition of conserved green mass aftergrass in 1 g sample

Paraugs / Sample	Kopējais KVV skaits / Total CFU	Pienskābo baktēriju KVV skaits/ Lactic acid bacteria CFU	Sviestskābo baktēriju KVV skaits/ Butyric acid bacteria CFU	Pelējuma sēnīšu KVV skaits/ Moulds CFU	Rauga sēnīšu KVV skaits/ Yeasts CFU
1	22×10^{12}	1×10^2	31×10^6	34×10^8	8×10^8
2	15×10^{12}	0	38×10^6	8×10^8	4×10^8

- 1 – Sarkanais āboliņš + timotiņš / Red clover + Timothy
 2 - Austrumu galega / Galega

Pēc 4.tabulas datiem redzams, ka sarkanā āboliņa un austrumu galegas paraugos maz vai nav nemaz pienskābo baktēriju, kas nepieciešamas pareiza fermentācijas procesa norisei skābbarībā. Toties paraugos daudz sviestskābes baktēriju un pelējumsēņu, salīdzinot ar pienskābām baktērijām. Zāli nopļaujot, mikroorganismu iedarbības rezultātā sākas dažādu augu šūnu organisko savienojumu noārde. Sevišķi šie procesi aktivizējas, ja aizkavēta nopļauto augu iekonservēšana. Paaugstināta iespēja baktērijām vairoties uz augiem to augšanas kā arī vītināšanas laikā pēc nopļaušanas uz lauka ir tad, ja augiem trūkst mitruma un tie apvīst. Tad augu šūnu puscaurlaidīgās membrānas sāk zaudēt aiztures spēju, no šūnām sāk izdalīties cukuri, minerālvielas, aminoskābes, kurus baktērijas izmanto sev barībai. Liela daļa uz augiem sastopamo mikroorganismu ir aerobi, kuri pirmie sāk vairoties labvēlīgos apstākļos. Uz zālājiem galvenokārt atrodas aerobās pelējumu

sēnes (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* ģintis u.c.) un enterobaktērijas (*Proteus*, *Pseudomonas* ģintis u.c), tie ir konkurenti pienskābes baktērijām galveno barības vielu- cukuru-izmantošanā. Pienskābes baktēriju skaits un aktivitāte zālē var būt dažāda atkarībā no botāniskā sastāva, veģetācijas fāzes un klimatiskiem apstākļiem (Krūklāde u.c., 1981; Kravale, 2000). Sakarā ar to, zinot konkrētās masas mikrobiālo spektru, jāizvēlas konservēšanai pareizā sagatavošanas tehnoloģija, kas nodrošinātu pareizus fermentācijas procesus. Izmēģinājuma gaitā esam izanalizējuši ražošanā gatavotās austrumu galegas, sarkanā āboliņa un timotiņa skābbarības fermentācijas kvalitāti (5.tab.).

5.tabula Tranšeju skābbarības kvalitātes rādītāji sausnā /Table 5. Quality index of trench silage in dry matter

Paraugs/ Sample	Sausna/ DM, %	pH	Kopējā pienskābe/ Lactic acid, %	Kopējā etiķskābe/ Acetic acid, %	Kopējā sviestskābe/ Butyric acid, %	Kopējās skābes/ Total acids, %
1	27.2	4.2	9.9	2.9	0.4	13.2
2	33.1	4.3	5.2	1.8	0.1	6.4

1 – Kontrole – bez piedevām / Control variant, without additives

2 – Ar LactoFast un Na benzoāts piedevu / With LactoFast and Na benzoate additives

No 5. tabulā apkopotiem rezultātiem redzams, ka skābēšanas piedevas nodrošinājušas pareizāku fermentācijas procesu, kā rezultātā būtiski ($p < 0,01$) samazinājies kopējais sviestskābes daudzums skābbarībā. Piedevas uzlabojušas sausnas saglabāšanos masā un samazinājušas kopskābju daudzumu, kas sastāda tikai 6,4 %. Tādā sakarā uzlabojas skābbarības ēdamība par 1,7 %, kā arī paaugstinās dzīvnieku produktivitāte par 1,1 kg dienā no govīm un iegūtās produkcijas kvalitāte. Līdzīgi dati doti arī 2005.gada publicētajos Woolford M. rakstos.

Pareizas fermentācijas procesu norises konkrētā skābbarības masā būtiski ietekmē arī tās mikrobiālais spektrs. Dati par tranšejās un laboratorijas apstākļos sagatavotās skābbarības vidējo mikrobiālo sastāvu parādīti 6. tabulā.

Pēc 6.tabulas datiem, LactoFast un Na benzoāts piedevas sagatavotā tranšeju skābbarībā būtiski ($p < 0,01$) samazinājušas pelējuma un raugveida sēnīšu skaitu kā arī sviestskābes baktēriju koloniju veidojošo vienību (KVV) skaitu. Piedevas nodrošinājušas nevēlamo mikroorganismu attīstību masā, bet uzlabojušas piesniskābes baktēriju darbību, kas nepieciešams pareizu skābēšanas procesu norisei masā. Laboratorijas apstākļos ieskābētās zaļmasas ķīmiskais sastāvs līdzīgs tranšejās konservētai masai, kas apliecina ražošanas apstākļos iegūto datu ticamību.

Skābbarību mikrobiālais spektrs skābbarībā parādīts 6.tabulā.

6.tabula Laboratorijā un tranšejā gatavotu skābbarību mikrobiālais sastāvs 1 g parauga/ Table 6. Microbial composition of silage made in laboratory and in trench condition in 1 g sample

Paraugs/ Sample	Kopējais KVV skaits/ Total CFU	Pienskābo baktēriju KVV skaits/ Lactic acid bacteria CFU	Sviestskābo baktēriju KVV skaits/ Butyric acid bacteria CFU	Pelējuma sēnīšu KVV skaits/ Moulds CFU	Raugveida sēnīšu KVV skaits/ Yeasts CFU
1	10×10^{12}	3×10^6	30×10^6	12×10^8	1×10^8
2	3×10^{12}	31×10^6	4×10^6	5×10^8	0
3	9×10^{12}	59×10^4	17×10^6	7×10^8	0
4	6×10^{12}	4×10^6	15×10^6	6×10^6	1×10^2
5	8×10^{12}	0	26×10^2	2×10^6	1×10^8
6	5×10^{12}	17×10^4	0	1×10^4	0

1 - Kontrole – bez piedevām laboratorijā / Control without additives in laboratory

2 - Ar Lacto Fast un K sorbāta piedevu laboratorija / With Lactofast and K sorbate additives in laboratory

3 - Ar Lacto Fast un Na benzoāta piedevu laboratorija / With Lactofast and Na benzoate additives in laboratory

4 – Ar Lacto Fast laboratorija / With Lactofast additive in laboratory

5 – Kontrole – bez piedevām tranšeju skābbarība/ control without additives in trench silage

6 – Ar LactoFast un Na benzoāts piedevu tranšeju skābbarība / with LactoFast and Na benzoate additive in trench silage

Pēc 6.tabulas datiem redzams, ka laboratorijas un ražošanas apstākļos gatavotajā skābbarībā piedevas būtiski samazinājušas nevēlamo mikroorganismu (sviestskābes baktēriju, pelējuma un raugveida sēņu) skaitu, bet paaugstināja pienskābes baktēriju daudzumu masā. Tātad gan laboratorijas, gan ražošanas apstākļos gatavotā skābbarībā piedevas nodrošinājušas konservētās masas kvalitātes uzlabošanu. Līdzīgi dati iegūti gatavojot skābbarību no viegli konservējamas masas (Kravale un Mičulis, 2005) Kopējais KVV skaits skābbarībās būtiski ($p < 0,01$) samazinājies masā, kas konservēta ar skābēšanas piedevām. Pēc izmēģinājumā veiktiem aprēķiniem redzam, ka raugveida sēnīšu skaits skābbarībā uzglabāšanas un izēdināšanas laikā būtiski ($p < 0,01$) samazinājies no 1×10^8 līdz 0 KVV laboratorijas apstākļos un arī tranšejās gatavotā skābbarībā. Līdzīgi rezultāti iegūti D. Kravales veiktajos pētījumos 2005.gadā ar cita sastāva dubultpiedevām konservētā zālē. Tātad, varam secināt, ka Na benzoāts un K sorbāts nodrošina gan viegli ($FC > 35$), gan grūti ($FC < 30$) skābstošu zāles masu aerobo stabilitāti, skābbarības izēdināšanas laikā. Tātad, gatavojot skābbarību no grūti skābstošām kultūrām, nepieciešams lietot skābēšanas piedevas, kas uzlabo fermentācijas procesus masā un aizkavē otrreizējo fermentāciju, masu izņemot ēdināšanai. Pareizas ieskābšanas procesu nodrošināšana un otrreizējās fermentācijas aizkavēšana, savukārt uzlabo skābbarības kvalitāti un paaugstina lopbarības barotājvērtību.

Mikroorganismu daudzums, atšķirīgos laikos hermetizētās skābbarības masās, mainījās, bet atšķirības nebija būtiskas (laboratorijas skābbarības gatavošanas trauka virsma neliela – 8 cm). Pārbaudot datus par barotājvērtības saglabāšanas dinamiku, atkarībā no skābējamās masas anaerobo apstākļu radīšanas laika, ieskābējot (1, 3, 8 dienas), konstatēts, ka rezultātu atšķirības, dažādos laikos hermetizētām masām nebija būtiskas ($p > 0,05$), salīdzinot ar masu, kas hermetizēta tūlīt pēc iekonservēšanas. Konstatēta tendence pazemināties barotājvērtībai, aizkavējot strauju skābējamās masas noseģšanu, par 0,6 %.

Secinājumi

Grūti skābstošu masu bez skābēšanas piedevām nevar kvalitatīvi ieskābēt un uzglabāt izēdināšanai.

Skābēšanas procesā pievienojot zāles masai bioloģisko piedevu kopā ar Na benzoātu vai K sorbātu iegūtā skābbarībā būtiski ($p < 0,00$) samazinājies raugveida sēnīšu daudzums, kas nodrošina masas aerobo stabilitāti tvertnesatvēršanas un skābbarības izēdināšanas laikā.

Laboratorijas apstākļos barotājvērtība visaugstākā ir skābbarībai, kas gatavota ar skābēšanas piedevām LactoFast un Na benzoātu, salīdzinot ar citiem skābēšanas variantiem.

Literatūra

1. Jemeljanovs A., Osmane B., Ramane I. (2005) Influencing factors of grass silage quality. Materials of the XI Baltic Animal Breeding and Genetic Conference, Palanga, Lithuania, 190.-194.
2. Kravale D., Mičulis J. (2005) Effects of combined use a silage inoculant and a chemical additive on the quality of grass silage and milk production of dairy cows Proceedings of the XIth Baltic Animal Breeding and Genetics Conference, Palanga, Lithuania, 207. – 210.
3. Ošmane B., Blūzmanis J. (2005) Correlation between epiphytic microflora and microbial pollution and fermentation quality of silage made from grasses. Proceedings of the XIVth International Silage Conference, a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress, Belfast, Northern Ireland, 208.
4. Piena lopkopība, Rokasgrāmata. (2001) LLU Zinātnes Centrs „Sīgra”, Sigulda, 78. – 101.
5. Park, R.S., Stronge, M.D. (2005) Silage production and utilisation. Wageningen Academic Publishers, XX IGC, 135 – 149., 235. – 241.
6. Woolford M. (2003) Skābbarības gatavošanas tehnoloģija un zinātne Alltech tehniskās publikācijas, 7.-20.
7. Kravale D. (2000) Palīdzēsim zālei ieskābt Latvijas lauksaimnieks, Lauku Dzīve, Zeltene, 5: 12.
8. Krūklāne M., Priekulis J. (1981) Zālaugu konservēšana hermetizētās glabātuvēs Rīga, Avots, 1.-162.

LATVIJAS ŠĶIRNES ZIRGU ĢENĒTISKIE RESURSI LATVIAN BREED HORSE GENETIC RESOURCES

Rozītis G., Kļaviņa I., Juršāne V.

Latvia University of Agriculture, Liela iela 2, Jelgava, Latvia, LV-3001

Abstract

The research is made to clarify the situation featuring horse genetic resources in Latvia which is represented by Latvian breed carriage type horses. These horses are characterized by more solid and deep-chested constitution, shorter legs as well as mental placability and steadiness comparing to breed's sport type. According to data acquired in Latvian Breed horses association and Latvian Horse breeder society there were 303 mares and 42 stallions registered as genetic resource animals in Latvia in 2005. The research covers all horse genetic resource population in Latvia and includes analysis of genealogical lines and congenial groups, age and regional distribution. All genetic resource horses belong to one of 12 Latvian breed carriage type stallion lines and related groups remained till today - Ammon Old 7, Banko Old 51, Gaidis Lb 574, Goldengels 3561 Old Stb, Gotenfirsts Lsb 220, Juveels Old 49, Kru – Kru Old 56, Markgrāfs Old 77, Mādis Lsb 164, Redžinalds Lb 320, Siego Old 66, Spēkonis Lsb 100 –, as well as to some sport type lines as Flagmanis Lb 703 un Gunter 3082 H. Five stallion lines and related groups - Ammon Old 7, Mādis Lsb 164, Markgrāfs Old 77, Redžinalds Lb 320 and of Trakener breed origin have only one stallion and comparatively few mares in each of them. Some of lines are remained only in "mothers" – Banko Old 51, Goldengel 3561 Old Stb, Gotenfirsts Lsb 220, Juveels Old 49. These lines can be considered as endangered and close to extinction. Most stallions and mares are located in Ziemeļvidzeme region (30.7%) mainly in districts of Valmiera, Cēsis and Limbaži. Sufficient number of genetic resource horses is located in Lielrīga and Viduslatvija regions mainly in Rīga and Madona districts.

Key words

Genetic resource, horses, genealogical line, pedigree

Ievads

Zirgkopība ir sena lauksaimniecības nozare, kas bija plaši attīstīta Latvijas brīvvalsts pirmskara periodā. Latvijā par pamatšķirni uzskatāma latviešu zemkopju selekcionēta Latvijas zirgu šķirne, kas izveidota 1937. gadā, ar diviem tipiemi – sporta tipu un braucamo tipu.

Pēdējā divdesmitgadē visa selekcionāru uzmanība bija veltīta sporta tipa zirgu izkopšanai kā labai tirgus precei, tāpēc braucamā tipa zirgu skaits pēdējos gados samazinājās. Līdz ar to pamazām tiek zaudētas tipam raksturīgākās īpašības: nosvērtība, labdabība, uzticēšanās cilvēkam, lielās darbaspējas, ar ko vietējie zirgi izceļas uz pārējo šķirņu formu. Šīs īpašības ir būtiskas, izmantojot zirgus darbā, tūrismā, reitterapijā un bērnu apmācīšanā. Lai nesamazinātu genofonda daudzveidību, ir svarīgi saglabāt minētās īpašības, kas veidojas no vietējās izcelsmes zirgiem.

Latvijas šķirnes zirgu braucamajam tipam uzmanība atkal pievērsta pēc valsts apņemšanās saglabāt dzīvnieku ģenētisko mainību un akceptējot Riodežaneiro parakstīto konvenciju par bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu. 2004.gadā uzsākta Latvijas šķirnes zirgu braucamā tipa ciltsdarba programmas īstenošana.

Pētījuma mērķis – veikt Latvijas ģenētisko resursu zirgu ģeneālisko līniju un radniecīgo grupu, vecuma un reģionālā izvietojuma analīzi, ietverot visu populāciju.

Materiāli un metodes

Dati par zirgu ģenētiskajiem resursiem iegūti Latvijas Šķirnes zirgu audzētāju asociācijā un Latvijas Zirgaudzētāju biedrībā.

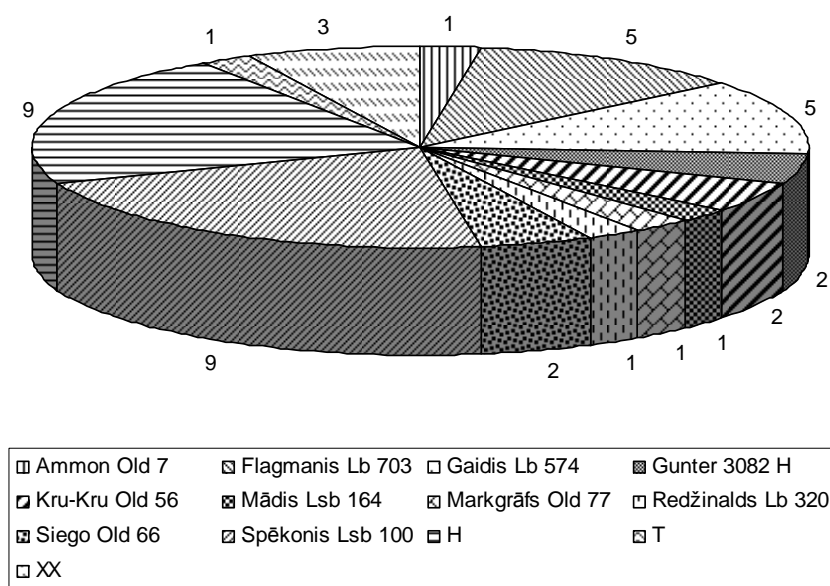
Līdz 2005. gada rudenim tika reģistrēti dati par 42 vaislas ērzeļiem un 303 ķēvēm, vecākiem par trīs gadiem. Dati par zirgiem, kuri jaunāki par 3 gadiem, netika apkopot, jo to vērtēšana atšķiras no pieaugušo īpatņu vērtēšanas. Kopā ģenētisko resursu prasībām atbilst 345 zirgi.

Pēc datu apkopošanas primārais uzdevums bija noskaidrot ģenētiskajos resursos iekļauto Latvijas šķirnes braucamā tipa zirgu izcelšanos un piederību šķirnē esošajām vaislinieku līnijām vai radniecīgajām grupām, kuras vēl ir saglabājušās. Zirgu piederību pie noteiktām radniecīgajām grupām un līnijām noteikta, izmantojot Latvijas Republikas zirgu Valsts ciltsgrāmatās esošo informāciju par zirgu izcelšanos.

Tika veikta Latvijas šķirnes ģenētiskajos resursos iekļauto zirgu vecuma analīze pa dzimumiem un izanalizēts zirgu sadalījums pa Latvijas reģioniem, īpašu uzmanību pievēršot ērzeļu atrašanās vietām.

