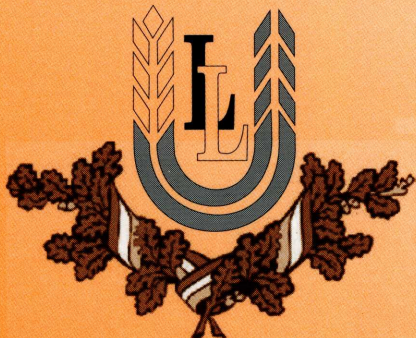




ISSN 1407-4427

LATVIJAS
LAUKSAIMNIECĪBAS
UNIVERSITĀTE

RAKSTI

PROCEEDINGS OF THE
LATVIA UNIVERSITY OF
AGRICULTURE

Nr. 24 (319), 2010
JELGAVA

SATURS / CONTENTS

Nezāļu ierobežošanas paņēmieni efektivitāte kukurūzas sējumos skābbarības ražošanai / Efficacy of Weed Control in Maize for Silage: <i>J. Kopmanis, Z. Gaile</i>	1
Dzērveņu dzinumu pangodiņa (<i>Dasineura vaccinii</i> S.) skaita dinamika Amerikas lielogu dzērveņu stādījumā veģetācijas sezonā Latvijā / Dynamics of the Number of Cranberry Tipworm (<i>Dasineura vaccinii</i> S.) in American Large-fruited Cranberry Plantation in the Vegetation Season in Latvia: <i>I. Apenīte</i>	12
Reducing Sugar Content and Colour Intensity of Fried Latvian Potato Varieties / Reducējošo cukuru saturs un krāsas intensitāte ceptos Latvijas šķirņu kartupeļos: <i>I. Murniece, D. Karklina, R. Galoburda, M. Sabovics</i>	20
Latvijas šķirnes zirgu izcelšanās pārbaude pēc 17 mikrosatelītu praimeriem / Parentage Determination by 17 Microsatellite Markers of Latvian Warmblood Horse: <i>A. Viļuma, D. Jonkus</i>	31
Slaucamo govju vispārējās veselības vērtējums pēcdzemdību periodā saistībā ar reproduktīvās sistēmas mikrofloru / Evaluation of the General Health of Dairy Cows in Post-parturition Period with Relevance to Microflora of the Cow's Reproductive System: <i>I. Šematoviča, A. Jemeljanovs, M. Pilmane</i>	38
Aknu histopatoloģijas saistība ar aknu fermentu rādītājiem ūdelēm hepatīta gadījumā / Correlation between Liver Histopathology and Liver Enzyme Indicators in Mink with Hepatitis: <i>A. Valdovska, M. Pilmane</i>	48
The Resistance of Some Prebiotics and Probiotic Bacteria in the Stomach Model Environment / Dažu prebiotiku un probiotisko baktēriju rezistence kuņģa modelī: <i>M. Beķeris, M. Grūbe, D. Upīte, E. Kaminska, R. Linde, E. Pelce, A. Daņilevičs, M. Gavare, D. Kārklīņa</i>	55
Personality Competitiveness: Structure and Indications in Pedagogy / Personības konkurētspēja: struktūra un pazīmes pedagoģijā: <i>I. Kalniņa, I. Katane</i>	65
Pedagogu tālākizglītības programmas realizācija / Implementation of Further Education Program for Teachers: <i>A. Aizsila</i>	76
Teacher Education for the Sustainability of Rural Cultural Environment in Latvia / Skolotāju izglītība lauku kultūrvides ilgtspējībai Latvijā: <i>I. Katane, S. Kruglīja</i>	86

REDKOLĒGIJA / EDITORIAL BOARD

Janis Alsins, vad. pētn., Dr. phil., Upsalas universitāte	Petrs Lazauskas, prof., Dr. habil. biol., Lietuvas Lauksaimniecības universitāte
Biruta Bankina, asoc. prof., Dr. biol., LLU	Imants Liepa, prof., Dr. habil. biol., LLU
Mārtiņš Beķers, prof., Dr. habil. biol., LU	Īzāks Rašals, prof., Dr. habil. biol., LU
Jānis Brauns, prof., Dr. habil. sc. ing., LLU	Kazimīrs Špogis, prof., Dr. habil. agr., LLU
Jānis Greivulis, prof., Dr. habil. sc. ing., RTU	Liudvikas Špokas, prof., Dr. habil. sc. ing., Lietuvas Lauksaimniecības universitāte
Aleksandrs Jemeljanovs, prof., Dr. habil. agr., Dr. med. vet., LLU	Henns Tuherms, prof., Dr. habil. sc. ing., Dr.h.c., LLU
Daina Kārklīņa, prof., Dr. sc. ing., LLU	Jānis Valters, prof., Dr. habil. sc. ing., LLU
Māris Kļaviņš, prof., Dr. habil. chem., LU	Uldis Viesturs, prof., Dr. habil. sc. ing., LU
Rihards Kondratovičs, Dr. habil. biol., LU	Pēteris Zālītis, prof., Dr.habil. silv., LVZMI „Silava”
Ēriks Kronbergs, prof., Dr. sc. ing., LLU	
Maija Kūle, prof., Dr. habil. phil., LU	

ATBILDĪGAIS REDAKTORS / RESPONSIBLE EDITOR

Aldis Kārklīšs, prof., Dr. habil. agr., LLU

© Latvijas Lauksaimniecības universitāte (LLU) 2010

LLU Raksti ir indeksēti datubāzēs CAB Abstracts un AGRIS. / The journal is indexed and abstracted by databases CAB Abstracts and AGRIS.

LLU Raksti (*Proceedings of the Latvia University of Agriculture*) is a scientific journal published by the Latvia University of Agriculture since 1946. The *Proceedings* operates on a non-profit basis.

Editorial Office: Latvia University of Agriculture, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001, Latvia;

phone: + 371-63005671; fax: + 371-63005685; e-mail: Inga.Skuja@llu.lv.

Printed and bound by *Drukātava* Ltd.