Rezultāti

No visiem Latvijas zirgu šķirnes ģenētiskajos resursos iekļautajiem ērzeļiem lielākā daļa ir Spēkoņa Lsb 100 līnijas un dažādu Rietumeiropas šķirņu (galvenokārt Hanoveras un Holšteinas) ērzeļu līniju pēcnācēji (1.att.).

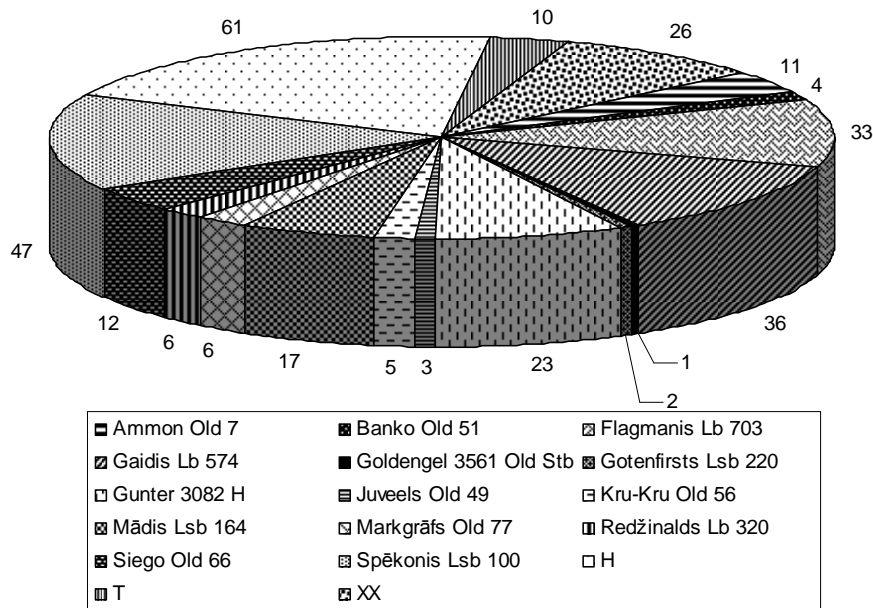


1. att. Ģenētiskajos resursos iekļauto ērzeļu izcelsme un skaits

Pietiekami liels vaislinieku skaits pārstāv arī Flagmaņa Lb 703 un Gaida Lb 574 līnijas. Piecās līnijās un radniecīgajās grupās ir reģistrēti tikai pa vienam ērzeliem - Ammona Old 7, Māda Lsb 164, Markgrāfa Old 77, Redžinalda Lb 320 un Trakēnas šķirnes izcelsmes līnijās.

Analizējot ķēvju piederību ģealoģiskajām līnijām, var secināt, ka arī starp ķēvēm, kas pieskaitāmas ģenētiskajiem resursiem, visvairāk ir Rietumeiropas ērzeļu līniju pēcnācējas – 61 ķēves un Spēkoņa Lsb 100 līnijas pēcnācējas – 47 ķēves (2. att.). Diezgan plaši ir pārstāvētas Flagmaņa Lb 703 un Gaida Lb 574 līnijas, kā arī Angļu pilnasiņu šķirnes izcelsmes līnijas un Guntera 3082 H līnija.

Diemžēl tikai ar pāris ķēvēm ir pārstāvētas tādas vecās līnijas kā, Gotenfirsts Lsb 220, Juveels Old 49, Banko Old 51, Kru – Kru Old 56. Pašreiz radniecīgo grupu Goldengel 3561 Old Stb pārstāv tikai viena ķēve.

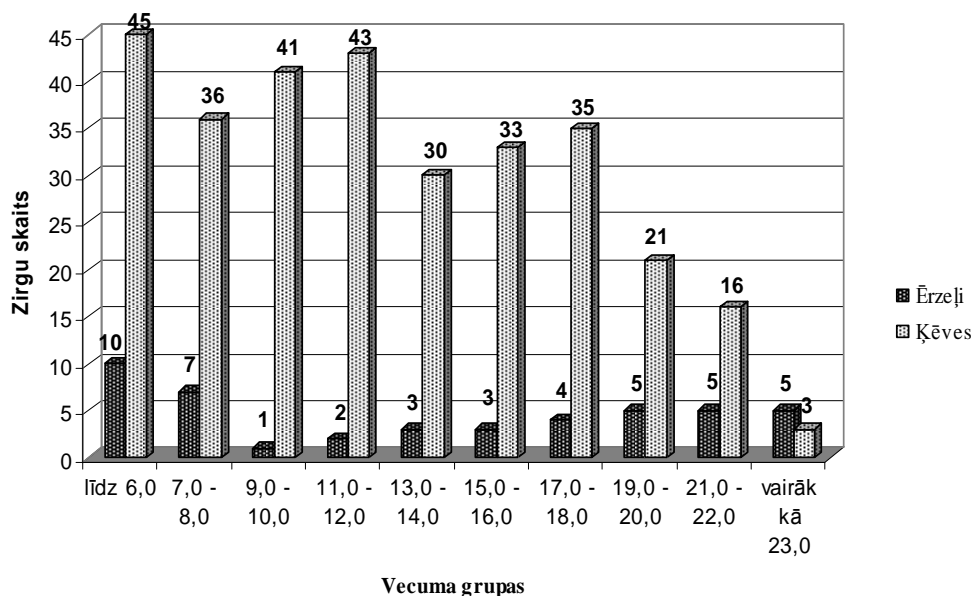


2.att. Ģenētiskajos resursos iekļauto ķēvju izcelsme un skaits

Var novērot tendenci, ja līnija ir pārstāvēta pietiekami lielā vaislinieku skaitā, šī pati līnija ir plaši pārstāvēta arī ar ģenētiskajiem resursiem atbilstošām ķēvēm. Atsevišķas līnijas ir saglabājušas tikai „mātēs” (bez vīrišķā dzimuma pārstāvju eksistences) – Banko Old 51, Goldengela 3561 Old Stb, Gotenfirsta Lsb 220, Juveela Old 49 līnijas. Šīs līnijas varētu uzskatīt par apdraudētām un tuvu iznīkšanas robežai. Tāpat par apdraudētām līnijām un radniecīgajām grupām var uzskatīt tās līnijas, kuras pārstāv tikai viens vai divi ērzeļi (Ammons Old 7, Gunters 3082 H, Kru – Kru Old 56, Mādis Lsb 164, Markgrāfs Old 77, Redžinalds Lb 320, Siego Old 66).

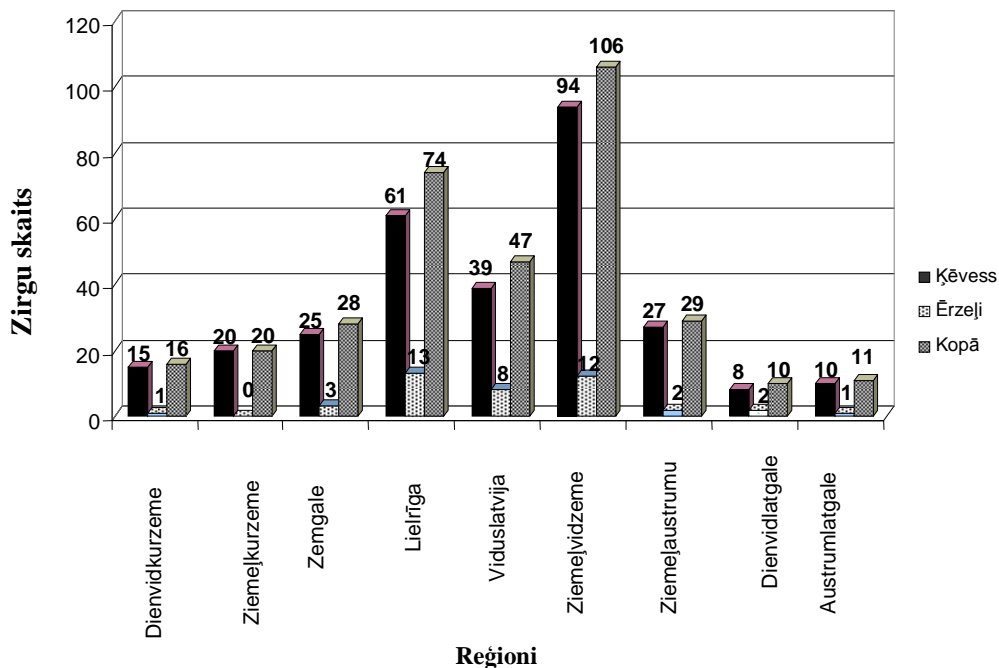
Izanalizējot ģenētiskajos resursos iekļautos zirgus, var secināt, ka kopējais ērzeļu vecums (3. att.) vidēji pārsniedz 13 gadus, vecumam svārstoties no 3 līdz 27 gadiem. Salīdzinoši daudz vaislinieku ir vecumā no 3 līdz 8 gadi un vecumā no 17 līdz 21 gadam. Pieci ērzeļi ir vecāki par 22 gadiem.

Savukārt ģenētisko resursu ķēvēm kopējais vidējais vecums ir 12 gadi. Lielākoties ķēves ir vecumā no 3 līdz 12 gadiem un vecumā no 13 līdz 18 gadiem. Tas liecina, ka vairums ģenētiskajos resursos iekļauto ķēvju ir produktīvajā vecumā un no tām varēs iegūt pēcnācējus, kas ir viens no galvenajiem nosacījumiem ķēvju iekļaušanai ciltskodolā. Ķēves, kas ir vecākas par 19 gadiem (kopā 40 dzīvnieki) ciltskodolā iekļautas ar nosacījumu, ka 3 gadu laikā tās izmantos vaislā, tāpat kā pārējās, pēc šī termiņa ciltskodolā atstājot tikai tās ķēves, kas būs spējīgas apaugļoties un dos dzīvotspējīgus pēcnācējus.



3. att. Ģenētiskajos resursos iekļauto ērzeļu un ķēvju vecums

Izpētot ērzeļu un ķēvju atrašanos Latvijas Republikas teritorijā pa reģioniem, var secināt, ka vismazāk zirgu ir Dienvidlatgales un Austrumlatgales, Dienvidkurzemes un Ziemeļkurzemes reģionos. Ziemeļkurzemes reģionā nav reģistrēts neviens Latvijas šķirnes braucamā tipa vaislas ērzelis (4. att.).



4. att. Ģenētiskajos resursos iekļauto zirgu izvietojums pa reģioniem

Gan ērzeļu, gan ķēvju lielākais īpatsvars % atrodas Ziemeļvidzemes reģionā, galvenokārt Valmieras, Cēsu un Limbažu rajonā. Daudz ģenētiskajos resursos iekļauto zirgu ir no Lielrīgas un Viduslatvijas reģioniem, galvenokārt no Rīgas un Madonas rajoniem.

Secinājumi un priekšlikumi

Līdz mūsdienām ir saglabājušās sekojošas līnijas un radniecīgās grupas, kurās reģistrēti gan ērzeļi, gan ķēves - Ammona Old 7, Flagmaņa Lb 703, Gaida Lb 574, Guntera 3082 H, Kru - Kru Old 56, Māda Las 164, Redžinalda Lb 320, Siego Old 66, Spēkoņa Lsb 100.

Banko Old 51, Goldengela 3561 Old Stb, Gotenfirsta Lsb 220 un Juveela Old 49 līnijās un radniecīgajās grupās ir reģistrētas tikai ķēves, līdz ar to var uzskatīt, ka līnijas ir praktiski beigušas pastāvēt, jo tām nav ērzeļu.

Gan ērzeļu, gan ķēvju lielākais īpatsvars (30.7%) atrodas Ziemeļvidzemes reģionā. Daudz ģenētiskajos resursos iekļauto zirgu ir Lielrīgas un Viduslatvijas reģionos, attiecīgi 74 un 47 īpatņi. Vismazāk zirgu ģenētisko resursu ir Dienvidlatgales un Austrumlatgales, Dienvidkurzemes un Ziemeļkurzemes reģionos. Ziemeļkurzemes reģionā nav reģistrēts neviens Latvijas šķirnes braucamā tipa vaislas ērzelis.

Pastiprinātu uzmanību vēlams pievērst to līniju un radniecīgo grupu audzēšanai, kurās ir saglabāties tikai pa vienam ērzelim.

Nepieciešams veicināt zirgaudzētāju interesi ģenētiskajiem resursiem atbilstošu zirgu audzēšanā reģionos, kuros tie nav vai draud izzust.

Literatūra

1. Ciltsdarba normatīvie dokumenti (2004) 4.sējums.-Latvijas Republikas Zemkopības ministrija.- Rīga, 172.
2. Latvijas Republikas zirgu valsts ciltsgrāmata (1999) / Sastādījusi un rediģējusi: A. Grase. XXVII sējums.- Latvijas Republikas Zemkopības ministrija- Rīgā, 460.
3. Sponenberg D. P. (2000.) Genetic resources and their conservation / The genetics of the horse.- Ed. by A. T. Bowling, A. Ruwinsky.- Oxon: CABI Publishing, 527
4. The Pan-European biological and Landscape diversity strategy: a vision of Europe's natural heritage. (1996.) Council of Europe, UNEP: European Centre of Nature Conservation, 50.

VĀCU BALTO DIŽCILTĪGO UN ALPU KAZU PIENA KVALITĀTES RĀDĪTĀJU ANALĪZE MILK QUALITY INDICES OF GERMAN WHITE NOBLE AND ALPS GOAT

Šelegovska E.¹, Sprūžs J.¹, Remeza I.², Vasiljeva S.³

¹LLU LF Agrobiotehnoloģijas institūts, Lielā iela 2, Jelgava, Latvia, LV 2001

Phone: +371 3005661; e-mail: elita.selegovska@llu.lv

²Rīgas Stradiņa universitāte, ³Latvijas Universitāte Bioloģijas institūts

Abstract

In our research we compared the milk quality indices of German White Noble and Alps goat in the farm "Livi" of Madonas district. We tested amino acids, vitamins C, B₁, B₂, B₅, and also lizocim and the amount of the circulating immune complexes (CIK) in the milk of goats. The milk yield of goats firmly depend on correct and valuable feeding in conventional farming. With optimized feeding in a short time it is possible affect the goat's body quality, health and obtain high-quality, valuable (medical) goat milk. In milk yield German White Noble and Alps goats are equivalent. In milk of the Alps goats by comparison to the milk of the German White Noble goats it had 18.9% more fats (fat content was 5.22%), 2.9% more protein (2.58%), 1.7% lactoses (4.18%), 9.7% calcium (2.15 g L⁻¹), 14.6% phosphorus (1.65 g L⁻¹), 3.8% magnesium (0.27 g L⁻¹) and 10.2% B₅ vitamin (0.367 mg 100 g⁻¹), these were biologically more valuable and with higher nutritive value. In the milk of the German White Noble goats by comparison to the Alps goats it had a 8.96% larger amino acid sum (2.835 g 100 g⁻¹). In the milk of the Alps goats only the amino

acid methionin was 9.1% more ($0.084 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) by comparison to the milk of the German White Noble goats, the all other amino acid were found more in the milk of the German White Noble goats. In the milk of the German White Noble goats it was more by 8.1% C vitamin ($1.36 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$), 28% B1 vitamin ($0.025 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) and 14.8% B2 vitamin ($0.149 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$). In the milk of the Alps goats by comparison to the milk of the German White Noble goats are 5.0% more ferrous (1.05 mg L^{-1}) and 10.5% zinc (4.2 mg L^{-1}), but had 4.5% less Cu (0.21 mg L^{-1}).

Key words

Goat, milk quality, immunity.

Ievads

Kazkopība ir sena lopkopības nozare, kas savu vietu ieņem arī Latvijas laukos.

Pēdējos gados novērota liela interese par kazkopības nozari, kas var būt kā labs veicinošs faktors alternatīvas lopkopības nozares attīstībai uz kuras bāzes varētu risināt ekonomiskās problēmas laukos. Saimniecībās uzlabojoties kazu audzēšanai un ēdināšanai, kazu izslaukums palielinās, augstproduktīvo kazu ražība pārsniedz 800 kg piena laktācijā. Šādus rādītājus nodrošina arī ģenētiskais potenciāls un piemērotas šķirnes izvēle, kas ir sasniegts selekcijā veicot mērķtiecīgu darbu dzīvnieku izlasē, atlasē un novērtēšanā.

Mūsu izmēģinājuma mērķis bija noskaidrot kazu šķirnes ietekmi uz piena ķīmiskajiem un biokīmiskajiem rādītājiem pie vienādiem turēšanas un ēdināšanas apstākļiem. Darba uzdevums bija analizēt un salīdzināt Madonas rajona zemnieku saimniecības "Līvi" Vācu balto dižciltīgo un Alpu kazu piena ķīmiskos un bioloģiskos rādītājus, jo šī saimniecība turpmāk nodarbosies tikai ar šo kazu audzēšanu.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumu veicām Madonas rajona zemnieku saimniecībā "Līvi" 2006.gadā no 1.jūnija līdz 31.augustam, t.i. 92 dienas.

Sagatavošanas periodā, kurš ilga divas nedēļas, ēdināšanas, turēšanas un kopšanas apstākļi visām izmēģinājumā iekļautajām Vācu baltām dižciltīgām un Alpu kazām bija vienādi. Uzskaites periodā abu grupu kazas saņēma saimniecībā ražoto pamatbarību un pirkto kombinēto spēkbarību (1.tab.).

1. tabula. Izmēģinājuma shēma/ Table 1 Scheme of trial

Nr.p. k.	Kazu grupas/ Groups of goat	Dzīvnieku skaits grupā/ Animals per group	Barības deva/ Feed ration
1.	Vācu baltās dižciltīgās/ German White Noble	10	Ganību zāle –6 kg, spēkbarība –0.8 kg
2.	Alpu/Alps goat	10	Ganību zāle – 6 kg, spēkbarība-0.8 kg

Barības vielu vajadzību dzīvniekiem noteicām atbilstoši kazu dzīvmasai (55 kg) un izslaukumam (2.8 kg), vadoties pēc Latvijā pieņemtiem normatīviem noteikumiem (Sprūžs, 2005). Kazu dzīvmasa tika noteikta ar dzīvnieku mērīšanas metodi, piena ražību izvērtējām pēc pārraudzības datiem.

Barības līdzekļu ķīmiskais sastāvs tika noteikts pēc barības līdzekļu ķīmiskā sastāva tabulām (Sprūžs, 2005). Pēc barības vienību, kopproteīna, sagremojamā proteīna, kalcija, fosfora, aminoskābju, karotīna un galveno bioloģiski aktīvo vielu daudzuma Vācu balto dižciltīgo un Alpu kazu barības devas bija līdzvērtīgas (2. tab.).

2. tabula Diennakts barības deva izmēģinājumu grupu kazām*/ Table 2 Feed ration for goat of booth trial groups

Barības līdzekļi/ Feedstuffs	Daudzums/ Amount, kg	Barības vienības/ FU, kg	Sagremojamais proteīns, Dig. protein, g	Ca, g	P, g	Karotīns, mg
1.Ganību zāle/ Pasture grass	6.0	1.20	120	10.2	4.8	150
2. Spēkbarība/ Concentrated feed	0.8	0.80	100	7.3	4.3	15
Kopā/Total	x	2.00	220	17.5	9.1	165
Vajadzība dienā/ requirement	x	1.9	200	9.0	5.0	20

*Abu grupu kazām izmēģinājuma laikā bija pieejamas KNZ laizāmās sāls briketes

Izmēģinājuma gaitā katras kazas izslaukums tika izmērīts (nosvērts) ar precizitāti līdz ± 0.05 kg. Piena tauku, olbaltumvielu, laktozes saturu un somatisko šūnu daudzumu noteica pēc dienas vidējā parauga vienu reizi mēnesī AS Siguldas ciltslietu un mākslīgās apsūklošanas stacijas Piena kvalitātes kontroles laboratorijā pēc standarta LVS EN ISO-13366-3: 1997 ar fluoro-opto elektronisko metodi.

LU Bioloģijas institūta Dzīvnieku bioķīmijas un fizioloģijas laboratorijā kazu pienā tika noteikts lizocīms [4] un cirkulējošo imūno kompleksu (CIK) daudzums [5]. Kazu piena aminoskābju un vitamīnu saturs tika noteikts piena kopparaugā, kuru veidoja no visu grupā iekļauto kazu piena paraugiem. Aminoskābju sastāvu kazu pienā noteica izmantojot jonu apmaiņas metodi, olbaltumvielas hidrolizējot ar 6 NHCl inertā atmosfērā ar aminoskābju automātiskā analizatora T 339 (Microteha Praha) palīdzību. Minerālvielas un mikroelementi tika noteikti ar liesmas fotometra Perkin Elmer palīdzību (AOAC official method 999.11).

C vitamīns noteikts ar Tilmaņa modificētajām metodēm, titrējot ar 2.6 – dichlorfenolindofenola šķīdumu līdz bāli sarkanai krāsai (AOAC official method 985.33).

Vitamīnu B₁ (tiamīnu) pēc kopējā tiamīna flurimetriskās noteikšanas metodes. Metodes pamatā ir tiamīna oksidēšana par tiohromu, tā ekstrahēšana organiskajā šķīdinātājā un fluorescences intensitātes mērīšana (AOAC official method 986.27) [2].

Vitamīnu B₂ (riboflavīnu) noteicām pēc riboflavīna flurimetriskās noteikšanas metodes. Metodes pamatā ir riboflavīna fluorescences mērīšana. Saistītā riboflavīna atbrīvošanai izmanto skābju un fermentatīvo hidrolīzi. Fluorescenci mēra pēc iepriekšējās parauga attīrīšanas no fluorescenci traucējošām vielām un piemaisījumiem (AOAC official method 970.65) [2].

Vitamīnu B₅ (nikotīnskābi) noteica pēc Koniga reakcijas (AOAC official method 961.14) [3].

Rezultāti un diskusija

Izmēģinājuma laikā no Vācu baltām dižciltīgām kazām tika izslaukti 2383 kg piena, vai no katras kazas 238.3 kg piena, t.i. 2.59 kg dienā (3. tab.).

3. tabula Izslaukums izmēģinājuma laikā, kg/ Table 3 Milk yield during period of the trial, kg

Rādītāji/ Indices	Izmēģinājuma grupas/ trial groups	
	Vācu baltās dižciltīgās / German White Noble	Alpu/ Alps goat
Izslaukums izmēģinājuma laikā / Milk yield (92 dienās / days), kg	2383	2392
Uz 1 kazu izmēģinājuma laikā / Per one goat in period, kg	238.3	239.2
Izslaukums dienā / milk yield per day, kg	2.59 \pm 0.25	2.60 \pm 0.17
% salīdzinājumā ar Vācu baltajām kazām / % compared to German White Noble	100.0	100.4

No alpu izmēģinājuma grupas kazām tika izslaukti 2392 kg piena, vai no katras kazas izmēģinājuma laikā 239.2 kg, t.i. 2.60 kg dienā.

Izmēģinājuma laikā Alpu kazu pienā salīdzinājumā ar Vācu balto dižciltīgo kazu piena tauku saturs palielinājās par 0.83%, olbaltumvielu saturs par 0.07% un laktozes saturs par 0.07%, kas norāda, ka Alpu kazu piens ir pilnvērtīgāks un ar augstāku barotājvērtību (4.tab.).

4. tabula Kazu piena ķīmiskais sastāvs, %/ Table 4 Goat milk quality indices, %

Grupas / groups	Tauku saturs/ Milk fat	Olbaltum-vielas/ Milk protein	Laktoze/ Lactose
Vācu baltās dižciltīgās	4.39 ± 0.49	2.54 ± 0.24	4.11 ± 0.12
Alpu	5.22 ± 0.22*	2.58 ± 0.24	4.18 ± 0.05

*p < 0.05

Barības vienību un sagremojamā proteīna patēriņš 1 kg piena ražošanai parādīts 5. tabulā.

5. tabula Barības vienību un sagremojamā proteīna patēriņš 1 kg piena ražošanai/ Table 5 Consumption of FU and digestible protein for the production of 1 kg of goats milk

Kazu grupa / group	Diennakts izslaukums, / Milk yield, kg	Barības vienības/ FU		Sagremojamais proteīns / Dig. protein	
		kg	%	G	%
Vācu baltās dižciltīgās	2.59	0.77	100	84.9	100
Alpu	2.60	0.76	98.7	84.6	99.6

Alpu kazas 1 kg piena ražošanai salīdzinājumā ar Vācu baltām dižciltīgām kazām patērēja mazāk par 1.3% barības vienību un 0.4% sagremojamā proteīna, kas norāda, ka viņas ir labākas barības izmantotājas.

Par to, ka uzņemto barību labi izmantoja arī Vācu baltās dižciltīgās kazas liecina tas, ka viņas 1 kg piena ražošanai izmantoja tikai 0.77 barības vienības un 18.9 g sagremojamā proteīna.

Kazu pienā atradās praktiski visas aizvietojamās un neaizvietojamās aminoskābes un ļoti labās attiecībās (6. tab.).

6. tabula Aminoskābju daudzums kazu piena vidējos paraugos, g 100g⁻¹/ Table 6 Content of aminoacids in milk, g 100g⁻¹

Aminoskābes / aminoacids	Vācu baltās dižciltīgās kazas	Alpu kazas
Asparagīnskābe	0.240	0.210
Treonīns	0.140	0.125
Serīns	0.130	0.114
Glutamīnskābe	0.610	0.570
Prolīns	0.300	0.270
Glicīns	0.030	0.025
Alanīns	0.088	0.073
Metionīns	0.077	0.084
Izoleicīns	0.110	0.093
Tirozīns	0.260	0.250
Fenilalanīns	0.150	0.125
Histidīns	0.170	0.156
Lizīns	0.200	0.187
Arginīns	0.140	0.135
Kopējā aminoskābju summa/ Total	2.835	2.581

Aminoskābju kopējā daudzuma ziņā pilnvērtīgāks ir Vācu balto dižciltīgo kazu piens, kurš kopumā par 8.96% pārspēj Alpu kazu pienu.

Jāpiezīmē, ka Alpu kazu pienā tikai aminoskābe metionīns bija par 9.1% vairāk, salīdzinājumā ar Vācu balto dižciltīgo kazu pienu. Pārējās aminoskābes bija vairāk Vācu balto dižciltīgo kazu pienā.

Vairums aminoskābju organismā spēj pārvērsties viena otrā, taču dažu cilvēku organismā neveidojas, tās sauc par neaizvietojamām. Tas nozīmē, ka, ja cilvēks ar kazu pienu saņem šīs neaizvietojamās aminoskābes, tad visas pārējās var sintezēt pats. Ja trūkst kaut vai viena neaizvietojamā aminoskābe, rodas slimības

Piemēram, triptofāna trūkums padara neiespējamu serotonīna sintēzi un reizē ar to endorfīnu – “laimes hormonu” veidošanos. Tāpēc var rasties depresija, emociju uzliesmojumi un tieksmē pēc alkohola (6).

Alpu kazu pienā salīdzinājumā ar Vācu balto dižciltīgo kazu pienu bija vairāk par 9.7% kalcija, par 14.6% fosfora un 3.8% magnija (7. tab.).

7. tabula. Minerālvielu daudzums kazu pienā, ($X \pm Sx$) / Table 7 Mineral elements in the goat milk, ($X \pm Sx$)

Kazu grupa/ group	Ca g L ⁻¹	P g L ⁻¹	Mg g L ⁻¹	Fe mg L ⁻¹	Cu Mg L ⁻¹	Zn mg L ⁻¹
Vācu baltās dižciltīgās	1.96±0.07	1.44±0.14	0.260±0.03	1.00±0.03	0.22±0.04	3.8±0.21
Alpu	2.15±0.17*	1.65±0.05*	0.270±0.01	1.05±0.03	0.21±0.06	4.2±0.20*

P < 0.05

Kalcijs ir galvenā kaulu audu sastāvdaļa, tas aktivizē svarīgāko fermentu darbību, piedalās jonu līdzsvara uzturēšanu organismā, ietekmē asins sarecēšanu un procesus nervu muskuļu un sirds asinsvadu sistēmās. Magnijs organismā piedalās simtos bioķīmisko reakciju. Magnijs veicina muskuļu atslābumu un, tāpat, pilnvērtīgu to atpūtu. Lietojot kazu pienu tiek novērsts galveno minerālvielu trūkums cilvēka organismā (7).

Alpu kazu pienā salīdzinājumā ar Vācu balto dižciltīgo kazu pienu ir par 5.0% vairāk dzelzs un 10.5% cinka, bet par 4.5% mazāk vara. Dzelzs ir viens no cilvēka organisma svarīgākajiem mikroelementiem. Tas nepieciešams eritrocītu, hemoglobīna un dažādu fermentu sintēzē, piedalās oksidācijas procesos. Dzelzs trūkums pazemina darba spējas, dzīvībai svarīgo enerģiju, pavājina imūnās sistēmas darbību, rada nervu darbības traucējumus. Dzelzs ir daudzu svarīgu fermentu sastāvdaļa (katalāze, persoksidāze) un atrodas dažādās citohromās. Dzelzs deficīts rada anēmiju. Cinks ir svarīgs mikroelements ar antioksidanta īpašībām, normalizē vielu maiņu (olbaltumvielu, ogļhidrātu, fosfora), regulē reproduktīvās sistēmas darbību. Viens no nozīmīgākajiem mikroelementiem olbaltumvielu un DNS sintēzē, ģenētiskā materiāla kopēšanā, šūnu augšanas un dalīšanās procesā. Katalizators organisma bioķīmiskajām reakcijām, asinsrades, imūnās sistēmas un iekšējās sekrēcijas dziedzeru normālas darbības uzturēšanai. Cinks nepieciešams insulīna sintēzē – aizkuņģa dziedzera hormons, kurš organismā uztur skābju – sārmu līdzsvaru (7). Lietojot uzturā kazu pienu vai piena produktus, cilvēki simtprocentīgi nodrošina vajadzīgo mikroelementu diennakts daudzumu.

Vitamīnu saturs kazu piena paraugos parādīts 8. tabulā.

8. tabula Vitamīnu saturs kazu pienā, mg 100 g⁻¹ / Table 8 Content of vitamins in the goat milk, mg 100 g⁻¹

Kazu grupa/ Group	C	B ₁	B ₂	B ₅
Vācu baltās dižciltīgās	1.36	0.025	0.149	0.333
Alpu	1.25	0.018*	0.127*	0.367*

p < 0.05

Alpu kazu pienā salīdzinājumā ar Vācu balto dižciltīgo kazu pienu bija par 10.2% vairāk B₅ vitamīnā, bet par 8.1% mazāk C vitamīna, par 28.0 % mazāk B₁ vitamīna un par 14.8% mazāk B₂ vitamīna.

Vitamīnu daudzuma ziņā kvalitatīvāks (pilnvērtīgāks) ir Vācu balto dižciltīgo kazu piens. Vitamīns C (askorbīnskābe) – palielina organisma aizsargspējas, samazina iespēju saslimt ar

elpošanas orgānu slimībām, uzlabo asinsvadu elastību (normalizē-asinsvadu caurlaidību) pozitīvi iedarbojas uz centrālo nervu sistēmu, stimulē endokrīno dziedzeru darbību, traucē kancerogēnu veidošanos. C vitamīnam ir daudz uzdevumu un viens no tiem ir – mūsu aizsardzība pret stresa negatīvo iedarbību. Tas nozīmē, ka, lietojot kazu pienu, apgādājot organismu pietiekamā daudzumā ar C vitamīnu, mēs varam atvairīt stresa nevēlamos rezultātus (8).

Dzīvnieku dabiskās rezistences rādītāji lizocīms un cirkulējošie imūnie kompleksi (CIK) raksturo hormonālās imunitātes stāvokli (9. tab.).

9. tabula. Kazu piena nespecifiskās imunitātes rādītāji, $X \pm Sx$ / Table 9 Content of non-specific immunity indicēs, $X \pm Sx$

Kazu grupa/ Group	Lizocīms/ Lizocim, mkg/ml	% pret kontroli	CIK Ekstrakcijas vienības/ CIC x 100	% pret kontroli
Vācu baltās dižciltīgās	47.67±5.69	100.0	5.68±0.16	100.0
Alpu	41.83±6.85	87.5	2.77±0.57	48.8

Lizocīms sagrauj mikrobu membrānu fagocitozes pēdējā etapā un tā nodrošina organisma (agrākās stadijas) aizsardzību. Lizocīma un komplekso imūno kompleksu daudzums (CIK) Alpu kazu un Vācu balto dižciltīgo kazu pienā bija fizioloģiskās normas robežās un liecina par kazu labu veselības stāvokli.

Secinājumi

Iegūto piena izslaukumu ziņā Vācu baltās dižciltīgās un Alpu kazas ir līdzvērtīgas.

Alpu kazu pienā salīdzinājumā ar Vācu balto dižciltīgo kazu pienu bija vairāk par 18.9% tauku (5.22%), 2.9 % olbaltumvielu (2.58%), 1.7 % laktozes (4.18%), 9.7 % kalcija (2.15 g L^{-1}), 14.6 % fosfora (1.65 g L^{-1}), 3.8 % magnija (2.70 g L^{-1}) un 10.2 % B₅ vitamīna ($0.367 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), tas bija bioloģiski pilnvērtīgāks.

Vācu balto dižciltīgo kazu pienā salīdzinājumā ar Alpu kazām bija par 8.96% lielāka aminoskābju summa ($2.835 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), bija vairāk par 8.1 % C vitamīna ($1.36 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), 28% B₁ vitamīna ($0.025 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) un 14.8% B₂ vitamīna ($0.149 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$).

Alpu kazu un Vācu balto dižciltīgo kazu pienā nespecifiskās imunitātes rādītāji bija fizioloģiskās normas robežās, kas labvēlīgi ietekmēja kazu organisma humorālo imunitāti.

Literatūra

1. Sprūžs J. (2005) Latvijā audzēto kazu ēdināšanas normas. Jelgava, 16.
2. Островский Ю.М. (1979) Экспериментальная витаминология. Минск. Наука и техника, 552.
3. Неспирова Е.Н. (1967) Методы определения витаминов в кормах. М. Колос, 223.
4. Грант Ч.Я., Яворский Л.И., Блюмберга И.А. (1973) Сравнительная оценка некоторых методов количественного определения лизоцима в сыворотке крови. Лаб.деко, №.5, 300-304.
5. Барановский П.В., Рудик Б.И. (1982) Орпедление циркулирующих иммунных комплексов методом спектрофотометрии. Лаб.деко, №.12, 35-39.
6. <http://iaptieka.lv/?lapa=doctus2&id=30>
7. <http://artil.sbn.bz/base/view/document/1125576377>
8. <http://www.liis.lv/anatom/Antomija/33-34/33-34cit/33-34cit25.htm>

**KAZU LABTURĪBA UN PRODUKCIJAS RAŽOŠANA BIOLOĢISKAJĀS UN
KONVENCIONĀLAJĀS SAIMNIECĪBĀS
WELFARE OF GOATS AND THE PRODUCTION OF PRODUCTS IN ORGANIC AND
CONVENTIONAL FARMS**

Šeļegovska E., Sprūžs J.

LLU LF Agrobiotehnoloģijas institūts, Lielā iela 2, Jelgava, Latvia, LV 2001

Phone: +371 3005661; e-mail: elita.seļegovska@llu.lv

Abstract

The research purpose was to find out the difference between levels of goat welfare and management in organic and conventional farms, and their impact on milk amount and quality. More than 30% organic goat farms realize goat products as organic products. The milk yield obtained of from organic farms is by 17% lower compare to conventional farms, yet milk fats, lactoses and the protein content of organic milk is substantially higher. In milk of the organic goats we find more somatic cells than in the conventional milk. As in the organic farms the use of veterinary medicaments is not permitted in prophylaxis, in these farms there are problems both with animal digestion system parasites and with skin parasites. In the organic farms mainly during the winter an optimum animal density is not provided on 1 m². This have a negative impact on animal welfare (stresses), also on health (microclimate). In conventional farms, what is not engaged in the crop growing, often the beddings failing looks after only, and in a winter period there are moist animal stands, what can take to the problems of legs and nails. In organic farms animal feeding factors are unacceptable – goats are not provided with freeand easily reached water and trace elements erist, which can cause health problem and diminish productivily. In a summer period in both biological and in conventional farms animal management and feeding can be evaluated as acceptable. There is no difference between the growing systems of organic and conventional animals and in the measurements of the human mutual correlations. Animal welfare in the inspected farms was acceptable.

Key words

Goat, welfare, milk yield, milk quality.