Nezāļu ierobežošanas paņēmieni efektivitātē kukurūzas sējumos skābbarības ražošanai

Efficacy of Weed Control in Maize for Silage

Jānis Kopmanis, Zinta Gaile

SIA „LLU MPS „Vecauce”

Research and Study farm “Vecauce” Ltd of the LLU

e-mail: Zinta.Gaile@llu.lv

Abstract. Total maize (*Zea mays* L.) yield failure can be observed due to competition for N, water and light if weeds are not controlled. The aim of the investigation carried out at the Research and Study farm “Vecauce” (Latvia) during 2006–2008 was to clarify the efficacy of different weed control ways (mechanical and chemical) in maize. Eleven treatments included check without weed control, mechanical weed control, and treatment of maize plots at the maize development stage of 2–6 leaves with five active substances (dicamba, 2,4-D, nicosulfuron, tritosulfuron, and rimsulfuron) of herbicides (including tank mixtures and split applications). Weeds were counted by determining species before weed control and five weeks after the 1st herbicide spray when also weed fresh mass of every species was determined. Weed control efficacy was calculated as percentage decrease of the number of weeds in the 2nd accounting if compared to accounting before weed control, and as percentage decrease of the weed fresh weight in the 2nd accounting if compared to an untreated plot. The results showed that weed control itself in respect to the used way is an effective tool for yield increase ($p < 0.05$), but efficacy of weed control treatment depends on meteorological conditions in the trial year and on the presence of weed species. If the field has high weed infestation or there are any conditions preventing herbicide influence (for instance, drought), tank mixtures at the highest registered doses have to be used. Split herbicide application did not show any advantage if compared to single treatment.

Key words: mechanical weed control, herbicides, tank-mixture, weed number and mass, maize yield.

Ievads

Jau ilgāku laiku liellopu ēdināšanā Latvijā tiek popularizēta kukurūzas (*Zea mays* L.) audzēšana enerģētiski bagātas lopbarības ieguvei. Sākot ar 2007.–2008. gadu, interese par kukurūzu vēl palielinājusies, jo Latvijā to iespējams izmantot kā substrātu biogāzes ražošanai. Tomēr kukurūzas audzēšanas apjomu palielināšanu traucē vairāki faktori, piemēram, lauksaimnieku nepietiekamās zināšanas par audzēšanas tehnoloģiju īpatnībām, t.sk. par nezāļu ierobežošanas nozīmi un dažādo paņēmieni efektivitāti kukurūzas sējumos. Nezāles konkurē ar kukurūzu vajadzībā pēc barības vielām, mitruma un gaismas, un nozīmīgs var būt pat gaismas kvalitatīvais sastāvs (Rajcan, Swanton, 2001). Ja nezāles atstāj neierobežotas, kukurūza nespēj augt, un tas var izraisīt pat pilnīgu ražas zudumu.

I. Stoimenova un S. Aleksieva (Stoimenova, Alexieva, 2003) Bulgārijā ir izveidojušas matemātisko modeli kukurūzas ražas zudumu noteikšanai pēc

nezāļu piesārņojuma 5–6 lapiņu fāzē, aprēķinot nezāļu skaitu uz 1 m², kā arī gaissauso nezāļu biomasu uz 1 m². Pat neliels nezāļu skaits sējumā var ievērojami samazināt ražu.

E.L. Knake jau 1962. gadā bija konstatējis (citēts pēc Olson, Sander, 1988), ka viens *Setaria faberii* augs uz ~30 cm rindas garuma var samazināt kukurūzas graudu ražu par 500 kg ha⁻¹. Pastāv uzskats, ka galvenokārt sakņu zonā notiek konkurence par slāpekļa (N) un ūdens nodrošinājumu, jo tie abi augsne ir ļoti kustīgi. Nezāļu izraisītais noēnojums tradicionālajās kukurūzas audzēšanas zonās (piem., ASV tā saucamajā kukurūzas audzēšanas joslā *Corn Belt*) netiek uzskatīts par tik nozīmīgu faktoru, jo nezāles ne tikai nepārsniedz kukurūzas augstumu, bet parasti pat nesasniedz to (Olson, Sander, 1988). Latvijas apstākļos ir citādi – augšanas sākumā (maijā un jūnijā) gaisa temperatūra visbiežāk ir pārāk zema, lai veicinātu strauju kukurūzas augšanu, turpretim nezāļu augšanu tā nebremzē. Tādējādi

nezāles, ja tās savlaicīgi neierobežo, var ievērojami noēnot kukurūzu. Pat ja nodrošinājums ar N un ūdeni ir pietiekams gan nezālēm, gan kukurūzai, nezāles, izdalot augsnē augšanu slāpējošas vielas – inhibitorus (allelopātijas parādība) –, tomēr var nomākt kukurūzas augšanu. Kukurūzas sausnas ražas samazinājums ir gandrīz proporcionāls nezāļu sausnas palielinājumam platības vienībā (Olson, Sander, 1988).

Pasaulē kukurūzas nezālainība, nezāļu izraisītie ražas zudumi un nezāļu ierobežošanas efektivitāte atkarībā no dažādiem faktoriem ir samērā plaši pētīti. Tā ASV (42°45' N, 76°35' W) konstatēts, ka kukurūzas nezālainību ietekmē dažādu faktoru mijiedarbība: gads × augsnes apstrāde × augmaiņa, un gads × augsnes apstrāde × sējuma kopšanas pasākumi. Novērots, ka tieši konkrētā gada meteoroloģiskie apstākļi ir ļoti nozīmīgi (Kastvairo, Cox, 2000).

Kaut gan nezāles kukurūzas sējumos tāpat kā citos kultūraugos var ierobežot ar dažādiem paņēmieniem (Tharp, Kells et al., 2004; Olson, Sanders, 1988), herbicīdu lietošana ir vispopulārākā (Weed management, 2000; Myers, Curran et al., 2005). Kukurūzas sējumos lietojamus herbicīdus atkarībā no lietošanas laika nosacīti var iedalīt 3 grupās: pirms sējas pielietojamie; pēc sējas, bet pirms kukurūzas sadīgšanas pielietojamie; herbicīdi, kurus pielieto pēc kukurūzas un nezāļu sadīgšanas (Weed management, 2000).

ASV 2002. gadā herbicīdus visbiežāk lietoja pirms kukurūzas sadīgšanas, un parasti to sastāvā bija atrazīns, metolahlors un acetohlors (Myers, Curran et al., 2005). Triazīnu grupas herbicīdi Simazīns (2 hlor-4.6-bis-etilamino-sim-triazīns) un Atrazīns (2 hlor-4etilamino-6-izopropil-sim-triazīns), kurus Latvijā pirmo reizi izmantoja 1960. gadā (Lejiņš, 1969), bija atļauti lietošanai kukurūzas sējumos līdz pagājušā gadsimta 90. gadu vidum.

A. Lejiņš (1969) savos pētījumos ir konstatējis, ka vislabākais efekts nezāļu ierobežošanā tiek iegūts, abus triazīnu grupas preparātus izsmidzinot iepriekšējā gada rudenī pēc augsnes aršanas, bet, lietojot Atrazīnu, to izsmidzinot arī kukurūzas 3-5 lapiņu fāzē. A. Lejiņš novēroja, ka Atrazīns nezāļu ierobežošanai ir efektīvāks.