Ievads

Bioloģiskā lauksaimniecība Latvijā gadu no gada iegūst arvien lielāku popularitāti. Saimniecību skaits, kas uzsāk savu darbību bioloģiskajā lauksaimniecībā, aug ļoti strauji. Ja 2005. gadā bioloģiskajā lauksaimniecībā sertificēto saimniecību skaits bija 2853, tad jau 2006. gadā sertificēto saimniecību skaits ir pārsniedzis 4100, tas ir, 2006. gadā saimniecību skaits ir pieaudzis par 43%. Tiek sertificētas gan specializētas augkopības saimniecības, kurās pārsvarā tiek audzēti tikai ilggadīgie zālāji, kā arī saimniecības, kuras nodarbojas ar dažādu sugu dzīvnieku audzēšanu un lopkopības produkcijas ražošanu. Specializētajās augkopības saimniecībās lielākā problēma ir augsnes auglības uzturēšana un palielināšana, neizmantojot nekādus ķīmiski sintezētus minerālmēslus, nelietojot herbicīdus un pesticīdus. Te lielākā uzmanība jāpievērš augsnes struktūras saglabāšanai, augsnes nenoplicināšanai. Savukārt lopkopības saimniecībās, bez iepriekš minētā, lielāko problēmu sagādā kvalitatīvas lopbarības izaudzēšana, dzīvnieku nodrošināšana ar pašražoto barību, dzīvnieku ēdināšana atbilstoši dzīvnieku fizioloģiskajām vajadzībām, dzīvnieku labturības nodrošināšana atbilstoši Eiropas Savienības (ES) normatīvajiem aktiem un nacionālajai likumdošanai (1., 2).

Patreizējā situācija Latvijas lauksaimniecībā liek zemnieku saimniecībām meklēt iespējas jaunu biznesa veidu attīstīšanai, un kā vienu no virzieniem varētu minēt kazkopību bioloģiskajā lauksaimniecībā. Oficiāli bioloģiskā lauksaimniecība un bioloģiskā kazkopība Latvijā sevi ir pieteikusi kopš 1991. gada, taču par nopietnu nodarbošanos netika uzskatīta ilgi. Tikai pēdējos piecos gados kazkopības bioloģiski ražotie produkti sāk biežāk parādīties Latvijas tirgū. Pircējam vispirms ir jāpārliecinās, ka tie viņu veselībai ir vislabākie, un tikai abpusēja izpratne patērētāja un ražotāja starpā veicinās šīs pārtikas izplatību tirgū. Kazkopības produkcijas ražotājiem

(zemniekiem) un patērētājiem palīgā jānāk zinātnei, kas pierādīs šo produktu drošumu, veselīgumu, kā arī rentablas ražošanas iespējas (5).

Pētījums par kazu labturību un produkcijas ražošanu tika veikts Ziemeļvalstu Ministru Padomes finansēta starptautiska projekta „Mērvienību izstrāde dzīvnieku labturības izvērtēšanai bioloģiskajā lauksaimniecībā” ietvaros. Pētījuma mērķis bija izstrādāt un ieviest bioloģisko saimniecību inspektoru un konsultantu praksē vienotu dzīvnieku labturības izvērtēšanas sistēmu visās ziemeļvalstīs – Somijā, Zviedrijā, Norvēģijā, Dānijā, Islandē, Latvijā, Lietuvā un Igaunijā. Pētījuma laikā Latvijā tika salīdzināta kazkopības produkcijas kvantitāte un kvalitatīvie rādītāji konvencionālajās un bioloģiskajās saimniecībās, tika veikta barības bāzes analīze un kazu barības devu optimizēšana, tika veikta dzīvnieku labturības izvērtēšana un salīdzināšana konvencionālajās un bioloģiskajās saimniecībās dažādos Latvijas rajonos.

Projekta izpildes laikā kazkopības speciālisti kopā ar praktiķiem izstrādāja un pārbaudīja dzīvnieku labturības izvērtēšanas programmu, kā arī novērtēja dzīvnieku labturību konvencionālajās un bioloģiskajās saimniecībās.

Materiāls un metodes

Lai salīdzinātu bioloģiskajās un konvencionālajās saimniecībās iegūtās kazkopības produkcijas kvalitāti, projekta izpildes laikā 5 bioloģiskās un 2 konvencionālās kazu audzētāju saimniecībās Madonas, Rīgas, Talsu, Ventpils un Bauskas rajonos tika veikta piena pārraudzības datu analīze. Visās saimniecībās ir divu šķirņu – Zānes un Latvijas vietējās šķirnes kazas, kā arī krustojumdzīvnieki. Piena kvalitātes rādītāji (piena tauku, olbaltumvielu, laktozes saturs, somatisko šūnu skaits) analizēti periodā no 1.05. līdz 31.10.2006. pēc piena pārraudzības rezultātiem.

Papildus piena analīžu datu statistiskajai apstrādei tika veiktas arī barības paraugu analīzes un barības devu optimizēšana ar datorprogrammas “KAZIŅA” palīdzību. Barības paraugi analizēti tika nosūtīti uz Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātnisko institūtu “Sīgra”. Kopumā tika izanalizēti 6 siena, 1 sakņaugu, 3 pašražotās spēkbarības, 2 skābsiena un 1 zariņbarības paraugs no bioloģiskajām saimniecībām, kā arī 3 siena, 1 skābsiena, 1 skābbarības un 2 spēkbarības paraugi no konvencionālajām saimniecībām. Veicot barības līdzekļu ķīmiskās analīzes, noskaidrojām barības līdzekļu sausnas, kopproteīna, kokšķiedras, koptauku, koppelnu, bezslāpekļa ekstraktvielu, Ca, P, karotīna, cukuru, barības vienību, sagremojamā proteīna, skābi skalotās kokšķiedras (ADF), neitrāli skalotās kokšķiedras (NDF) un neto enerģijas (NEL) saturu, kā arī pH un organisko skābju saturu skābsiena un skābbarības paraugos.

Barības vielu vajadzību dzīvniekiem noteicām atbilstoši kazu dzīvmasai un izslaukumam, vadoties pēc izstrādātas un pilnveidotas datorprogrammas “KAZIŅA” pēc Amerikas nacionālā pētniecības centra (NRC) ieteikumiem un Latvijā pieņemtiem normatīviem kazu barības devu optimizēšanā (3., 4). Ar datorprogrammas palīdzību tika izanalizēta reālā situācija kazu ēdināšanā konvencionālajās un bioloģiskajās saimniecībās, kā arī veikta barības devu optimizēšana un doti ieteikumi kazu ēdināšanas uzlabošanai atbilstoši dzīvnieku fizioloģiskajām vajadzībām.

Pētījuma laikā izstrādājām čeklisti kazu labturības izvērtēšanai bioloģiskajās saimniecībās, tās izmantošanas iespējas pārbaudījām arī konvencionālajās zemnieku kazaudzētāju saimniecībās.

Rezultāti un diskusija

Kazkopība ir viena no lopkopības nozarēm, kura bioloģiskajā lauksaimniecībā iegūst arvien lielāku popularitāti. Pēc neoficiāliem statistikas datiem, kas iegūti bioloģiskās lauksaimniecības sertifikācijas institūcijās, 2006. gadā ir sertificētas 131 saimniecība, kas nodarbojas ar kazu audzēšanu un kazkopības produkcijas ražošanu. Kopā šajās saimniecībās ir sertificētas 2221 kaza. Ja Latvijā kopumā ir reģistrētas 14900 kazu, tad bioloģiskajā saimniecībās ir apmēram 15% kazu. Bioloģiskās lauksaimniecības uzņēmumu sadalījums pēc dzīvnieku skaita redzams 1. tabulā.

1. tabula. BLS sertificētās kazkopības saimniecības 2006.gadā/ Table 1 Certified organic goat farms in 2006

Kazu skaits saimniecībā, Number of goat in farm	Saimniecību skaits/ Number of farms	%
1-5	65	49.6
6-10	26	19.8
11-50	30	22.9
51-100	6	4.6
101 un >	4	3.1
kopā	131	100

Ja saimniecībā dzīvnieku skaits ir līdz 10, var uzskatīt, ka kazkopības produkcija – piens un siers, tiek ražoti pašu vajadzībām, bet lielākās saimniecības nodarbojas ar produkcijas ražošanu tirgum. Pēc tabulas datiem redzams, ka bioloģiskajā lauksaimniecībā ar kazkopības produkcijas realizāciju tirgū nodarbojas vairāk kā 30% kazkopības saimniecību, bet lielākā daļa saimniecību ir nelielas, kas ražo kazkopības produkciju pašpatēriņam.

Latvijā kazas audzē pamatā piena ieguvei un gaļā patērē tikai izbrāķētās kazas un āzīšus. Pēc centrālās statistikas pārvaldes datiem 2005. gadā saimniecībās saražoja 3517 tonnas piena, kas, salīdzinot ar iepriekšējo gadu (2367 tonnas piena), ir par 33% vairāk. Kazu piena ražošanas apjomu pieaugums liecina par kazas piena un piena produktu pieprasījumu vietējā tirgū. Dati par bioloģiskajās saimniecībās saražotajiem piena apjomiem 2006. gadā nav pieejami.

Latvijā audzēto kazu kvalitatīvie rādītāji, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem, uzlabojas, un to veicina valsts sniegtais atbalsts ciltsdarbam un dzīvnieku audzēšanai. Kazkopības nozares attīstība ir atkarīga no valsts atbalsta. Bez tā nozare šobrīd nebūtu rentabla un neattīstītos. Kazu piena ražošanas apjomu pieaugums liecina par kazas piena un piena produktu pieprasījumu vietējā tirgū. Kazu māšu skaita pieaugumam ir pozitīva ietekme uz sektoru, kas liecina, ka nākotnē kazlēnu skaits pieaugs, un it īpaši pieaugs bioloģiskajās saimniecībās audzēto dzīvnieku skaits.

2005. gadā šķirnes kazu audzēšanas saimniecībās bija 834 kazu mātes, no kurām 5.6% ir E klases un 56.4% ir pirmās (I) klases kazu mātes. Pārraudzība tika veikta 520 kazām, un vidēji republikā no kazas ieguva 491 kg piena.

Lai salīdzinātu bioloģiskajās un konvencionālajās saimniecībās iegūtās kazkopības produkcijas kvalitāti, veicām piena kvalitātes rādītāju analīzi. Iegūtie rezultāti atspoguļoti 2. tabulā.

2. tabula. Kazu piena kvalitāte bioloģiskajās un konvencionālajās saimniecībās, 2006. gads/ Table 2 Quality of goat milk in organic and conventional farms, 2006

Rādītāji/ Indices	BLS saimniecības/ Organic farms	Konvencionālās saimniecības/ Conventional farms	BLS pret konvencionālajām saimn./Organic/conventional farms, %
Apskoto dzīvnieku skaits/ Number of inspected animals	227	223	-
Izslaukums dienā no kazas/ Milk yield per goat per day, kg	2.03 ± 0.18	2.45 ± 0.78	- 17.1%
Tauku saturs pienā/ Milk fat, %	3.98 ± 0.17	3.76 ± 0.49	+ 5.9%
Laktozes saturs/ Lactose, %	4.93 ± 0.90	4.41 ± 0.18	+ 11.8%
Olbaltumvielu saturs pienā/ Milk protein, %	3.53 ± 1.04	3.14 ± 0.37	+ 12.4%
Somatisko šūnu skaits/ SCC, tūkst./thous.ml	1517.66 ± 1285.48	1285.43 ± 1070.28	+ 18.1%

Pēc iegūtajiem datiem redzam, ka bioloģiskajās saimniecībās salīdzinājumā ar konvencionālajām saimniecībām no kazas iegūts par 17% zemāks piena izslaukums, turpretī piena tauku, laktozes un olbaltumvielu saturs ir ievērojami augstāks nekā konvencionālajam pienam.

Zemākos piena izslaukumus var izskaidrot ar kazu ēdināšanas nepilnībām un barības devu nesabalansēšanu, jo bioloģiskajās saimniecībās kazu ēdināšanā izmanto pamatā pašražotos barības līdzekļus, turpretī konvencionālajās saimniecībās tiek iepirkts spēkbarības maisījums, kas bagātināts ar minerālvielām un vitamīniem.

Bioloģiskajās saimniecībās viens no galvenajiem priekšnoteikumiem veiksmīgai saimniekošanai un kvalitatīvas produkcijas ražošanai ir dzīvnieku veselības nodrošināšana. Bioloģiskajās saimniecībās nav atļauta ķīmiski sintezētu veterināro medikamentu lietošana profilaktiski, līdz ar to dzīvnieka veselība jānodrošina ar pareiziem turēšanas, audzēšanas un ēdināšanas apstākļiem (2). Lai arī ir pieņēmums, ka no bioloģiskajā lauksaimniecībā audzētiem dzīvniekiem mēs iegūstam kvalitatīvāku un veselīgāku produkciju, kura nesatur veterināro medikamentu atliekvielas, tomēr pēc 2. tabulas datiem redzam, ka bioloģisko kazu pienā novērots par 18% vairāk somatisko šūnu nekā konvencionālajā pienā. Un tas liecina par kļūdām dzīvnieku labturības ieviešanā (3. tabula), kā arī dzīvnieku vajadzībām neatbilstošu ēdināšanu.

Pētījuma laikā saskārāmies ar problēmu, ka bioloģiskajās saimniecībās, kurās dzīvnieku skaits ir līdz 20, praktiski netiek veikta nekāda izēdinātās barības uzskaite. Zemnieku saimniecību īpašniekiem nav priekšstata par to, cik daudz kazai dienā tiek izēdināts siens, spēkbarība, nenotiek nekāda barības plānošana un izlietojuma uzskaite. Līdz ar to radās problēma barības devu izvērtēšanā un līdz ar to aprēķini ir tikai aptuveni. Nevienā no apsekotajām kazu audzētāju saimniecībām iepriekšējos gados nav veikta kazu barības devu optimizēšana. Veicot ziemas un vasaras barības devu analīzi konstatējām, ka praktiski visos gadījumos gan bioloģiskajās, gan konvencionālajās saimniecībās barības deva satur paaugstinātu NDF saturu, kas ierobežo dzīvniekam nepieciešamo barības vielu uzņemšanu. Gan ziemas, gan vasaras barības devās saimniecībās netiek dzīvnieki nodrošināti ar pietiekošu sausas daudzumu, līdz ar to barības devās trūkst arī NEL un kopproteīns, kas nepieciešams dzīvnieku veselības un kvalitatīvas produkcijas ražošanas nodrošināšanai. Bioloģiskajās saimniecībās pamatā dzīvnieku ēdināšanai tiek izmantoti pašražotie barības līdzekļi – siens, ganību zāle, auzu, griķu milti un skābsiens, turpretī konvencionālajās saimniecībās blakus pašražotajai zāles lopbarībai tiek iepirkta Dobeles dzirnavnieka vai Tukuma "Straumes" pilnvērtīgā barība ar paaugstinātu enerģijas, proteīna, koptauku, Ca un P saturu; kas arī ļauj šīm saimniecībām iegūt par 17% augstākus izslaukumus. Tomēr arī konvencionālajās saimniecībās netiek veikta barības līdzekļu kvalitātes pārbaude un nenotiek barības devu optimizēšana. Papildus pamatbarībai gan konvencionālajās, gan bioloģiskajās saimniecībās tiek iekļauta minerālbarība laizāmās sāls formā, kā arī piedodot BLS sertificētu minerālbarību CODIBLOC UAB, pieņemot, ka dzīvnieks laizot spēs uzņemt sev nepieciešamo minerālvielu daudzumu. Veicot barības devu optimizēšanu konstatējām, ka praktiski visos gadījumos barības devās ir palielināts Ca daudzums, kas netiek sabalansēts ar P daudzumu.

Bioloģiskajās saimniecībās viens no svarīgiem priekšnoteikumiem dzīvnieku veselības nodrošināšanā ir arī dzīvnieku labturības nodrošināšana (1). Bioloģisko saimniecību darbības atbilstības izvērtēšanas laikā inspektori dzīvnieku labturību novērtē ļoti virspusēji, raugoties, lai tiktu ievēroti Latvijā spēkā esošie vispārējie dzīvnieku labturības noteikumi. Latvijā nav izstrādāti labturības noteikumi speciāli kazām, līdz ar to vispārīgie labturības noteikumi nespēj nodrošināt piemērotus apstākļus kazām dzīvnieku veselības nodrošināšanai, brīvas uzvedības izpaušmei un kvalitatīvas produkcijas ražošanai. Pēc Islandes un Dāņu speciālistu ieteikumiem tika izstrādāti dzīvnieku labturību noteicošie rādītāji un novērtēšanas kritēriji, kā arī čekliste kazu labturības izvērtēšanai bioloģiskajās saimniecībās, kuru salīdzināšanai pārbaudījām arī konvencionālajās zemnieku kazaudzētāju saimniecībās. Ar precīzu visu sugu lauksaimniecības dzīvnieku labturības izvērtēšanas metodiku varēs iepazīties pēc projekta rezultātu apkopošanas un publicēšanas 2007. gada nogalē. Par kazu veselību un labturību liecina dzīvnieku kāju aprūpe un nagu apgriešana, dzīvnieku barojuma pakāpe un ķermeņa kondīcija, kas nosaka arī dzīvnieku produktivitāti, dzīvnieku turēšanas apstākļi ziemas un vasaras periodos – dzīvnieku blīvums mītnē, kūts mikroklimats, piekļuve ūdenim un barībai un citi rādītāji. Iegūtie rezultāti atspoguļoti 3. tabulā.

3. tabula. Kazu labturības izvērtēšana bioloģiskajās un konvencionālajās saimniecībās/ Table 3 Animal welfare in organic and conventional farms

Rādītāji	Bioloģiskās saimniecības	Konvencionālās saimniecības
1. Dzīvnieku klibums (Pārāk garī nagī)	Mazāk kā 2% dzīvn.	Mazāk kā 2% dzīvn.
2. Endoparazīti	Vairāk kā 3% dzīvn.	Mazāk kā 3% dzīvn.
3. Ķermeņa kondīcija, izskats	Pieņemami	Pieņemami
4. Produktivitātes faktori		
- Auglība	-Mazāk kā 3 kazlēni	-Mazāk kā 3 kazlēni
- Piens ražība	-Mazāk kā 2000 kg	-Mazāk kā 2000 kg
- Kazlēnu krišana	-Mazāk kā 1,5%	-Mazāk kā 1,5%
5. Grupas lielums ziemas laikā kūtī	Vairāk kā 40 dzīvnieku	Mazāk kā 40 dzīvnieku
6. Turēšana ziemas laikā		
- platība	-nepieņemami	-pieņemami
- savainojumu risks	-pieņemami	-pieņemami
- grīdas stāvoklis	-pieņemami	-nepieņemami
- citi (gaisa kvalitāte, temperatūra, gaisma, troksnis)	-pieņemami	-pieņemami
6.Ēdināšana		
Ziemas laikā:		
- piekļuve ūdenim, sālīm	-nepieņemami	-pieņemami
- bar. kvalitāte, kvantitāte	-nepieņemami	-pieņemami
Ganību sezonā:		
- ganību kvalitāte	-pieņemami	-pieņemami
- ūdens kvalitāte, pieejamība	-pieņemami	-pieņemami
- nodrošinājums ar minerālvielām	-pieņemami	-pieņemami
7. Ektoparazīti	Vairāk kā 3% dzīvn.	Mazāk kā 3% dzīvn.
8. Veterinārā ārstēšana		
- Profilaktiskā ārstēšana	-Nē	-Jā
- Akūtā ārstēšana	-Mazāk kā 2 reizes gadā/dzīvn.	-Mazāk kā 2 reizes gadā/dzīvn.
9. Cilvēka-dzīvnieka attiecības	Pieņemamas	Pieņemamas
10. Kopējais novērtējums	Pieņemama labturība	Pieņemama labturība

Veicot kazu labturības izvērtēšanu, konstatējām, ka bioloģiskajās saimniecībās dzīvniekiem novērojam vairāk problēmu, kas saistītas ar veselības nodrošināšanu. Tā kā bioloģiskajās saimniecībās nav atļauta veterināro medikamentu lietošana profilaksei, un gan zemniekiem, gan veterinārārstiem trūkst informācija par alternatīvu fitoterapeitisku un homeopātisku preparātu lietošanu, šajās saimniecībās ir problēmas gan ar dzīvnieku gremošanas sistēmas parazītiem, gan ar ādas parazītiem. Dzīvnieku barojuma pakāpe un produktivitātes faktori ir pieņemami gan bioloģiskajās, gan konvencionālajās saimniecībās, lai arī konstatējām, ka konvencionālajās saimniecībās piena izslaukumi ir lielāki nekā bioloģiskajās saimniecībās. Interesi var saistīt fakts, ka bioloģiskajās saimniecībās pārsvarā ziemas periodā netiek nodrošināts optimāls dzīvnieku blīvums uz 1 m², jo šajās saimniecībās grupas lielums ir virs 40 dzīvniekiem, kas var ietekmēt dzīvnieku labturību (stress), kā arī veselību (mikroklimats). Konvencionālajās saimniecībās dzīvnieku mītņu labiekārtošanai tiek pievērsta lielāka uzmanība, līdz ar to dzīvniekiem tiek nodrošināti optimālāki turēšanas faktori. Tomēr jāatzīmē fakts, ka konvencionālajās saimniecībās, kas nenodarbojas ar pašražotās spēkbarības audzēšanu, bieži vien novērojams pakaišu trūkums, līdz ar to dzīvniekiem ziemas periodā ir mitri aizgaldi, kas var novest pie kāju un nagu problēmām. Bioloģiskajās saimniecībās ir nepieņemami dzīvnieku ēdināšanas faktori – dzīvnieki netiek nodrošināti ar brīvu piekļuvi ūdenim un minerālvielām, kas savukārt var izsaukt veselības problēmas un produktivitātes samazināšanos. Vasaras periodā gan bioloģiskajās, gan konvencionālajās saimniecībās dzīvnieku turēšanu un ēdināšanu var novērtēt kā pieņemamu. Bioloģiskajā dzīvnieku turēšanas sistēmā bieži vien izskan pieņēmums, ka pie brīvās dzīvnieku turēšanas cilvēkam pazūd kontakts ar dzīvnieku, dzīvnieki biežāk slimo, novērota lielāka dzīvnieku

krišana, jo dzīvnieki netiek pietiekoši novēroti un uzmanīti. Pētījuma laikā, veicot novērojumus dzīvnieku un cilvēku savstarpējo attiecību izpausmēs, konstatējām, ka nav atšķirības bioloģiskajās un konvencionālajās dzīvnieku audzēšanas sistēmās, jo dzīvnieki ir aktīvi, ar šķirnei un sugai atbilstošu raksturojumu un rakstura īpatnībām, ziņkārīgi, nebaidās no kontakta ar cilvēku. Līdz ar to, apkopojot iegūtos novērojumu rezultātus, konstatējām, ka apsekotajās bioloģiskajās un konvencionālajās saimniecībās dzīvnieku labturība ir pieņemama.

Secinājumi

Bioloģiskajā lauksaimniecībā ar kazkopības produkcijas realizāciju tirgū nodarbojas vairāk kā 30% kazkopības saimniecību.

Bioloģiskajās saimniecībās salīdzinājumā ar konvencionālajām saimniecībām no kazas iegūts par 17% zemāks piena izslaukums, turpretī piena tauku, laktozes un olbaltumvielu saturs ir ievērojami augstāks (attiecīgi par 5.9, 11.8 un 12.4%).

Bioloģisko kazu pienā novērots par 18% vairāk somatisko šūnu nekā konvencionālajā pienā. Tas liecina par kļūdām dzīvnieku labturības ievērošanā, kā arī dzīvnieku vajadzībām neatbilstošu ēdināšanu.

Bioloģiskajās saimniecībās praktiski netiek veikta nekāda izēdinātās barības uzskaitē, zemniekiem nav priekšstata par barības devu lielumu un dzīvnieku fizioloģiskajām vajadzībām.

Bioloģiskajās saimniecībās pamatā dzīvnieku ēdināšanai tiek izmantoti pašražotie barības līdzekļi – siens, ganību zāle, auzu, griķu milti un skābsiens, turpretī konvencionālajās saimniecībās blakus pašražotajai zāles lopbarībai tiek iepirkta Dobeles dzirnavnieka vai Tukuma "Straumes" pilnvērtīgā barība ar paaugstinātu enerģijas, proteīna, koptauku, Ca un P saturu; kas arī ļauj šīm saimniecībām iegūt par 17% augstākus izslaukumus.

Bioloģiskajās saimniecībās dzīvniekiem novērojam vairāk problēmu, kas saistītas ar veselības nodrošināšanu.

Bioloģiskajās saimniecībās pārsvarā ziemas periodā netiek nodrošināts optimāls dzīvnieku blīvums uz 1 m², tas ietekmē dzīvnieku labturību (stress), kā arī veselību (mikroklimats).

Konvencionālajās saimniecībās dzīvnieku mītņu labiekārtošanai tiek pievērsta lielāka uzmanība, līdz ar to dzīvniekiem tiek nodrošināti optimālāki turēšanas faktori.

Bioloģiskajās saimniecībās ir nepieņemami dzīvnieku ēdināšanas faktori – dzīvnieki netiek nodrošināti ar brīvu piekļuvi ūdenim un minerālvielām, kas savukārt var izsaukt veselības problēmas un produktivitātes samazināšanos.

Apsēkotajās bioloģiskajās un konvencionālajās saimniecībās dzīvnieku labturība ir pieņemama.

Literatūra

1. Culleton N., Barry P., Fox R., Schulte R., Finn J. (2001) Principles of Successful Organic Farming. - Teagasc, UK, 162.
2. Lampkin N. (1992) Organic farming. - Farming Press, 703.
3. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. National Research Council, National Academy Press, 1981, 91.
4. Sprūžs J. (2005) Latvijā audzēto kazu ēdināšanas normas. Jelgava, 16.
5. Sprūžs J., Šeļegovska E., Remeza I., Vasiļjeva S. (2006) Importance of feed additives and assessment of goat welfare in organic Farming. Proceeding of the 12th Baltic animal breeding conference. Jurmala, Latvia, 169-176.

ESTIMATES OF BREEDING VALUES FOR DAIRY CATTLE USING TEST – DAY MILK YIELDS

Zutere R.

Latvia University of Agriculture, Liela iela 2, Jelgava, Latvia, LV – 3001

Abstract

The aim of the study was to analyze the improvement of reliability and the changes in the rankings of bulls using different models. There were build up 4 Test day model (TDM) groups with 2 fixed effects and 108 or 450 defined lactation curves. The results of TDM were compared with the results calculated with LM used in a routine genetic evaluation. A total of 362 043 first three lactation test day records were used from 23 949 Latvian Brown breed cows, int. al. daughters of 687 sires and cows of 1849 herds and 400 districts. Estimated breeding values (EBV) showed large a variation for three productivity traits in all study groups. EBV were obtained in range from -1013.9 to 1965.7 kg with average values from 6.2 kg to 63.9 kg for milk yield, from -40.75 to 93.59 kg with average EBV from 0.18 to 2.37 kg for fat yield and from -37.33 to 59.86 kg with average values from 0.13 to 1.99 kg for protein yield. There were not significant differences between EBV of different groups for fat yield. EBV of milk yield and protein yield showed significant differences between groups where different fixed herd – test day (HTD) or fixed district – test day (DTD) effect included in the model ($p < 0.01$). The ranking of bulls by EBV were similar for all productivity traits. There were 6 bulls for milk yield, 8 bulls for fat yield and 7 bulls for protein yield and are included in the top list of the 10 best bulls in all groups. The average reliability (REL) of EBV are in a range from 70 to 82 %, from 69 to 81 % and from 72 to 83 %, respectively for milk, fat and protein yield by the test – day model (TDM). These values were lower 3 to 20 % using the lactation model (LM).

Key words

Test day (TD), regression model (RM), estimated breeding value (EBV)

Introduction

Increased computer power and the development of computational techniques has made possible an increase in the complexity of models, thus reducing the likelihood that factors that are not included in the model will bias genetic estimates. Thus, to account for environmental variance, records are usually grouped in herd-year-season classes. The 305-day milk yield is computed on the basis of single test day records.

An alternative approach to genetic evaluation is an analysis of individual test day records. Ptak and Schaeffer (1993) suggested a repeatability TD model, which assumes that covariances between successive test days are equal to those between test days that are far apart. The model proposed by Ptak and Schaeffer (1993) was a first lactation, single-trait repeatability model, in which genetic variance was assumed constant throughout lactation, and genetic correlations among different TD records were assumed to be 1.

It is assumed in the fixed regression model that there are constant animal and permanent environmental effects throughout the course of the lactation. The heterogeneous variances at different lactation stages are not taken into account and correlations between any two tests are assumed to be equal. Although cows belonging to different sub-groups, e.g. age–parity–season classes, are allowed to have different average lactation curves, deviations from the average curves are not modeled by the fixed regression model (Liu, Jamrozik, Jansen, 1998).

The fixed regression model developed in the early stages of modeling TD data (Ptak, Schaeffer, 1993) was a simplified version of the random RM. TD models have recently gained considerable interest because they are more flexible in handling records from different recording schemes. Compared with only using records of complete lactations they can reduce the generation interval through frequent genetic evaluation with the latest data (Swalve, 2000).

The main advantages of using TD models for genetic evaluation are: 1) individual test date effects can be included in the model, which affects the test day yield substantially; 2) the number of records per cow and the interval between records can be accounted for; 3) the number of cows with records at the same test date exceeds the number of cows that enter a herd-year-season class in a full lactation model, which increases the accuracy of the adjustment for fixed effects; 4) TD models can account for individual differences in the shape of lactation curves of cows, which includes the persistency of the lactation (Pool *et al.*, 1999; Reents *et al.*, 1996).

The main objective of this study was to use a test day model to estimate the breeding values of the milk production traits of dairy cattle.

Materials and Methods

Test day data for the study were obtained from the state agency ‘Agricultural Data centre’ which organizes milk recording in Latvia and is responsible for the genetic evaluation.

Latvian Brown (LB) is the main cattle breed in Latvia with an average milk yield of 4926 kg, fat content of 4.45 % and protein content of 3.33 % in 305 days. A total of 362043 first 3 lactation TD records were used from 23 949 LB cows (on average 15 TD records of 3 lactations per cow). Cows TD data from 1995 – 2004 were used in the study. Included daughters of 687 sires (on average 35 daughters per sire) and cows of 1849 herds (on average 13 cows per herd) and 400 districts (on average 60 cows per district). The main breeds of sires were Latvian Brown (LB), Danish Red (DS), Angler (AN), Swedish Red and White (ZS) and Holstein Red and White (HS).

The average milk yield of cows in the test day was 14.9 kg, fat yield and protein yield was respectively 0.67 kg and 0.50 kg, fat and protein content was respectively 4.58 % and 3.37 %. The lowest values are shown in 1st lactation, but the highest in 3rd lactation test day records for all traits.

The average productivity results of cows of three lactations in different test days showed that the highest milk yield (19.1 kg) is shown in the 1st test day which decreases with the following test days to be in the lowest value (9.9 kg) in the 11th test day (Table 1). The opposite situation were present for fat and protein content. The lowest values were present in 2nd TD (respectively 4.22% and 3.01% for fat and protein content) which increases with the following test days to be in the highest value in the last 11th TD, respectively 5.10 % and 3.83 % for fat and protein content.

Table 1. Phenotypic means and standard deviations for productivity traits of cows in the study

Test day	Milk yield, kg		Fat content, %		Protein content, %	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	19.1	4.97	4.55	0.953	3.23	0.402
2	18.6	5.08	4.22	0.828	3.01	0.320
3	17.3	4.88	4.26	0.795	3.11	0.327
4	16.0	4.62	4.36	0.795	3.23	0.328
5	14.9	4.40	4.49	0.808	3.33	0.339
6	13.9	4.23	4.63	0.826	3.43	0.348
7	12.8	4.09	4.75	0.844	3.52	0.369
8	11.8	3.98	4.86	0.879	3.61	0.399
9	10.8	3.90	4.97	0.901	3.70	0.433
10	10.2	3.81	5.06	0.924	3.78	0.466
11	9.9	3.76	5.10	0.937	3.83	0.481

The following test day model was used for the breeding value estimation:

$$y_{ijkl} = \mu + HT_i \text{ or } DT_i + a_j + pe_j + LAYS_{ik} + b_{k1}(D/c) + b_{k2}(D/c)^2 + b_{k3}\ln(c/D) + b_{k4}[\ln(c/D)]^2 + e_{ijkl}, \quad (1)$$

where

y_{ijkl} – nth test day observation (milk yield, fat yield, protein yield) for cow (j);

μ – mean;

HT_i or DT_i – fixed herd – test day (i) or fixed district – test day (i) effect;

a_j – random additive genetic effect (breeding value) of an animal (j);

pe_j – random permanent environment effect to account for repeated measures within a cow (j);

$LAYS_{ik}$ – fixed (calving age*calving season*calving interval*calving year*lactation) effect;

b_{k1} and b_{k2} – regression coefficients on the linear and quadratic effect of the ratio D/c , in which D is the day in lactation and c is a constant, in this case $c = 380$;
 b_{k3} and b_{k4} – regression coefficients on the linear and quadratic effect of $\ln(c/D)$;
 e_{ijkl} – random residual effect (random error).

There were built up the following a model groups with 2 fixed effects: I group) fixed HT_i and $LAYSi_k$ effect with 108 defined lactation curves; II group) fixed DT_i and $LAYSi_k$ effect with 108 defined lactation curves; III group) fixed HT_i and $LAYSi_k$ effect with 450 defined lactation curves; IV group) fixed DT_i and $LAYSi_k$ effect with 450 defined lactation curves.

The results of TDM were compared with appropriate results calculated with LM used by the state agency ‘Agricultural Data Centre’ in a routine genetic evaluation to analyze the improvement of reliability and to show the changes in the rankings of bulls using different models.

The data were processed using SAS 8.2. software [SAS, 1998]. PEST [Groeneveld, 1990] software was used to obtain the results of the genetic evaluation.

Results and Discussion

EBV of productivity traits of bulls showed results with great variation (Table 2). EBV of milk yield ranged from -1013.9 to 1965.7 kg with the average values from 6.2 to 63.9 kg in different groups. The lowest and highest EBV was obtained by the model with the fixed DTD effect. Using the model with the fixed the HTD effect EBV obtained ranged from -874.3 to 1074.4 kg.

Table 2. Estimated breeding values (EBV) of productivity traits of bulls, kg

Trait	Parameter	Model information			
		I group	II group	III group	IV group
Milk yield, kg	$\bar{x} \pm s_x$	6.2 ± 264.27	63.9 ± 424.51	7.5 ± 267.37	61.9 ± 427.01
	Min	- 874.3	- 981.1	- 863.8	- 1013.9
	Max	1074.4	1965.7	1062.0	1955.9
Fat yield, kg	$\bar{x} \pm s_x$	0.18 ± 12.209	2.14 ± 18.237	0.25 ± 12.218	2.37 ± 18.927
	Min	- 33.49	- 38.84	- 33.24	- 40.75
	Max	71.12	93.59	69.28	90.55
Protein yield, kg	$\bar{x} \pm s_x$	0.13 ± 8.155	1.86 ± 13.187	0.17 ± 8.995	1.99 ± 13.443
	Min	- 33.39	- 33.33	- 37.33	- 33.70
	Max	35.49	58.41	37.33	59.86

EBV of fat yield obtained in range from - 40.75 to 93.59 kg with the average EBV of each group from 0.18 to 2.37 kg (Table 2). The highest average EBV obtained in II and IV group where the fixed DTD effect was included in the model, respectively 2.14 and 2.37 kg. Also results of these groups showed the larger variation of EBV, respectively 132.43 and 131.30 kg. EBV showed lower variation (104.61 and 102.52 kg) and the average EBV (0.18 kg and 0.25 kg) respectively in I and III group using the model with the fixed HTD effect.

The results of protein yield showed that the average EBV ranged from 0.13 kg to 1.99 kg. Using the model with the fixed DTD effect results showed the highest variation of EBV (respectively 91.74 and 93.56 kg) and the average EBV (respectively 1.86 and 1.99 kg). The results showed lower variation of EBV (respectively 68.88 and 74.66 kg) and the average EBV (respectively 0.13 and 0.17 kg) using the model with the fixed HTD effect.

There was not significant differences between EBV of milk and protein yield where the same fixed HTD or DTD effect included in the model and between all groups of fat yield ($p < 0.01$).