Mūsdienās, kad kukurūzu cenšamies sēt salīdzinoši agrāk, būtiski ir herbicīdu lietot jau pirms kultūrauga sadīgšanas, jo vēsā laikā, kad augsnes un gaisa temperatūra ir zema, kukurūza dīgst lēni, bet nezāļu dīgšanu šis apstāklis neietekmē. Tādējādi pastāv risks, ka kukurūza, sasniedzot 2–3 lapiņu fāzi, kad ir uzsākama herbicīdu izsmidzināšana, var būt jau ieaugusi palielās nezālēs. Vairāki autori

uzsver savlaicīgas nezāļu ierobežošanas lielo nozīmi un norāda, ka, lietojot herbicīdus novēloti – pēc kukurūzas sadīgšanas –, ražas samazinājums var būt ievērojams pat tad, kad nezāļu kontrole ir pilnīga (Knezevic, Evans, Mainz, 2003; Evans, Knezevics et al., 2003; Myers, Curran et al., 2005).

Šobrīd, 2010. gadā, nezāļu ierobežošanai kukurūzā vienīgais neatkarīgajā Latvijā reģistrētais herbicīds, kuru var lietot pēc sējas pirms kultūrauga sadīgšanas, ir Stomps e.k. (pendimetalīns, 330 g L⁻¹), un to var izmantot salīdzinoši lielā devā (3–6 L ha⁻¹) (reģistrēts lietošanai kukurūzā 2007. gadā). Tomēr plašāk atzīts kļūst uzskats, ka no vides saudzēšanas viedokļa herbicīdus būtu labāk lietot pēc kukurūzas un nezāļu sadīgšanas, kad ir redzams nezāļu kvalitatīvais un kvantitatīvais sastāvs. Tas var arī palīdzēt izvairīties no palielinātu herbicīda devu lietošanas, kas var gadīties, ja to profilaktiski smidzina pirms sējas, nezinot cik un kādas nezāles dīgs (Myers, Curran et al., 2005). Taču jāatzīmē, ka citētajā literatūrā par herbicīdu lietošanu kukurūzā pēc sējas aprakstīti tikai nikosulfurons (Myers, Curran et al., 2005) un glifosāts (Evans, Knezevics et al., 2003; Myers, Curran et al., 2005) (Latvijas apstākļiem nepiemērots, jo nav atļauts audzēt ģenētiski modificētu kukurūzu, kurai piemīt glifosātu rezistence), un 2.4-D grupas preparāti (Olson, Sander, 1988).

Latvijā 2008. gadā lietošanai kukurūzā pēc sadīgšanas bija reģistrētas septiņas darbīgās vielas: 2.4-D (2.4-D Nurfam š.k.; DMA 6 2.4-D Retro š.k.; Estets 600 e.k.), dikamba (Arrats d.g.; Banvels 4 S š.k.), tritosulfurons (Arrats d.g.), metil-tifensulfurons (Harmonijs 50 š.g.), nikosulfurons (Milagro 4 s.k.), rimsulfurons (Titus 25 d.g.) un klopīralīds (Lontrels 300 š.k.) (Latvijas Republikā reģistrēto ..., 2008). Pēc A. Lejiņa (1969) veiktajiem pētījumiem pagājušā gadsimta 60. gados Latvijā vairs netika realizēti plaši un apkopojoši lauka izmēģinājumi par dažādu herbicīdu smidzināšanas variantu efektivitāti nezāļu ierobežošanai kukurūzas sējumos, bet smidzināšanas sezonā katru gadu ražotāju interese bija liela un vienmēr tika lūgtas konsultācijas.

Izmēģinājumu par nezāļu ierobežošanu kukurūzā SIA „LLU MPS „Vecaucē”” uzsākām 2006. gadā un turpinājām 2007. un 2008. gadā. Mūsu **pētījuma mērķis** bija skaidrot dažādu herbicīdu lietošanas variantu un mehānisko paņēmieni tehnisko efektivitāti nezāļu ierobežošanā kukurūzas sējumos skābbarības ražošanai.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums iekārtots 2006.–2008. gadā SIA „LLU MPS „Vecauce”” izmēģinājumu lauka „Aizaploki” dažādās daļās. Augsnes tips 2006. un 2008. gadā bija kultūraugsne (ANt), bet 2007. gadā – velēnglejota augsne (GLg); savukārt pēc granulometriskā sastāva 2006. un 2007. gadā – smilšmāla augsne, bet 2008. gadā – mālsmits. Augsnes pH KCl – 6.4–7.2, augiem izmantojamā fosfora saturs – augsts (153–286 mg P₂O₅ kg⁻¹), kālija saturs – vidējs līdz augsts (108–133 mg K₂O kg⁻¹), bet organisko vielu saturs – 20–41 g kg⁻¹.

Pielietotā agrotehnika un novērojumi. Priekšsāgs kukurūzai katrā izmēģinājumu gadā bija mieži. Tradicionālo augsnes apstrādi veica, pielietojot aršanu rudenī un augsnes šļūkšanu un kultivēšanu (2006. un 2007. g.) vai frēzēšanu ar vertikālo frēzi (2008. g.) pirms sējas. Pētījumā izmantoti Vācijā selekcionēti kukurūzas hibrīdi: ‘Target’ – 2006. gadā, ‘Tango’ – 2007. un 2008. gadā. Lauciņa platība – 25 m², kas ietvēra 4 blakus esošās kukurūzas rindas 10 m garumā. Variantus izvietoja randomizēti četros atkārtojumos.

Sēja visos trijos gados tika veikta iespējami labvēlīgos termiņos (16.05.2006., 11.05.2007. un 09.05.2008.). 2006. gadā izmēģinājumu iekārtoja kukurūzas ražošanas sējumā, pēc sadīgšanas iemērot atbilstoša izmēra laucīņus, bet 2007. un 2008. gadā kukurūzu sēja ar speciālu stādītāju izmēģinājumiem. Izsējas norma visos gados bija 100 000 sēklu uz ha. Pamatmēslojumā iestrādāja mehānisko minerālmēslu maisījumu NPK 6–26–30 atbilstoši normai – 18 kg N ha⁻¹, 78 kg P₂O₅ ha⁻¹ un 90 kg K₂O ha⁻¹; papildmēslojumā 70 kg N ha⁻¹ iestrādāja pēc herbicīdu iedarbošanās (03.07.2006., 18.06.2007. un 19.06.2008.), bet 60 kg N ha⁻¹ iestrādāja, kad kukurūza bija sasniegusi 50–60 cm augstumu (13.07.2006., 02.07.2007. un 02.07.2008.); tika izmantots amonija nitrāts. Ražu no katra lauciņa vidējām divām rindām 6 m garumā (uzskaites platība – 8.4 m²) novāca 29.09.2006., 28.09.2007. un 29.09.2008. Ražu izteica kā sausas ražu, bet salīdzināšanai to izteica procentos pret kontroles varianta ražu. Sausnas saturu noteica LLU Agronomisko analīžu zinātniskajā laboratorijā, žāvējot paraugu līdz nemainīgai masai 105 °C temperatūrā.