The best bulls showed various EBV of milk yield (Table 3).

Table 3. The best bulls by EBV of milk yield, kg (REL ≥ 50 %)

Rank	I group		II group		III group		IV group	
	HB No.	EBV	HB No.	EBV	HB No.	EBV	HB No.	EBV
1	29616	1074	31352	1966	29616	1062	31352	1956
2	31352	987	31415	1710	31352	994	31415	1742
3	31415	918	31399	1495	31415	945	31399	1590
4	31109	913	31476	1322	31109	912	31467	1366
5	30870	876	31277	1317	30870	869	31466	1352
6	31277	816	31332	1290	31467	840	31476	1350
7	31476	800	31467	1280	31476	829	31332	1334
8	31467	770	31466	1263	31110	814	31277	1315
9	31110	769	29616	1249	31277	809	29616	1237
10	31108	711	31311	1185	31332	750	31311	1178

The 1st best bulls have EBV from 1062 to 1966 kg, but the 10th best from 711 to 1185 kg. The ranking gives the following results: a total of 14 bulls were included in all top lists of the study groups, int. al. 6 bulls of ZS, 7 bulls of HS and one of DS breed. There are bulls that showed similar ranking (only bulls with herd book number (HB No.), REL of EBV ≥ 50 %): the bull of ZS breed (HB No. 29616) has the 1st and 9th position; the bull of HS breed (HB No. 31352) has the 1st and 2nd position, but the bull of HS breed (HB No. 31415) has the 2nd and 3rd position in all groups.

Additional results are drawn from the ranking of bulls by EBV of fat yield (Table 4).

Table 4. The best bulls by EBV of fat yield, kg (REL ≥ 50 %)

Rank	I group		II group		III group		IV group	
	HB No.	EBV	HB No.	EBV	HB No.	EBV	HB No.	EBV
1	31488	71.1	31488	93.6	31488	69.3	31488	90.6
2	31109	46.7	31415	80.4	31415	46.7	31415	85.3
3	31415	46.1	31352	74.9	31109	45.9	31352	77.6
4	31277	45.6	31485	74.3	31277	45.4	31485	75.5
5	31485	44.3	31399	65.3	31485	44.5	31399	72.4
6	31108	43.6	31277	64.7	31108	44.5	31277	66.1
7	31393	41.4	31311	61.9	31393	41.0	31311	63.6
8	31352	38.8	31396	55.7	31489	40.5	31109	55.1
9	31489	38.5	31489	54.9	31352	39.1	31396	55.1
10	31396	36.9	31109	54.1	31396	35.9	31489	54.7

Total 12 bulls were included in all lists. It shows that the large variation of EBV gives a similar ranking of bulls. The group of the best bulls is made from 5 HS, 4 DS and 3 ZS breed bulls.

There were eight bulls in all and four bulls in two study groups as the best. The 1st position of ranking of all groups has the bull of the DS breed (HB No. 31488) which showed EBV results from 69.3 kg to 93.6 kg. The bull of HS breed (HB No. 31415) has the 2nd and 3rd position of ranking in all groups and showed EBV results from 46.1 kg to 85.3 kg.

The ranking of the best bulls by EBV of protein yield has created additional sign results in the study (Table 5). There were 12 bulls repeatedly included in all groups, int. al. 6 ZS, 4 HS and 2 DS breed bulls. Each bull was included in the top list not only in one group. Total 7 bulls in all groups, 2 bulls in 3 groups and 3 bulls in 2 groups as the best ones were included in the top list.

The 1st position in two groups has two bulls: the bull of ZS breed (HB No. 31109) showed EBV results from 35.5 kg to 37.3 kg when fixed HTD effect included in the model was used, the bull of HS breed (HB No. 31352) showed EBV results from 58.4 kg to 59.9 kg when fixed DTD effect included in the model as used.

Table 5. The best bulls by EBV of protein yield, kg (REL ≥ 50 %)

Rank	TDM (I)		TDM (II)		TDM (III)		TDM (IV)	
	HB No.	EBV	HB No.	EBV	HB No.	EBV	HB No.	EBV
1	31109	35.5	31352	58.4	31109	37.3	31352	59.9
2	29616	32.0	31415	49.3	29616	34.3	31415	52.8
3	31108	29.6	31488	43.9	31108	33.1	31399	45.2
4	31352	28.0	31485	43.6	31352	29.8	31485	43.8
5	31488	28.0	31277	41.7	31110	29.4	31277	43.1
6	31393	27.8	31109	41.1	31415	28.5	31488	42.0
7	31413	27.2	31399	38.5	31488	28.1	31109	41.0
8	31277	26.0	29616	37.3	31393	28.1	31393	37.5
9	31110	25.8	31393	36.8	31413	26.7	29616	35.8
10	31415	25.4	31110	35.5	31277	26.4	31413	35.6

The calculation of reliability is a measure of accuracy. It provides a measure of the degree of risk associated with the evaluation. Reliability measurements using TDM and LM are shown in Table 6.

The average reliability of bulls are in the range from 70 % to 82 % for milk yield, from 69 % to 81 % for fat yield and from 72 % to 83 % for protein yield. Using LM these values are 67 %, 63 % and 63 %, respectively for milk, fat and protein yield. It showed that using TDM reliability rates are higher by 3 % to 20 %. Higher differences of reliability are obtained for protein yield (3 – 15 %), but lower for milk yield (9 – 20 %) using results from both TD and LM.

Reliability estimates are higher for younger sires using TDM. The differences between TDM and LM estimates are from 2 % – 17 % for older sires and 14 % – 27 % for younger sires.

It is possible to include different number of daughters in the evaluation using a different model at the same time. There are 7 daughters per sire more in average using TDM. Results showed that the number of daughters per sire increases by birth year, int. al. for younger sires.

Table 6. Reliability (REL) of productivity traits, %

Parameter	Model information	Birth year of bulls				In average
		≤ 1990	1991 – 1993	1994 – 1997	1998 – 1999	
Number of sires	n	191	74	99	23	387
Daughters per sire	TDM	53	69	51	96	58
	LM	52	55	45	55	51
REL of milk yield	TDM (I)	68	71	69	80	70
	TDM (II)	80	84	82	88	82
	TDM (III)	68	71	69	80	70
	TDM (IV)	81	84	82	88	82
	LM	69	65	66	66	67
REL of Fat yield	TDM (I)	67	70	68	79	69
	TDM (II)	79	82	80	87	80
	TDM (III)	67	70	68	79	69
	TDM (IV)	79	83	81	87	81
	LM	65	61	62	61	63
REL of protein yield	TDM (I)	70	73	71	81	72
	TDM (II)	82	85	83	89	83
	TDM (III)	75	78	75	84	76
	TDM (IV)	80	84	82	88	82
	LM	65	61	62	62	63

The TDM with the fixed DTD effect merged more cows in one subgroup. It gives an EBV with more variations. The results showed that there are not significant differences between the rankings of animals of EBV using TDM. The use of TD model produced EBV with higher reliability rates in the shortest time versus LM. Individual yields on test day can be the basis of a genetic evaluation system instead of estimates of yield during the first 305 days of lactation.

Conclusions

EBV showed a large variation for all traits. EBV obtained in range from -1013.9 kg to 1965.7 kg for milk yield. The lowest and highest values was obtained by the model with the fixed DTD effect. The results of these groups also showed largest variation of EBV (2968.8 kg). There are 6 bulls on all lists. There are bulls that showed similar ranking. Two bulls of HS breed have respectively the 1st and 2nd position (HB No. 31352) and the 2nd and 3rd (HB No. 31415) position in all groups.

The highest average EBV of fat yield are obtained in the II and IV group where the fixed DTD effect was included in the model, respectively 2.14 and 2.37 kg. Also the results of these groups showed the larger variation of EBV, respectively 132.43 and 131.30 kg. There were 8 bulls on all lists when only the first 10 bulls are considered for the top list. The 1st position of ranking of all groups has a bull of DS breed (EBV from 69.3 to 93.6 kg). The bull of the HS breed has 2nd and 3rd position of ranking in all groups (EBV from 46.1 to 85.3 kg).

Using the model with fixed DTD effect results showed the highest variation of EBV of protein yield (respectively 91.74 and 93.56 kg) and the average EBV (respectively 1.86 and 1.99 kg). In total 7 bulls included in the top list in all groups. The 1st position has 2 bulls. The bull of ZS breed showed EBV results from 35.5 kg to 37.3 kg when the fixed HTD effect was included in the model. The bull of HS breed showed EBV results from 58.4 to 59.9 kg when the fixed DTD effect was included in the model.

The Spearman rank correlations (≥ 0.97) obtained by Kaya *et al.* (2003) indicated that the ranking of animals for EBV for TD and 305-day milk yields closely correlated with each other and are in agreement with the results from this study.

There are not significant differences between EBV of milk, protein yield in groups where the same HTD or DTD effect was included in the model and between all groups of fat yield ($p < 0.01$).

There are 7 daughters per sire more in average using TDM versus LM. The average reliability rates for bulls are in a range from 70 to 82 % for milk yield, from 69 to 81 % for fat yield and from 72 to 83 % for protein yield. It showed that using TDM the reliability rates are higher by 3 to 20 %. Using results from TDM and LM higher a difference of reliability rates in average estimates are obtained for protein yield (9 – 20 %), but lower for milk yield (3 – 15 %).

Other studies showed that improvement of reliability rates of productivity traits are in range from 2 to 3 % for bulls with higher numbers of progeny, 9 % for bulls with less than 50 progeny and from 4 % to 8 % for cows (Schaeffer, *et al.*, 2000);

The results of the study showed that the TDM with fixed a DTD effect, in spite of defined lactation curves, gives EBV a greater variation compared to the model with a fixed HTD effect. It shows a greater variability in the animals. The use of the TDM for the genetic evaluation gives better results for the reliability rates of breeding values versus LM. It is now possible to make early evaluations of bulls and this is a very important benefit for the future of Latvian dairy cattle breeding.

References

1. Groeneveld E. (1990) PEST User's Manual, Germany, 80.
2. Kaya I., Akbas Y., Uzmay C. (2003) Estimation of Breeding Values for Dairy Cattle Using Test – Day Milk Yields. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 27, 459 – 464.
3. Liu Z., Jamrozik J., Jansen G. A. (1998) Comparison of Fixed and Random Regression Models Applied to Dairy Test Day Production Data. Proceedings of 1998 Interbull Meeting: Interbull bulletin 17, 60–63.

4. Pool M.H., Meuwissen T.H.E. (1999) Prediction of Daily Milk Yields from a Limited Number of Test Days Using Test Day Models. *J. Dairy Sci.*, 82, 1555 – 1564.
5. Ptak E., Schaeffer L.R. (1993) Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. *Livest. Prod. Sci.*, 34, 23 – 34.
6. Reents R., Doop L. (1996) Genetic evaluation for dairy production traits with a test day model for multiple lactations. *Proceedings of the 1996 Interbull Meeting: Interbull bulletin 14*, 113 – 117.
7. SAS 1998. SAS User's guide SAS Institute Inc., Gary, North Carolina.
8. Schaeffer L.R., Jamrozik J., Kistemaker G.J., Van Doormaal B.J. (2000) Experience with a Test – Day Model. *J. Dairy Sci.* 83, 1135 – 1144.
9. Swalve H.H. (2000) Theoretical Basis and Computational Methods for Different Test – Day Genetic Evaluation Methods. *J. Dairy Sci.*, 83, 1115 – 1124.

**FOTOSINTĒZES PIGMENTU SATURA IZMAIŅAS VASARAS KVIEŠU LAPĀS
ATKARĪBĀ NO MINERĀLELEMENTU PIEGĀDES CAUR LAPĀM
THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN SPRING WHEAT LEAVES IN
DEPENDENCE ON MINERAL SUPPLY THROUGH LEAVES**

Stramkale V., Stramkalis A., Pakarna G., Vikmane G.

Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs/ Scientific centre of agriculture of Latgale, Kultūras laukums 1a, Viļāni, Rēzeknes rajons, Latvija LV-4650, phone: +371 64628140; e-mail: strzin@apollo.lv
Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte/ Faculty of Biology, University of Latvia, Kronvalda bulvāris 4, Rīga, Latvija LV-1010, phone: +371 67034864, e-mail: mar.vikmane@lu.lv

Abstract

Fertilisers are of great significance in the formation of wheat (*Triticum L.*) spring variety yield and its quality. Usually organic and mineral nutrients for plants are worked into the soil. It is known that the utilisation of mineral nutrients from soil is not with the high efficiency. An actual problem for agriculture is the rational using of nutrients. Mineral supply through leaves increases the availability of minerals and it is better for the environment. This was the first investigation of the influence of mineral supply through leaves on amount of photosynthetic pigments in spring wheat leaves in Latvia. There were field tests and laboratory experiments.

Field tests and laboratory experiments were carried out with wheat variety 'Jasna'. During the heading phase plants were sprayed with solution of micronutrients – *DDMn* (Mn:Zn:Cu:Mo:B = 4:0.010:0.020:0.001:0.010) and solution of macronutrients – *Phosific* (NH₄NO₃:P₂O₅:K₂O:SO₃ = 10:15:5:30). The field tests were carried out in the Latgale Scientific Agricultural Centre in Eastern Latvia, but the laboratory experiments in the Department of Plant Physiology the faculty of Biology the University of Latvia. Field tests were performed in the year 2005. The field tests were organised according to the method of random blocks with 4 repetitions. The total area for a block was 2 m × 10 m = 20 m². The total space of the test was 1600 m². There was humus podzolic gley soil. The content of organic substances in the soil was 5.2%, pH_{KCl} – 6.45. Micronutrients in soil (mg l⁻¹): N – 100, P – 730, K – 140, Ca – 13625, Mg – 2500, S – 23, Fe – 2800, Mn – 125, Zn – 5, Cu – 8.5, Mo – 0.08, B – 1.20. Pre-plant was flax. As a basic fertiliser "*Kemira Grow How*" complex mineral nutrition 5:10:25 3 c ha⁻¹, mineral supplement was ammonium nitrate – 1 c ha⁻¹ (the recommendations of the supplier). In field tests the yield of wheat was determined. The wheat was cropped according to the seed ripening phase by grain combine harvester *Sampo-130*.

In the laboratory (in the year 2005 and 2006) experiments the seeds were germinated at 20°C in a Petri dish. The number of repetitions – 4. The number of seeds in every repetition was 100. In the laboratory experiments were determined amount of photosynthetic pigments were estimated spectrophotometrically. During laboratory experiments plants were grown also in containers with soil from Latgale Scientific Agricultural Centre (volume 1 litre) 10 plants in each. The number of repetitions – 4. Plants were sprayed with foliar fertiliser following directions.

Photosynthetic pigments were determined after appearing the second true leaf with intervals of 7 days. Chlorophyll amount were quantified with *SPAD-502*.

The supply of macronutrients and micronutrients through leaves increased the amount of photosynthetic pigments in wheat leaves by 3 to 29% in field and laboratory experiments either. Greater positive effect is due to the fertilisation of macronutrients through leaves. *SPAD* meter readings were linearly related to chlorophyll total amount in wheat leaves. The advantage of this method is absence of necessity to destruct leaves. The favourable effect on the amount of photosynthetic pigments in leaves remained in the next generation. Spraying of minerals during the heading phase increased wheat grain yield by 3 to 5% in comparison with the control. Optimal doses of minerals through leaves during wheat heading phase insure positive correlation between amount of photosynthetic pigments and grain yield. Negative influence on the environment is reduced.

Key words: fertilisation through leaves, spring wheat, photosynthetic pigments, yields.

Ievads

Vasaras kviešu (*Triticum L.*) ražības un ražas kvalitātes veidošanā nozīmīgs faktors ir mēslojums. Augiem barības elementu nepieciešamību parasti nodrošina ar organisko un minerālmēslojumu, tos iestrādājot augsnē. Tā kā augiem minerālelementu izmantošanas efektivitāte nav augsta, lapu mēslojuma pielietošana ir viens no patlaban aktuālākiem šīs problēmas risinājumiem.

Miglošana caur lapām palielina augu minerālmēsli izmantošanas efektivitāti un samazina negatīvās sekas vidē. Minerālelementi lapas audos iekļūst caur kutikulas hidrofiliskajām porām, kuru diametrs ir mazāks par 1nm (Schonherr,1976), nonāk apoplastā, tad pa plazmodesmām iekļūst šūnās, pa simplastu pārvietojas uz citām lapas parenhīmas šūnām un iesaistās metabolismā vai nonāk vadaudos (Schonherr,1976; Marschner, 1999).

Vielu uzņemšanu caur lapām ietekmē auga ontogēzes etaps, lapu anatomiskā uzbūve, mēslošanas līdzekļa ķīmiskās īpašības un koncentrācija, meteoroloģiskie apstākļi un citi faktori (Levy, Horesh, 1984; Tyree *et al.*, 1990; Bowman, Paul, 1992; Marschner, 1999). Kaut arī minerālelementu uzņemšana caur lapām nevar aizstāt augu minerālo barošanu no augsnes caur saknēm, tomēr tai ir priekšrocības (Tyree *et al.*, 1990; Marschner, 1999): iespējams ātri piegādāt augiem tieši attiecīgajā attīstības periodā visvairāk nepieciešamos elementus un tādā veidā regulēt augšanu un attīstību; ātri un efektīvi novērst fizioloģiskos traucējumus, kuri radušies minerālelementu trūkuma rezultātā; vajadzīgs neliels daudzums attiecīgo savienojumu; samazinās augsnes piesārņošana ar ķīmikālijām. Pēc vairāku autoru domām fotosintēzes pigmentu daudzums augu lapās zināmā mērā raksturo apgādi ar minerālelementiem (Longstreth, Nobel, 1980; Marschner, 1999) kā arī augu fizioloģisko stāvokli (Dudenko *et al.*, 2002; Neufeld *et al.*, 2006).

Pētījuma mērķis: analizēt lapu mēslojuma ietekmi uz fotosintēzes pigmentu saturu kviešu lapās un graudu ražu.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrā un Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē 2005. un 2006. gadā. Pētījuma objekts vasaras kviešu šķirne 'Jasna'.

Izmēģinājumos izmantots lapu mēslojums *DDMn* (mikroelementi) un *Phosific* (makroelementi). Mikroelementu mēslojums *DDMn* ir pulverveida viela, viegli šķīst ūdenī, ar ķīmisko sastāvu Mn:Zn:Cu:Mo:B = 4:0.010:0.020:0.001:0.010. Makroelementu mēslojums *Phosific* ir šķidrās mēslojums ar ķīmisko sastāvu NH₄NO₃:P₂O₅:K₂O:SO₃ = 10:15:5:30, pH – 1.8-2, masa – 1.333 kg l⁻¹.