Sezonas laikā uz lauka tika veikti dažādi novērojumi, bet rakstā analizēta tikai augu reakcija uz izsmidzināto herbicīdu un meteoroloģiskajiem apstākļiem, kā arī auga garums.

Izmēģinājuma varianti un nezāļu uzskaitē.

Izmēģinājumā kopumā katru gadu bija iekļauts atšķirīgs variantu skaits, bet šajā rakstā analizētie 11 varianti izmēģinājumā bija iekļauti visus trīs gadus (skat. 1. tabulu).

Pirmo nezāļu uzskaiti veica pirms herbicīdu izsmidzināšanas trīs vietās katrā lauciņā 0.1 m² izstieptā taisnstūra rāmītī tā, lai aptvertu rindu un rindstarpu (14.3×70 cm; 15.06.2006., 31.05.2007. un 02.06.2008.), nosakot nezāļu skaitu pa sugām. Otro nezāļu uzskaiti veica piecas nedēļas pēc pirmā smidzinājuma (21.07.2006., 06.07.2007. un 04.07.2008.), nosakot nezāļu skaitu (izņemot tīruma veroniku 2007. gadā, jo tās skaitu nebija iespējams noteikt ļoti sazaroto augu dēļ) un zaļo masu pa sugām – arī tāpat trīs vietās lauciņā 0.1 m² izstieptā taisnstūra rāmītī. Nezāļu ierobežošanas efektivitātē ir izteikta kā procentuāls nezāļu skaita samazinājums otrajā nezāļu uzskaites reizē pret uzskaiti pirms nezāļu ierobežošanas vai arī kā procentuāls nezāļu zaļās masas samazinājums otrajā nezāļu uzskaites reizē pret kontroles variantu, ko turpmāk tekstā saprot kā nezāļu ierobežošanas tehnisko efektivitāti.

Nezāļu ierobežošanu veica atbilstoši izmēģinājuma shēmai (1. tabula), smidzināšanu – tūlīt pēc pirmās nezāļu uzskaites kukurūzas 2–6 lapiņu fāzē (saskaņā ar izmēģinājuma shēmu), bet dalītā smidzinājuma gadījumos – otro reizi pēc 7 dienām. Izmantots muguras smidzinātājs „Hardi K-15” ar plakanstrūklas sprauslām, spiediens – 200 kPa, darba šķidruma patēriņš – 250 L ha⁻¹.

Otrā varianta apstrādi, kurā bija paredzēta mehāniska nezāļu ierobežošana (ecēšana un/vai rušināšana), 2006. gadā pēc kukurūzas sadīgšanas veica 2 reizes. Tomēr atzīts, ka tas ir par vēlu un šajā gadījumā jāatkāpjas no vienīgās atšķirības principa ievērošanas.

Ecēšanu un rušināšanu 2007. un 2008. gadā pavisam veica četras reizes: 1. reizi ecēja pirms kukurūzas sadīgšanas nezāļu balto diegu stadijā (21.05.2007. un 12.05.2008.), 2. reizi rindstarpas ecēja un rušināja kukurūzas 2–3 lapiņu fāzē (29.05.2007.) vai nezāļu dīgstu stadijā (19.05.2008.), 3. reizi rindstarpas rušināja kukurūzas 4–6 lapiņu fāzē (04.06.2007., 03.06.2008.) un 4. reizi rindstarpas rušināja, kad kukurūza bija sasniegusi 20–30 cm augstumu (18.06.2007. un 10.06.2008.). Ecēšanai un rušināšanai izmantoja ar roku vadāmus agregātus, ecēšanu veicot šķērsām rindu virzienam.

Datu apstrādei izmantotas dispersijas, regresijas un korelācijas analīzes.

1. tabula / Table 1

Izmēģinājumā iekļautie nezāļu ierobežošanas varianti
Weed control treatments

Nr. / No.	Variants / Treatment	Darbīgā viela / Active substance	Deva / Dose
1.	Kontrole (bez nezāļu ierobežošanas) / Check (without weed control)	—	—
2.	Mehāniskā nezāļu ierobežošana / Mechanical weed control	—	—
3.	Milagro	Nikosulfurons 40 g L ⁻¹	1.5 L ha ⁻¹
4.	Milagro + Banvels	Nikosulfurons 40 g L ⁻¹ + dikamba 480 g L ⁻¹	1.0 L ha ⁻¹ + 0.3 L ha ⁻¹
5.	Banvels + Milagro (dalīti / split application)	Dikamba 480 g L ⁻¹ + nikosulfurons 40 g L ⁻¹	0.3 L ha ⁻¹ + 1.5 L ha ⁻¹
6.	Arrats	Tritosulfurons 250 g kg ⁻¹ + dikamba 500 g kg ⁻¹	0.2 kg ha ⁻¹ *
7.	2.4-D	2.4-D 600 g L ⁻¹	1.5 L ha ⁻¹
8.	Titus+2.4-D	Rimsulfurons 250 g L ⁻¹ + 2.4-D 600 g L ⁻¹	30 g ha ⁻¹ + 0.8 L ha ⁻¹ *
9.	Titus + Arrats	Rimsulfurons 250 g L ⁻¹ + tritosulfurons 250 g kg ⁻¹ + dikamba 500 g kg ⁻¹	50 g ha ⁻¹ + 0.15 kg ha ⁻¹ *
10.	Arrats + Titus (dalīti / split application)	Tritosulfurons 250 g kg ⁻¹ + dikamba 500 g kg ⁻¹ + rimsulfurons 250 g L ⁻¹	0.15 kg ha ⁻¹ + 50 g ha ⁻¹ *
11.	Titus + Banvels	Rimsulfurons 250 g L ⁻¹ + dikamba 500 g kg ⁻¹	30 g ha ⁻¹ + 0.3 L ha ⁻¹ *

* – pievienota virsmas aktīvā viela atbilstoši prasībām / added surfactant.

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums. Pavasaris 2006. gadā bija pietiekami agrs, bet sauss, tādēļ šajā izmēģinājumā laika apstākļi neveicināja kukurūzas ātru sadīgšanu. Herbicīdu smidzināšanas dienā (16.06.2006.) gaisa vidējā diennakts temperatūra bija 14.4 °C (min naktī – 5.6 °C, max dienā – 21.6 °C). Maijā un jūnijā attiecīgi nolija 64% un 47% no ilggadīgi vidēji novērotajiem nokrišņiem, bet smidzināšanas laikā augi no sausuma vēl necieta. Jūnijs un jūlijs bija siltāki salīdzinājumā ar ilggadīgiem novērojumiem (attiecīgi 1.1 un 3.5 °C), bet šajos mēnešos kritiski trūka nokrišņu. Augi jūlijā jau burtiski kalta, arī herbicīdu iedarbība nebija tipiska. Kopumā 2006. gads kukurūzas augšanai bija nelabvēlīgs sausuma dēļ, ko šajā izmēģinājumā pastiprināti varēja just arī sakarā ar mazliet novēloto sējas termiņu (16.05.2006.).

Pavasaris 2007. gadā bija diezgan agrs un maija otrajā pusē neraksturīgi silts un pietiekami mitrs. Salīdzinājumā ar ilggadīgiem novērojumiem arī jūnijs bija siltāks, kas kukurūzas augšanai un attīstībai bija īpaši labvēlīgi. Herbicīdu smidzināšanas dienā (02.06.2007.) gaisa vidējā diennakts temperatūra bija 15.3 °C (min naktī – 10.3 °C, max dienā – 20.2 °C), augsne bija pietiekami mitra un augi necieta ne no kāda stresa. Kopumā var teikt, ka 2007. gads bija ļoti labvēlīgs kukurūzas augšanai.

Arī 2008. gada pavasaris bija salīdzinoši agrs, taču maija vidējā diennakts gaisa temperatūra bija tikai ilggadīgo vidējo novērojumu robežās un arī nokrišņu bija maz. Kopumā sezona bija mazliet vēsāka, salīdzinot ar ilggadīgiem novērojumiem, bet lietus periodā „aprīlis–septembris” pavisam nolija 79% no ilggadīgi vidēji novērotā. Nokrišņu sadalījums bija nevienmērīgs – tieši herbicīdu smidzināšanas laikā bija ļoti sauss. Herbicīdu

2. tabula / Table 2

Izplatītākās nezāļu sugas pirms smidzināšanas, gab. m⁻²
Widespread weed species before weed control treatments, plants per 1 m²

Nezāļu suga / Weed species	Pētījuma gads / Year of experiment		
	2006	2007	2008
Baltā balanda (<i>Chenopodium album</i>)	78.1	18.9	38.7
Sārtā panātre (<i>Lamium purpureum</i>)	18.3	25.8	58.4
Tīruma naudulis (<i>Thlaspi arvense</i>)	78.7	7.5	6.3
Lauku vijolīte (<i>Viola arvensis</i>)	31.2	18.1	31.9
Maura skarene (<i>Poa annua</i>)	26.3	–	35.5
Parastā virza (<i>Stellaria media</i>)	11.2	7.1	9.5
Tīruma veronika (<i>Veronica arvensis</i>)	6.0	326.8	4.4
Ložņu vārpata (<i>Elytrigia repens</i>)	2.8	3.1	34.2

smidzināšanas dienā (03.06.2008.) gaisa vidējā temperatūra bija 14.6 °C (diennakts min – 8.5 °C, max – 18.8 °C). Smidzināšanu veica 24 dienu bezlietus perioda vidū. Kaut arī smidzināšanas laikā augi redzami necieta no sausuma, tomēr ilgstoši saussais laiks ietekmēja nezāļu ierobežošanas efektivitāti. Kopumā var teikt, ka 2008. gads kukurūzas augšanai bija vidēji labvēlīgs, bet nezāļu ierobežošanas laikā, kā arī vēlāk (jūlija beigās), bija pārāk sauss.

Rezultāti un diskusijas

Kopumā pa 3 izmēģinājuma gadiem **pirmajā nezāļu uzskaitē** konstatēja 26 nezāļu sugas, galvenokārt īsmūža divdīgļlapjus. Sastopamas bija arī viendīgļlapju nezāles – maura skarene (*Poa annua*) un ložņu vārpata (*Elytrigia repens*), kā arī daudzgadīgās divdīgļlapju nezāles – usnes (*Cirsium* spp.), mīkstpienes (*Sonchus* spp.), mālļēpes (*Tussilago farfara*) un skābenes (*Rumex* spp.). Uzskaites brīdī īsmūža divdīgļlapju nezāles bija pirmajās īstajās lapās, bet daudzgadīgās nezāles – gan rozetes stadijā, gan arī dīgstošas no sēklām.

Tā kā izmēģinājums tika ierīkots viena lauka atšķirīgos nogabalos, nezāļu sugu izplatība pa gadiem bija līdzīga (skat. 2. tabulu). Kā izņēmums jāatzīmē tīruma veronika (*Veronica arvensis*), kas dominēja 2007. gada izmēģinājumā – vidēji 326.8 nezāles uz 1 m² jeb 77% no visu nezāļu kopskaita –, kas ievērojami ietekmēja visu nezāļu floru konkrētajā izmēģinājumā. Turpretim 2008. gada izmēģinājumā starp visām nezāļu sugām lielākā skaitā bija piecas – sārtā panātre (*Lamium purpureum*), baltā balanda (*Chenopodium album*), maura skarene, ložņu vārpata un lauku vijolīte (*Viola arvensis*), kopā vidēji 198.7 nezāles uz 1 m² jeb 87.6% no visu nezāļu kopskaita.

2006. un 2007. gadā uzskaites laikā nezāles bija aktīvi augošas, augsne bija silta, ar pietiekamu mitruma saturu, un līdz ar to var uzskatīt, ka herbicīdu smidzināšanai bija optimāli priekšnosacījumi. Turpretim 2008. gadā uzskaites laikā nezāles un kukurūza auga lēnām, augsnes virskārta bija sausa, jo divas nedēļas nokrišņi netika novēroti vispār, un kopumā kopš kukurūzas sējas nokrišņu daudzums bija tikai 9.2 mm. Neskatoties uz to, herbicīdu smidzināšanai bija vislabākie priekšnosacījumi, kādus šajā gadā varēja vēlēties. Smidzināšanu ilgāk atlikt nevarēja, jo gan kukurūza, gan nezāles bija pietiekami lielas.