Lauka izmēģinājums iekārtots pēc randomizēto bloku metodes 4 atkārtojumos. Lauciņa kopējā platība 2 m × 10 m = 20 m². Uzskaites platība 1.6 m × 10 m = 16 m². Izolācija starp variantiem 0.4 m, starp atkārtojumiem 0.5 m. Izmēģinājuma kopējā platība 1600 m².

Lauks drenēts, reljefs izlīdzināts, augsnes novērtējums 48 balles. Lauka izmēģinājums iekārtots trūdainā podzolētā glejaugsnē. Augsnes pH_{KCl} – 6.45, organisko vielu saturs 5.2%. Minerālelementu saturs augsnē (mg l⁻¹): N – 100, P – 730, K – 140, Ca – 13625, Mg – 2500, S –

23, Fe – 2800, Mn – 125, Zn – 5, Cu – 8.5, Mo – 0.08, B – 1.20. Nodrošinājums ar fosforu, kalciju, magniju, dzelzi ir ļoti augsts; ar slāpekli, varu, molibdēnu – augsts; ar mangānu, cinku, boru – optimāls un ar sēru un kāliju – zems. Priekšaug – lini. Pamatmēslojumā kompleksie minerālmēsli 5:10:25 3 c ha⁻¹ un papildmēslojumā amonija salpetris – 1 c ha⁻¹. Augsnes apstrāde un mēslošana. Rudenī lauks uzarts. Pavasarī veikta augsnes sagatavošana sējai ar kombinēto apstrādes agregātu *Laumetris*. Kompleksais minerālmēslojums iestrādāts augsnē dienu pirms sējas, kultivācijas laikā, devas saskaņā ar metodiku. Pirms sējas lauks pievelts. Sēja veikta 3. maijā ar sējmašīnu *SN-16*. Izsējas norma 250 kg ha⁻¹. Pēc sējas lauks pievelts.

Sējumu kopšana. Trešajā jūnijā veikta miglošana ar pesticīdiem Mentors – 0.35 l ha⁻¹ + Cikocels – 1 l ha⁻¹ + Arrats – 150 ml ha⁻¹ + Kemivets – 100 ml ha⁻¹. Slimību apkarošanai 29. jūnijā lietots fungicīds Tango Super – 1.5 l ha⁻¹, kaitēkļu apkarošanai lietots Fastaks – 150 ml ha⁻¹. Septītajā jūnijā dots slāpekļa papildmēslojums 60 kg ha⁻¹. Pirmajā jūlijā kviešu vārpošanas sākumā dots lapu mēslojums *DDMn* – 0.6 kg ha⁻¹ un *Phosific* – 2 l ha⁻¹. Vasaras kvieši novākti ar kombainu *Sampo-130* 31. augustā.

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums: 2005.gada maijā gaisa iesila pamazām. Maija 1.dekādē gaisa vidēja temperatūra 2.4°C zemāka par normu, bet nokrišņu daudzums 4.9 reizes pārsniedza normu. Arī maija 2. dekādē laika apstākļi bija līdzīgi. Laika apstākļi pozitīvi ietekmēja kviešu dīgšanu un augu attīstību. Jūnija vidējā gaisa temperatūra 14 °C, jeb 0.9 °C zemāka par normu. Nokrišņu daudzums 65 mm, jeb 87 % no normas. Jūlijā bija silts laiks, vidēja diennakts temperatūra par 1.7 °C pārsniedza normu un nokrišņu daudzums 65 mm, jeb 80 % no normas. Laika apstākļi labvēlīgi ietekmēja augu augšanu un attīstību. Augustā vidējā diennakts temperatūra bija tuvu normai, bet nokrišņu daudzums 1. dekādē 4.6 reizes pārsniedza normu. Pārmērīgais mitrums negatīvi ietekmēja graudu kvalitāti.

Laboratorijas izmēģinājumos sēklas diedzētas 20 °C temperatūrā. Sēklas ievietotas starp filtrpapīra lapām Petri traukos un novietotas tumsā. Atkārtojumu skaits – 4. Katrā atkārtojumā – 100 sēklas. Līdz ar sēklu dīgšanas sākumu tās eksponētas gaismā. Fotosintēzes pigmentu daudzums kviešu dīgstos noteikts spektrofotometriski 7.dienā pēc sēklu dīgšanas sākuma.

Laboratorijas izmēģinājumos kvieši audzēti veģetācijas traukos, katrā 10 augi. Atkārtojumu skaits – 4. Aptuveni ¼ daļa veģetācijas trauka tika piepildīta ar drenāžas slāni (keramzīts). Virs drenāžas slāņa iepildīts 1 litrs Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrā ievāktās augsnes. Augu laistīšanai izmantots nostādīnāts krāna ūdens. Augi migloti ar lapu mēslojumu atbilstoši metodikai cerošanas fāzē (21.dienā pēc sēklu sadīgšanas). Sākot ar otrās lapas stadiju, ik pēc 7 dienām veikti fotosintēzes pigmentu mērījumi.

Fotosintēzes pigmenti noteikti jaunākajā auga lapā. To daudzums mērīts pektrofotometriski ar *Ultraspec 3100* 95% etilspirta izvilkumā, nosakot gaismas absorbciju (A) viļņa garumos, kas atbilst hlorofila a, hlorofila b un karotinoīdu absorbcijas maksimumiem. Pigmentu koncentrācija (µg ml⁻¹) aprēķināta pēc formulām (Kutschera,1998):

$$C_a = 13.36 A_{664} - 5.19 A_{648}$$

$$C_b = 27.43 A_{648} - 8.12 A_{664}$$

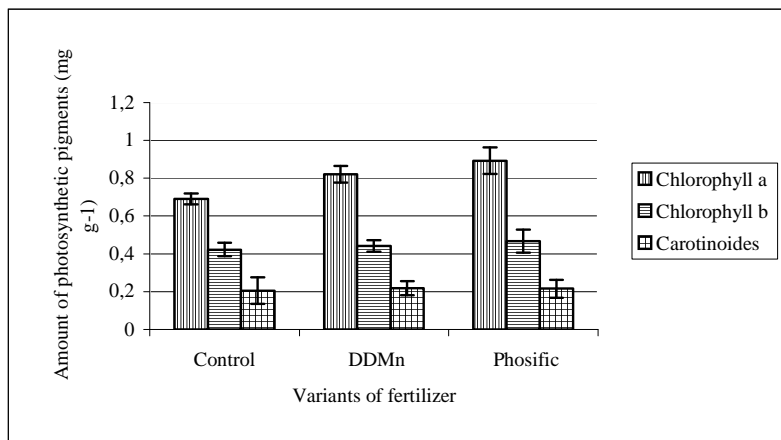
$$C_k = (1000 A_{470} - 2.13 C_a - 97.64 C_b) 209^{-1}$$

Hlorofila daudzums noteikts ar nedestruktīvu metodi, izmantojot hlorofilmetru *SPAD-502*.

Datu matemātiskā apstrāde (standartklūda, robežstarpības aprēķini) un attēlu izveide veikta ar datorprogrammu *MS Excel*.

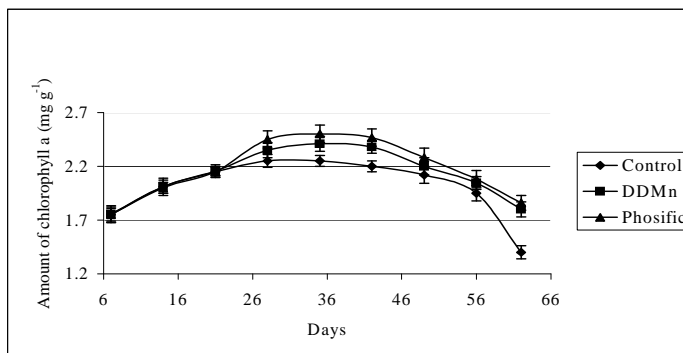
Rezultāti

Kviešu šķirnes ‘Jasna’ sēklas, kas iegūtas no augiem ar dažādu lapu mēslojumu, fotosintēzes pigmentu noteikšanai diedzēja laboratorijas apstākļos. Sēklas sāka dīgt 40.stundā pēc eksperimenta iekārtošanas. Fotosintēzes pigmentu daudzumu noteica 7. dienā pēc sēklu sadīgšanas. Pēc 1.attēla redzams, ka lapu mēslojums pozitīvi ietekmējis hlorofila a biosintēzi nākamās paaudzes kviešu dīgstos. Tā saturs palielinājies par 19 – 29%, salīdzinot ar kontroli. Vislielākais hlorofila a daudzums ir makroelementu lapu mēslojuma varianta kviešu dīgstos. Pēc hlorofila b un karotinoīdu daudzuma būtiskas atšķirības starp variantiem nav konstatējamās.

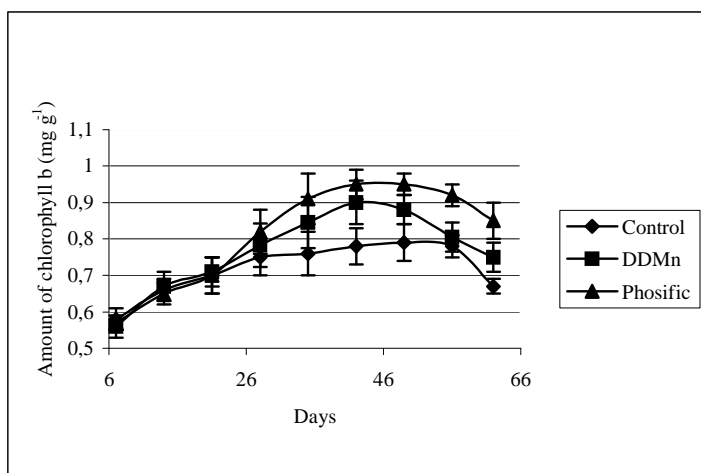


1. attēls. Fotosintēzes pigmentu saturs kviešu šķirnes ‘Jasna’ dīgstos. Laboratorijas izmēģinājumi/ Figure 1. An amount of photosynthetic pigments in wheat variety ‘Jasna’ shoots. Laboratory experiments.

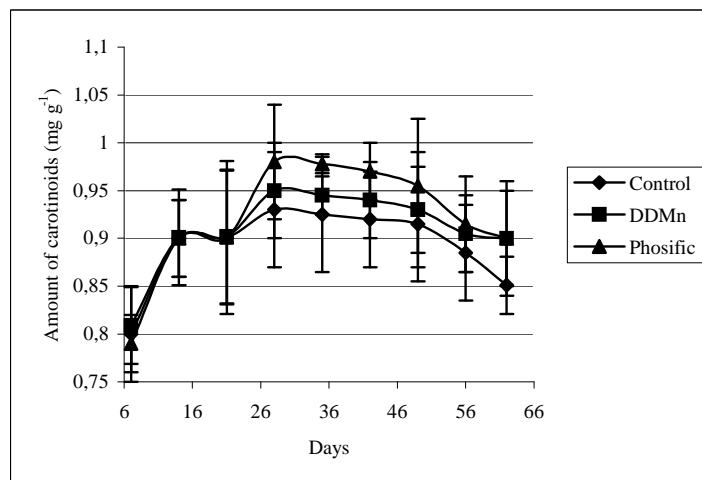
Laboratorijas izmēģinājumos augsnes kultūrās audzētu kviešu lapās ontoģenēzes sākumā (7. dienā pēc sēkļu sadīgšanas) ir salīdzinoši zems fotosintēzes pigmentu daudzums (2.- 4. attēls). Cerošanas un stiebrošanas fāzē pigmentu daudzums kviešu lapās pakāpeniski pieaug. Kviešu vārpošanas sākumā vērojama visu fotosintēzes pigmentu daudzuma samazināšanās. Arī citu autoru darbos konstatēta līdzīga fotosintēzes pigmentu dinamika graudaugu lapās ontoģenēzē (Simona-Stoilova *et al.*, 2001). Mūsu eksperimentā visstraujāk samazinās hlorofila a daudzums. Iespējams, ka tas saistīts ar nelabvēlīgu vides faktoru ietekmi: laboratorijā bija krāsas diennakts temperatūras svārstības. Literatūrā ir norādes, ka stresa apstākļos notiek hlorofila hidrolīze par hlorofilīdu un fitolu (Pshibytko *et al.*, 2004; Rong-hua *et al.*, 2006). Pēc augu miglošanas ar lapu mēslojumu (22. dienā pēc sēkļu sadīgšanas) vērojams visu fotosintēzes pigmentu daudzuma pieaugums kviešu lapās. Augu cerošanas beigās un stiebrošanas fāzē lapu mēslojuma ietekmē hlorofila a saturs palielinājies par 4-12%, hlorofila b par 3-22%, karotinoīdu – par 2-6%, salīdzinot ar kontroli. Lielākā ietekme ir makroelementu lapu mēslojumam. Vārpošanas fāzē fotosintēzes pigmentu daudzuma samazināšanās ar lapu mēslojumu migloto augu lapās ir mazāka nekā kontroles varianta augiem. Arī vārpošanas fāzē makroelementu pozitīvā ietekme uz fotosintēzes pigmentu daudzumu ir nedaudz lielāka nekā mikroelementu. Pēc augšņu analīžu rezultātiem izmēģinājumos izmantotajā augsnē nodrošinājums ar makroelementiem slāpekli, kāliju un sēru ir attiecīgi labs, zems un nepietiekams, bet nodrošinājums ar mikroelementiem ir optimāls un augsts. Iespējams, tāpēc makroelementu ietekme uz fotosintēzes pigmentu biosintēzi ir lielāka.



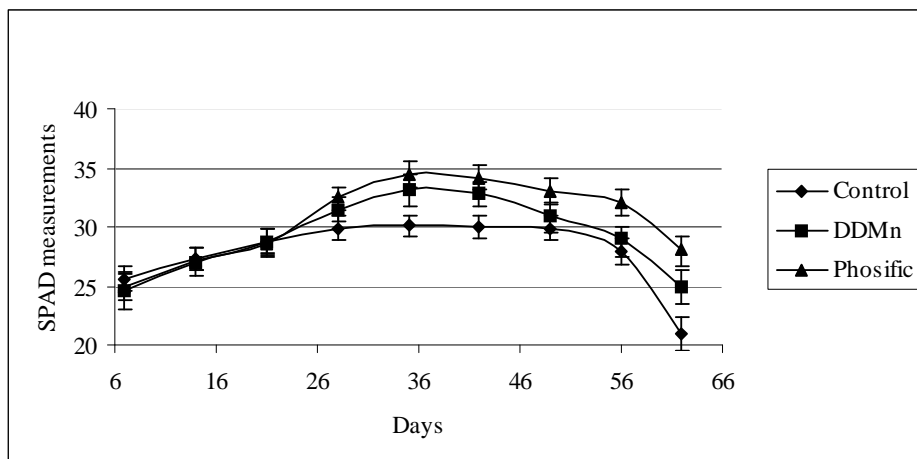
2. attēls. Hlorofila a dinamika kviešu šķirnes ‘Jasna’ lapās ontoģenēzē. Laboratorijas izmēģinājumi. 6 – dīgšanas fāze, 14-28 – cerošanas fāze, 35-56 – stiebrošanas fāze, 62 – vārpošanas fāze/ Figure 2. Chlorophyll a dynamic in leaves of wheat variety 'Jasna' in ontogenesis. Laboratory experiments. 6 – germination, 14-28 – tillering, 35-56 – stem extension, 62 – heading.



3. attēls. . Hlorofila **b** dinamika kviešu šķirnes 'Jasna' lapās ontogēnēzē. Laboratorijas izmēģinājumi. 6 – dīgšanas fāze, 14-28 – cerošanas fāze, 35-56 – stiebrošanas fāze, 62 – vārpošanas fāze/ Figure 3. Chlorophyll **b** dynamic in leaves of wheat variety 'Jasna' in ontogenesis. Laboratory experiments. 6 – germination, 14-28 – tillering, 35-56 – stem extension, 62 – heading.



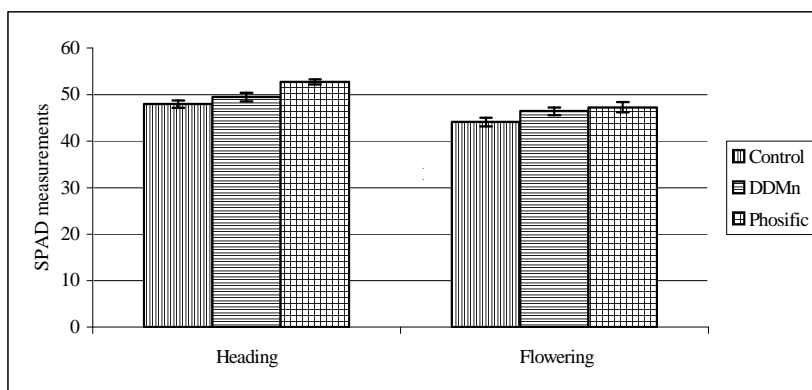
4. attēls. Karotinoīdu dinamika kviešu šķirnes 'Jasna' lapās ontogēnēzē. Laboratorijas izmēģinājumi. 6 – dīgšanas fāze, 14-28 – cerošanas fāze, 35-56 – stiebrošanas fāze, 62 – vārpošanas fāze/ Figure 4. Carotenoids dynamic in leaves of wheat variety 'Jasna' in ontogenesis. Laboratory experiments. 6 – germination, 14-28 – tillering, 35-56 – stem extension and 62 – heading.



5. attēls. Hlorofila dinamika kviešu šķirnes ‘Jasna’ lapās *SPAD* vienībās. Laboratorijas izmēģinājumi. 6 – dīgšanas fāze, 14-28 – cerošanas fāze, 35-56 – stiebrošanas fāze, 62 – vārpošanas fāze/ Figure 5. Chlorophyll dynamic in leaves of wheat variety ‘Jasna’ in *SPAD* measurements. Laboratory experiments. 6 – germination, 14-28 – tillering, 35-56 – stem extension and 62 – heading.