Arī citi pētnieki atzīmējuši, ka ir svarīgi nenokavēt nezāļu ierobežošanu kukurūzā. Tā ASV zinātnieki (Myers, Curran et al., 2005) secinājuši, ka liela nezāļu piesārņojuma gadījumā (vismaz 51 nezāle uz 1 m²) nezāļu ierobežošana visefektīvākā ir kukurūzas 4–6 lapiņu stadijā. Arī mūsu izmēģinājumā nezāļu piesārņojums pirms to ierobežošanas visus trīs gadus bija liels – vidēji attiecīgi 278.0, 424.6 un 226.9 nezāles uz 1 m². Tā kā visu izmēģinājuma laiku herbicīdu izsmidzināšana tika veikta kukurūzas 2–6 lapiņu stadijā, tad var teikt, ka tas tika darīts optimālos termiņos.

Otrajā nezāļu uzskaitē pavisam konstatēja 29 nezāļu sugas, no kurām 14 sugas – visos trijos izmēģinājuma gados, bet 7 sugas – visos izmēģinājuma gados kontroles variantā. Galvenokārt bija sastopamas īsmūža divdīgļlapju nezāles, bet novēroja arī viendīgļlapju nezāles – maura skareni un ložņu vārpata, kā arī dažas daudzgadīgo divdīgļlapju nezāļu sugas. Kopējais nezāļu skaits kontroles variantā pa gadiem bija 122.5, 118.9 un

182.2 augi uz 1 m² ar kopējo zaļo masu attiecīgi 530.7, 2771.1 un 1978.0 g m⁻².

2006. gada rezultātu analīze liecināja, ka otrajā nezāļu uzskaitē visizplatītākā suga bija balanda (47.1% no nezāļu kopskaita), bet otra izplatītākā – vijolīte (18.7%). Turklāt balandu zaļā masa bija dominējoša (81.8%) visā nezāļu masā attiecībā pret pārējām nezāļu sugām.

2007. gada izmēģinājumā dominējošā nezāļu suga bija tīruma veronika, kuras skaitu nebija iespējams precīzi noteikt, bet tās zaļā masa veidoja 93.4% no visu nezāļu kopmasas. Šo nezāļu sugu neviens izmēģinājumā iekļautais variants 2007. gadā nebija spējis ierobežot augstā līmenī. Vizuāli varēja novērot, ka sešas dienas pēc apstrādes tīruma veronika Arrata lietošanas variantos bālēja, bet vēlāk atguvās, un jau trīs nedēļas pēc apstrādes atšķirības starp variantiem vairs nebija novērojamas. Vislabāko efektu pret šo nezāļu sugu 2007. gadā deva varianti ar mehānisko nezāļu ierobežošanu (efektivitāte – 56.1%) un ar herbicīdu Arrats 0.2 kg ha⁻¹ (efektivitāte – 43.3%) un 2.4-D 1.5 L ha⁻¹ (efektivitāte – 39.2%) lietošanu. Šajos variantos konstatēja arī vismazāko nezāļu kopējo zaļo masu: variantā ar mehānisko nezāļu ierobežošanu – 1214.8 g m⁻², un pēc herbicīda Arrats 0.2 kg ha⁻¹ lietošanas – 1465.8 g m⁻².

Nemot vērā specifisko situāciju 2007. gada izmēģinājumā, iegūtie rezultāti jāapskata atsevišķi bez tīruma veronikas. Šādā gadījumā vismazākais nezāļu skaits 5 nedēļas pēc apstrādes bija variantos „Milagro 1.0 L ha⁻¹ + Banvels 0.3 L ha⁻¹” (7.5 gab. m⁻²) un „Titus 50 g ha⁻¹ + Arrats 0.15 kg ha⁻¹” (8.3 gab. m⁻²). Kā rādītājs nezāļu ierobežošanas efektivitātei un herbicīdu iedarbības spektram var kalpot arī neierobežoto nezāļu sugu skaits pēc apstrādes. Bez iepriekšminētajiem variantiem ar plašu iedarbības spektru izcēlās arī variants „Arrats 0.15 kg ha⁻¹ + Titus 50 g ha⁻¹ (dalīti)”, kurā konstatēja tikai 5 nezāļu sugas.

2008. gadā otrajā nezāļu uzskaitē visvairāk novēroja tās pašas 5 nezāļu sugas (sārto panātri, ložņu vārpatu, lauku vijolīti, balto balandu un maura skareni), kuras konstatēja uzskaitē pirms herbicīdu izsmidzināšanas un kuru kopskaits vidēji bija 119.5 augi uz 1 m² jeb 87.5% no visu nezāļu kopskaita. Vidēji izmēģinājumā vislielāko zaļo masu konstatēja baltajām balandām, sārtajām panātrēm un ložņu vārpatai.

2006. gadā otrajā uzskaites reizē nevienā no variantiem netika atrasta parastā virza. Savukārt 2007. gadā netika konstatētas lauku vijolītes (pirmajā uzskaitē tās bija 17.5 gab. m⁻²), bet parastā virza

bija salīdzinoši nelielā skaitā – 1.7 gab. m⁻² pret 6.7 gab. m⁻² pirmajā uzskaitē. Tas liecina ne tikai par izmantoto herbicīdu iedarbības efektivitāti, bet arī par šo nezāļu sugu vājo konkurētspēju kukurūzas sējumos, lietojot kādu no nezāļu ierobežošanas pasākumiem. Rezultātā nezāļu ierobežošanas pasākumu efektivitāti, kas izteikta kā nezāļu zaļās masas samazinājums pret kontroli, šim sugām vai nu nevarēja noteikt, vai arī iegūtie rezultāti bija apšaubāmi.

Visai efektīvs variants bija **nezāļu mehāniskā ierobežošana**, it īpaši 2007. gadā, kad herbicīdu lietošanas varianti nespēja augstā līmenī ierobežot tīruma veroniku. Tomēr jāņem vērā, ka šajā variantā nezāļu skaits 5 nedēļas pēc apstrādes bija samērā mazs, bet ar salīdzinoši lielu zaļo masu – rindstarpās nezāles bija efektīvi iznīcinātas, bet rindās tās bija izaugušas lielas. Citi pētnieki atzīmē to pozitīvo efektu, kādu dod mehāniskās nezāļu ierobežošanas paņēmieni kombinējot ar herbicīdu lietošanu, kas pieļauj iespēju lietot nevis pilnu rekomendēto herbicīda devu, bet arī mazāku (Tharp, Kells et al., 2004). Šāda integrēta nezāļu ierobežošana ir efektīva arī gadījumos, kad sējumā masveidā savairojušās tās nezāļu sugas, kuras pieejamie herbicīdi ierobežo nepietiekamā līmenī, kā tas bija mūsu izmēģinājumā 2007. gadā.

Dažādu herbicīdu lietošanas variantu efektivitāte. Starp dažādiem Milagro lietošanas variantiem labākais visos izmēģinājuma gados bija tvertnes maisījums „Milagro 1.0 L ha⁻¹ + Banvels 0.3 L ha⁻¹” (skat. 3. tabulu). Šajā variantā 2006. gadā nezāļu skaits bija lielāks nekā citos variantos, bet nezāļu zaļā masa bija vismazākā, un tās bija vairāk cietušas, it īpaši baltās balandas. No balandām atbrīvotajā vietā bija savairojušās lauku vijolītes, kas ir maza auguma un kukurūzai tās vēlākās attīstības fāzēs nodara mazu kaitējumu.

2007. gadā variants „Milagro 1.0 L ha⁻¹ + Banvels 0.3 L ha⁻¹” nodrošināja 100% efektu pret balto balandu, sārto panātri, tīruma nauduli un parasto virzu. Līdzīgi rezultāti tika iegūti arī 2008. gadā. Taču jāatzīmē, ka 2007. gadā nezīnāmu iemeslu dēļ variantā „Milagro 1.0 L ha⁻¹ + Banvels 0.3 L ha⁻¹” kukurūzai bija vērojamas arī fitotoksiskuma pazīmes, kā tas nekad iepriekš nebija konstatēts. Citos Milagro lietošanas variantos fitotoksiskuma izpausmes bija izteiktākas un nezāļu ierobežošanas efektivitāte – mazāka. Loģisks izskaidrojums šim gadījumam netika atrasts. Ir autori, kas raksta, ka pat ūdens kvalitāte atsevišķos gadījumos var būt par cēloni herbicīda fitotoksiskumam (Olson, Sander, 1988).

Dalītā apstrāde – vispirms Banvels un pēc 7 dienām Milagro – neattiecinājās, jo meteoroloģiskie

3. tabula / Table 3

**Nezāļu ierobežošanas efektivitātē (nezāļu zaļās masas samazinājums
pret kontroli), vidēji 2006.–2008. g.
Efficacy of weed control treatments on average per three years, 2006–2008**

Variants / Treatment	Nezāļu sugas / Weed species					
	<i>Chenopo- dium album</i>	<i>Thlaspi arvense</i>	<i>Lamium purpu- reum</i>	<i>Capsella bursa- pastoris</i>	<i>Elytrigia repens**</i>	<i>Polygonum convolvulus**</i>
Mehāniskā nezāļu ierobežošana / Mechanical weed control	XXX	XX	XX	XX	XX	XX
Milagro 1.5 L ha ⁻¹	XX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Milagro 1.0 L ha ⁻¹ + Banvels 0.3 L ha ⁻¹	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Banvels 0.3 L ha ⁻¹ + Milagro 1.5 L ha ⁻¹ (dalīti / split application)	XX	XXXX	XXX	XXX	XXX	XXXX
Arrats 0.2 kg ha ⁻¹	XXXX	XXXX	XX	XXXX	***	XXXX
2.4-D 1.5 L ha ⁻¹	XXXX	XXXX	X	XXXX	***	XX
Titus 30 g ha ⁻¹ + 2.4-D 0.8 L ha ^{-1*}	XXXX	XXXX	XX	XXXX	XXX	XXX
Titus 50 g ha ⁻¹ + Arrats 0.15 kg ha ^{-1*}	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Arrats 0.15 kg ha ⁻¹ + Titus 50 g ha ^{-1*} (dalīti / split application)	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Titus 30 g ha ⁻¹ + Banvels 0.3 L ha ^{-1*}	XXXX	XXXX	XX	XXX	XXX	XXXX

* – pievienota virsmas aktīvā viela / added surfactant; ** – 2007. un 2008. gada dati / data from 2007 and 2008; *** – nezāļu ierobežošanas varianti nav piemēroti ložņu vārpas ierobežošanai / treatments are not suitable for control of couch-grass; XXXX – 85-100% efektivitātē / efficacy; XXX – 60-85% efektivitātē / efficacy; XX – 30-60% efektivitātē / efficacy; X – par 30% mazāka efektivitātē / efficacy lower than 30%.

apstākļi trīs izmēģinājuma gadu laikā nebija labvēlīgi jaunu nezāļu dīgšanai starp smidzināšanas reizēm. Līdz ar to dalītās apstrādes variants praktiskajā saimniekošanā jāuzskata tikai kā izņēmuma gadījums. Arī J. Lejiņš un kolēģi (Lejiņš, Slokenberga, Lejiņa, 1996), pētot herbicīda Tell 75 d.g. (metil-primisulfurons 75%) efektivitāti, secinājuši, ka dalīta apstrāde sevi neattaisno.

Izmēģinājumā labus rezultātus parādīja herbicīds Arrats. 2006. gadā variants „Arrats 0.2 kg ha⁻¹” bija vienīgais, kurā 5 nedēļas pēc smidzināšanas netika novērotas baltās balandas. Par teicamu variantu nezāļu ierobežošanai kukurūzā var atzīmēt herbicīdu tvertnes maisījumu

„Titus + Arrats” (3. tabula). Trīs izmēģinājuma gadu laikā tika pārbaudīti divi varianti – šo herbicīdu tvertnes maisījums un lietošana dalīti. Līdzīgi dalītās apstrādes variantam ar herbicīdiem Banvels un Milagro arī šeit dalītā apstrāde (vispirms lietojot herbicīdu Arrats un pēc 7 dienām Titus) nedeva nekādas priekšrocības attiecībā pret šo herbicīdu tvertnes maisījuma lietošanas variantu.

2007. gadā par salīdzinoši veiksmīgu var uzskatīt herbicīda 2.4-D lietošanu, kas, pilnā devā lietots, samērā labi ierobežoja tīruma veroniku. Taču šim preparātam ir zema efektivitātē pret ķeraiņu madaru (*Galium aparine*) un sūreņu dzimtas

Sausnas saturs zaļmasā un iegūtā relatīvā sausnas raža
Dry matter (DM) content (%) and relative DM yield during the research period

Varianta Nr. / Treatment No.*	Sausnas saturs ražas novākšanas laikā, % / DM content at harvest, %			Iegūtā sausnas raža, % no kontroles / DM yield in percent from the check		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
1.	17.00	27.24	23.12	100	100	100
2.	29.72	28.38	27.81	321	198	351
3.	24.77	28.64	25.68	306	135	324
4.	27.01	28.68	27.26	392	151	374
5.	23.38	30.31	26.45	275	145	335
6.	29.53	27.98	27.28	448	172	305
7.	29.09	28.77	26.83	359	163	286
8.	31.56	28.26	27.35	393	140	360
9.	32.34	28.72	27.37	608	168	370
10.	29.54	27.66	25.79	462	177	332
11.	30.95	28.62	28.08	416	144	357

* – variantu nosaukumu skat. 1. tabulā / see the name of treatment in Table 1.