Arī hlorofila daudzuma izmaiņas *SPAD* vienībās kviešu lapās makroelementu ietekmē ir daudz lielākas nekā miglojot augus ar mikroelementiem (5.attēls). Hlorofila dinamika ontogēnēzē ir līdzīga visu fotosintēzes pigmentu satura izmaiņām: hlorofila daudzums kviešu lapās ontogēnēzē pieaug, maksimumu sasniedzot stiebrošanas fāzē, bet vārpošanas fāzē hlorofila daudzums samazinās visu izmēģinājuma variantu augu lapās.

Lauka izmēģinājumos hlorofila saturu kviešu lapās noteica vārpošanas un ziedēšanas fāzēs (6. attēls). Hlorofila daudzums lauka apstākļos augušo kviešu lapās ir lielāks nekā laboratorijas izmēģinājumos. Tas liecina, ka apgaismojums un citi vides apstākļi lauka izmēģinājumos ir bijuši optimālāki kviešu augšanai un attīstībai. Arī lauka izmēģinājumos konstatēta lapu mēslojuma pozitīvā ietekme uz hlorofila saturu kviešu lapās: salīdzinoši lielāka ir makroelementu ietekme. Ziedēšanas fāzē hlorofila daudzums kviešu lapās ir par 6,5-11,5 *SPAD* vienībām zemāks nekā vārpošanas fāzē. Hlorofila satura samazināšanās varētu būt saistīta ar augu novecošanos, kā arī ar asimilātu straujāku transportu uz atrāgējošiem centriem augā.



6. attēls. Hlorofila saturs kviešu šķirnes ‘Jasna’ lapās *SPAD* vienībās. Lauka izmēģinājumi/ Figure 6. Chlorophyll content of wheat leaves in *SPAD* measurements. Field experiments

Analizējot rezultātus, kas iegūti spektrofotometriski un ar hlorofilmetru konstatēja *Triticum L.* lapās kopējā hlorofila daudzuma lineāru korelāciju (7.- 9. attēls) ar augstu korelācijas rādītāju 0.96-0,97. Respektīvi, lineāri pieaugot *SPAD* rādītājiem, proporcionāli pieaug arī lapas hlorofila

daudzums mg g^{-1} . No korelācijas grafika ieguva kalibrācijas vienādojumu, kas ļauj pārvērst SPAD vienības absolūtā kopējā hlorofila vienībās:

$$y = 0,1075x - 0,2644, \text{ kur}$$

y – absolūtais kopējā hlorofila daudzums (mg g^{-1}),

x – attiecīgais SPAD mērījums (SPAD vienības).

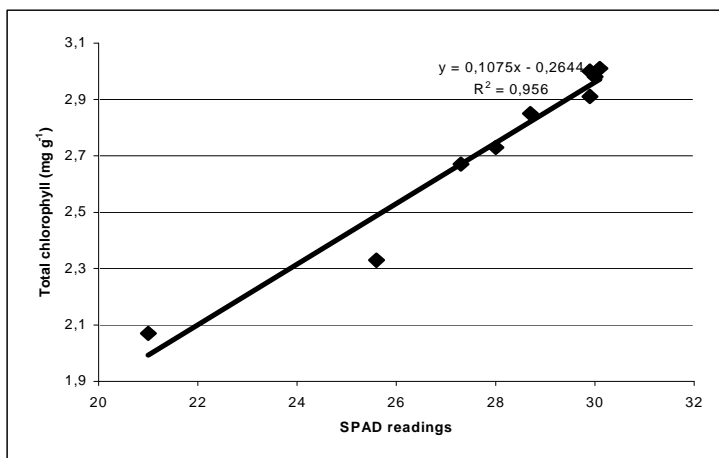
Lineāra sakarība starp kopējā hlorofila daudzumu un SPAD mērījumiem novērota arī citu autoru darbos (Simova-Stoilova *et al.*, 2001; Neufeld *et al.*, 2006).

Diskusija

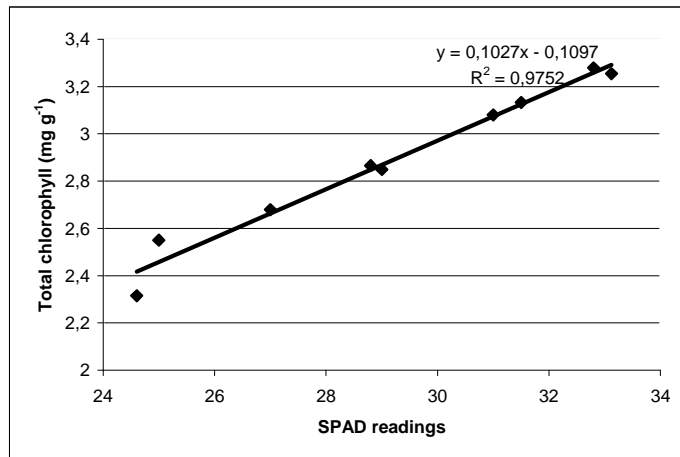
Lapu mēslojuma ietekmē fotosintēzes pigmentu daudzums kviešu lapās laboratorijas un lauka izmēģinājumos palielinājies par 3-29% (1.-6. attēls). Zaļo plastīdu pigmentu daudzums zināmā mērā raksturo fotosintēzes norisi un auga fizioloģisko stāvokli (Malkin *et al.*, 2000; Dudenko, Adrianova, 2002; Neufeld *et al.*, 2006). Fotosintēzē lapu šūnu hloroplastos gaismas enerģiju saista visi pigmenti, bet gaismas enerģijas transformāciju ķīmiskajā enerģijā veic fotosistēmas I un II centrā esošais hlorofils a. Tāpēc hlorofilam a ir pati būtiskākā loma fotosintēzē (Wettstein *et al.*, 1995; Sharma-Natu, Ghildiyal, 2005; Nelson, Yocum, 2006). Mūsu eksperimentā ar lapu mēslojumu miglotajos augos ir lielāks fotosintēzes pigmentu daudzums, tāpēc iespējama intensīvāka fotosintēze.

Hlorofila daudzums augā ir dinamiskā līdzsvarā: notiek hlorofila molekulu sintēze un noārdīšanās. Hlorofila biosintēze atkarīga no auga ģenētiskajām īpašībām, metabolisma procesu norises, kā arī no vides apstākļiem. Viens no būtiskākajiem vides faktoriem ir auga nodrošinājums ar minerālelementiem (Wettstein *et al.*, 1995; Reinbothe, Reinothe, 1996; Beale, 1999; Beck, 2005).

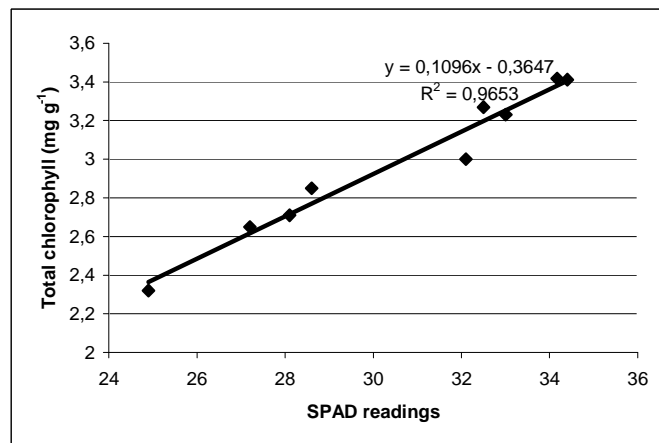
Salīdzinot mūsu pētījuma rezultātus, kas iegūti ar spektrofotometrijas un hlorofilmetra metodēm, konstatēja ciešu lineāru sakarību starp kopējā hlorofila daudzuma mērījumiem un SPAD vienībām (7. – 9.attēls). SPAD hlorofilmetrs ir ērti lietojams. Nav nepieciešama destruktīva ķīmiska analīze, lai noteiktu absolūto hlorofila daudzumu, tādejādi hlorofila noteikšana ir daudz ātrāka.



7. attēls. Korelācija starp absolūto hlorofila daudzumu un SPAD vienībām kontroles variantā. Laboratorijas izmēģinājumi/ Figure 7. Correlation between total chlorophyll and SPAD meter readings for control. Laboratory experiments.



8. attēls. Korelācija starp absolūto hlorofila daudzumu un SPAD vienībām *DDMn* (mikroelementi) variantā. Laboratorijas izmēģinājumi./ Figure 8. Correlation between total chlorophyll and SPAD meter readings for *DDMn* fertiliser (microelements). Laboratory experiments.



9. attēls. Korelācija starp absolūto hlorofila daudzumu un SPAD vienībām *Phosific* (makroelementi) variantā. Laboratorijas izmēģinājumi./ Figure 9. Correlation between total chlorophyll and SPAD meter readings for *Phosific* fertiliser (macroelements). Laboratory experiments

Minerālelementiem fotosintēzes norisē augā ir substrāta un regulatīva funkcija (Marschner, 1999; Reddy, Zhao, 2005; Nelson, Yocum, 2006; Sharma-Natu, Ghildiyal, 2005): lapu mēslojumā esošais slāpeklis kopā ar magniju ir pigmentu sastāvā; slāpeklis un sērs veido hloroplastu struktūru; slāpeklis, fosfors, sērs, kalcijs un magnijs ir hloroplastu membrānās; kālijs un bors ietekmē vielu transportu, K - atvārsnīšu stāvokli un līdz ar to CO₂ difūziju augā; fosfors – ATP sastāvā, ietekmē fotosintēzes gaismas un tumsas reakcijas; slāpeklis, kālijs, varš, mangāns – ietekmē fermentu aktivitāti, elektronu transportu fotosistēmās, ūdens fotolīzi 2. fotosistēmā. Šo elementu deficīts izraisa izmaiņas elektronu transportā, kavē NADP reducēšanu. Mūsu izmēģinājumos ar kviešiem lapu mēslojuma sastāvā esošo elementu ietekmes būtiskumu uz fotosintēzes pigmentu biosintēzi un asimilācijas procesu norisi augos apstiprina fakts, ka arī nākamās paaudzes augos ir lielāks pigmentu daudzums, kā arī lielāka ir graudu raža.

Vasaras kviešu graudu raža parādīta 1. tabulā. Veicot ražas datu statistisko apstrādi, noskaidrots, ka, neskatoties uz izmēģinājuma lauka potenciāli augsto auglību, lapu mēslojums ir nodrošinājis būtiskas ražas izmaiņas.

1. tabula. Vasaras kviešu 'Jasna' graudu raža/ Table 1. Crop yield of wheat variety 'Jasna'

Mēslojuma varianti/ Variants of fertiliser	Graudu raža/ Grain yield			1000 sēklu masa/ 1000 kernel weight
	t ha ⁻¹	+ t ha ⁻¹	%	g
1. Kontrole / Control	8.43	-	100	40.4
2. <i>DDMn</i>	8.63	0.20	103	40.8
3. <i>Phosific</i>	8.83	0.40	105	43.2
$\gamma_{0,05}=0,17$				

Vārpošanas sākuma fāzē, kviešus miglojot ar mikroelementiem *DDMn*, graudu raža palielinājusies par 3%, sasniedzot 8.63 t ha⁻¹, bet makroelementu *Phosific* ietekmē – par 5%, sasniedzot 8.83 t ha⁻¹.

Lielais nokrišņu daudzums augustā iespējams ir veicinājis minerālelementu izskalošanos no augsnes un aprgrūtinājis to uzņemšanu caur augu saknēm. Tāpēc sabalansēts lapu mēslojums pozitīvi ietekmējis metabolisma procesu norisi kviešu lapās, kā arī sekmējis sintezēto organisko vielu atplūdi uz ģeneratīvajiem orgāniem. Pēc vairāku autoru domām augstu graudaugu ražu ieguvē liela nozīme ir visu barības elementu koncentrāciju sabalansētībai, tas ir, vienlaicīgi visu elementu optimuma nodrošināšanai augam (Riņķis, Ramane, 1989; Marschner, 1999; Gilroy, Jones, 2000; Livmanis u.c., 2003; Stramkale u.c., 2006).

Mikroelementu lapu mēslojums būtiski nav ietekmējis 1000 graudu masu. Makroelementu ietekmē 1000 graudu masa palielinājusies par 6.9%. Makroelementi augos ir organisko vielu sastāvā, bet mikroelementiem mangānam, cinkam, varam, molibdēnam un boram ir katalītiskas funkcijas augos (Riņķis, Ramane, 1989; Marschner, 1999) Tāpēc mūsu pētījumā *Phosific* mēslojumam ir tieša ietekme uz graudu masu, bet *DDMn* mēslojuma ietekme izpaužas netieši, ietekmējot metabolisma procesu norisi augā.

Secinājumi

Lapu mēslojuma *DDMn* (mikroelementi) un *Phosific* (makroelementi) ietekmē fotosintēzes pigmentu daudzums kviešu šķirnes 'Jasna' lapās laboratorijas un lauka izmēģinājumos palielinājies par 3–29%, salīdzinot ar kontroli. Lielāka ietekme uz fotosintēzes pigmentu daudzumu ir makroelementu lapu mēslojumam. Mēslojot augus vārpošanas fāzē arī nākamās paaudzes kviešu augos ir lielāks fotosintēzes pigmentu daudzums.

Starp SPAD vienībām un absolūto hlorofila daudzumu kviešu lapās pastāv lineāra korelācija. SPAD hlorofilmetrs ir ērti lietojams. Nav nepieciešama destruktīva ķīmiska analīze, lai noteiktu hlorofila daudzumu.

Kviešu graudu raža lapu mēslojuma ietekmē palielinās par 3 – 5%.

Literatūra

1. Beale S. I. (1999) Enzymes of chlorophyll biosynthesis. *Photosynthesis Research*, 60, 42-73.
2. Beck C. F. (2005) Signaling pathways from the chloroplast to the nucleus. *Planta*, 222, 743-756.
3. Bowman D. C., Paul J. L. (1992) Foliar absorption of urea, ammonium and nitrate by perennial ryegrass turf. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 117, 75-79.
4. Dudenko N. V., Andrianova Y. E., Maksyutova N. N. (2002) Chlorophyll photosynthetic potential in wheat stands in dry and humid years. *Russian Journal of Plant Physiology*, Vol. 49, No. 5, 610-613.
5. Gilroy S., Jones D. L. (2000) Through from function: root hair development and nutrient uptake. *Trends in Plant Science*, 5, 56-60.
6. Kutschera U. (1998) Grundpraktikum zur Pflanzenphysiologie. Quelle & Meyer Verlag GmbH & Co., Wiesbaden, 160.
7. Levy Y., Horesh I. (1984) Importance of penetration through stomata in the correction of chlorosis with iron salts and low – surface – tension surfactants. *J. Plant Nutr.*, 7, 279-281.

8. Livmanis J., Vucāns R., Līpenīte I. (2003) Vasaras kviešu 'Eta' graudu kvalitātes rādītāju izmaiņas mēslojuma ietekmē. *Agronomijas vēstis*, Nr. 5, 196-202.
9. Longstreth J. D., Nobel S. P. (1980) Nutrient influences on leaf photosynthesis. *Plant Physiol.*, 65, 541-543.
10. Malkin R., Niyogi K. (2000) Photosynthesis. In: *Biochemistry and molecular biology of plants*. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 570-577.
11. Marschner H. (1999) Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, 1-889.
12. Nelson N., Yocum F. C. (2006) Structure and function of photosystems I and II. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 57, 521-565;
13. Neufeld H. S., Chappelka H. A., Somers L.G., Burkey K. O., Davison A. W., Finkelstein L. P. (2006) Visible foliar injury caused by ozone alters the relationship between SPAD meter readings and chlorophyll concentrations in cutleaf coneflower. *Photosynthesis Research*, 87, 281-286.
14. Pshibytko L. N., Kalitukho N. L., Zhavoronkova B. N., Kabashnikova F. L. (2004) The pool of chlorophyllous pigments in barley seedlings of different ages under heat shock and water deficit. *Russian Journal of Plant physiology*, Vol. 51, No. 1, 15-20.
15. Reddy R. Z., Zhao D. (2005) Interactive effects of elevated CO₂ and potassium deficiency on photosynthesis, growth and biomass partitioning of cotton. *Field Crops Research*, 94, 201-213.
16. Reinbothe S., Reinbothe C. (1996) Regulation of chlorophyll biosynthesis in angiosperms. *Plant Physiol.*, 111, 1.
17. Riņķis G., Ramane H. (1989) Kā barojas augi. "Avots", Rīga, 152.
18. Rong-hua L., Pei-guo G., Baum M., Grando S., Ceccarelli S. (2006) Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agricultural Sciences in China*, 5 (10), 751-757.
19. Schonherr I. (1976) Water permeability of isolated cuticular membranes: the effect of cuticular waxes on diffusion of water. *Planta*, 131, 159-164.
20. Sharma-Natu P., Ghildiyal C. M. (2005) Potential targets for improving photosynthesis and crop yield. *Current Science*, Vol. 88, No. 12, 1918-1928.
21. Simona-Stoilova L., Stoyanova Z., Demirevska-Kepova K. (2001) Ontogenic changes in leaf pigments, total soluble protein and Rubisco in two barley varieties in relation to yield. *Bulg. J. Plant Physiol*, 27 (1-2), 15-24.
22. Stramkale V., Špīsa D., Vikmane M. (2006) Slāpekļa mēslojuma ietekme uz alus miežu ražu un sēklu kvalitāti. International conference "Opportunities and problems of economic development", March 24, 2006, Rēzekne, 462-468.
23. Tyree M. T., Scherbatskoy T. D., Tabor C. A. (1900) Leaf cuticles behave as asymmetric membranes. Evidence from the measurement of diffusion potentials. *Plant Physiol*, 92, 103-109.
24. Wettstein D., Gough S., Kannangara G. C. (1995) Chlorophyll biosynthesis. *The Plant Cell*, Vol. 7, 1039-1057.

Agronomijas Vēstis. – Nr. 10.
Latvian Journal of Agronomy No. 10.
Jelgava, 2008
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija
Parakstīts iespiešanai 2007.gada 28.decembris
Tirāža 150 eks.

Sagatavots iespiešanai Latvijas Lauksaimniecības universitāte,
Lauksaimniecības fakultāte,
Agrobiotehnoloģijas institūts,
Lielā iela 2,
Jelgava,
Tālrunis 63005682, fakss 63005629
e-pasts: Dace.Sterne@llu.lv

Iespiests tipogrāfijā SIA “Drukātava”
Liliju iela 95/1, Mārupe, LV-2167
Tālrunis 67368188
e-pasts: valdis@lasiet.lv