(*Polygonum* spp.) nezālēm, kuras izmēģinājumā arī bija ievērojamā skaitā. Plašāks ierobežoto nezāļu spektrs iegūts variantā ar 2.4-D un Titus tvertnes maisījumu, taču jāatzīmē, ka samazināta 2.4-D deva pazemināja arī efektu pret tūruma veroniku.

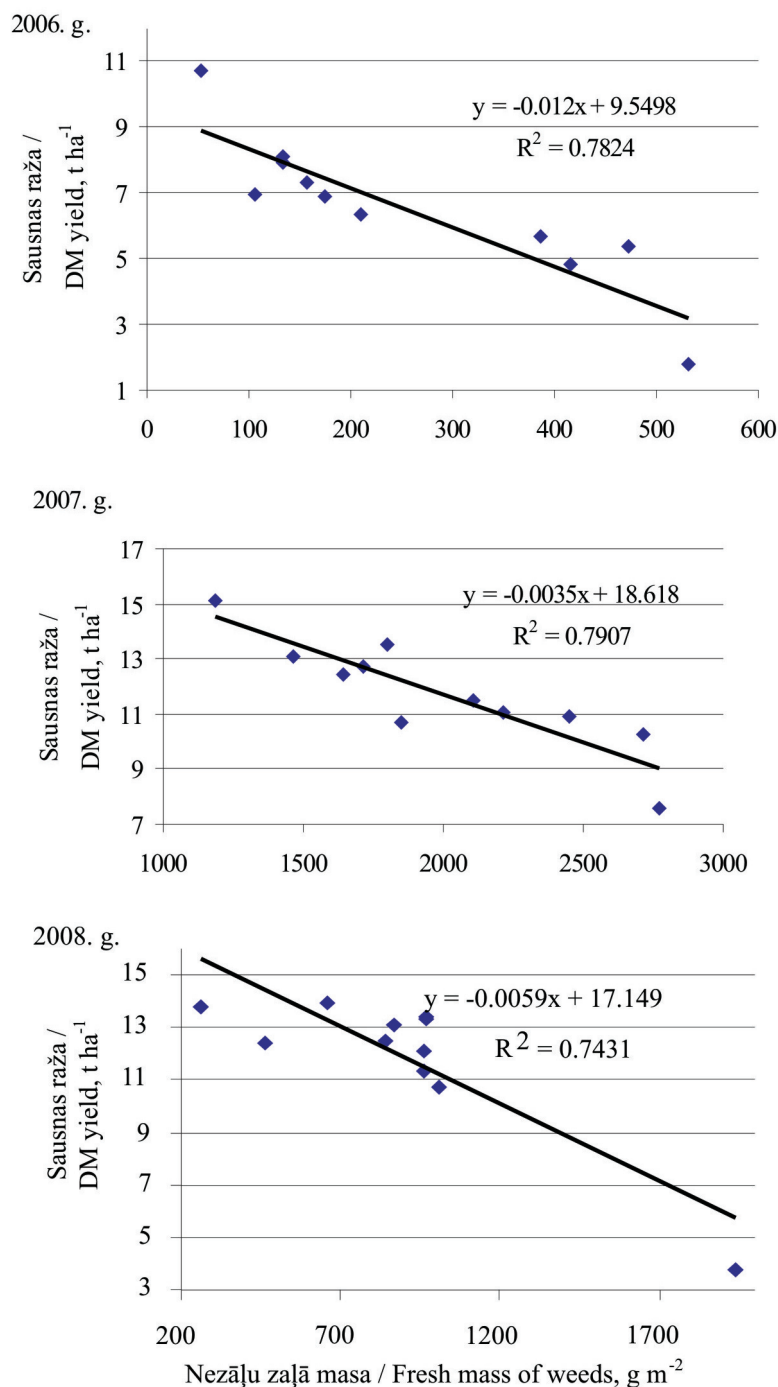
Izmēģinājumā iekļautie preparāti Titus un Milagro viendīgļlapju nezāļu ierobežošanai samērā veiksmīgi ierobežoja ložņu vārpatu. Tomēr sekmīga šīs nezāles ierobežošana ar Titus, it īpaši sausākos apstākļos, kādi bija novērojami 2008. gada izmēģinājumā, ir iespējama, lietojot tikai maksimālo reģistrēto šī herbicīda devu – 50 g ha⁻¹. Šajā gadā variantā ar dalīto apstrādi (vispirms „Arrats 0.15 kg ha⁻¹” un pēc 7 dienām „Titus 50 g ha⁻¹”) ietilgušais sausums vēl par nedēļu ievērojami samazināja Titus efektivitāti pret vārpatu.

Auga garums. Sekmīga nezāļu ierobežošana būtiski ietekmēja auga garumu ražas novākšanas laikā. Kontroles variantā, kur kukurūzu nomāca dažādas nezāles, auga garums bija divas un vairākas reizes mazāks nekā jebkurā citā izmēģinājuma variantā. Piemēram, 2008. gadā ražas novākšanas laikā auga garums kontroles variantā bija 1.12 m, vidēji izmēģinājumā – 2.31 m, bet maksimālais auga garums tika novērots 9. variantā („Titus 50 g ha⁻¹ + Arrats 0.15 kg ha⁻¹”) – 2.63 m. Tas saskan ar citu pētnieku secinājumiem, ka kukurūzas auga garums ir lielāks no nezālēm tīros augšanas apstākļos (Begna, Hamilton et al., 2001; Lejiņš, 1969). Auga garumu mērtāja divos (2007. un 2008. g.) no trijiem

izmēģinājuma gadiem, un abos gados konstatēja arī ciešu pozitīvu sakarību starp auga garumu un iegūto sausnas ražu (2007. gadā – n=20, r=0.755>r_{0.01}=0.561; 2008. gadā – n=18, r=0.964>r_{0.01}=0.590).

Kukurūzas raža. Katrā no izmēģinājuma gadiem kaut kādi apstākļi ietekmēja gan nezāļu ierobežošanas efektivitāti, gan augu attīstību, bet kopumā var teikt, ka jebkurš variants, kurā tika ierobežotas nezāles (kaut arī ierobežošanas efektivitāte ne vienmēr bija pietiekama), deva būtisku (p<0.05) ražas palielinājumu salīdzinājumā ar kontroles variantu, kurā nezāles netika ierobežotas (skat. 4. tabulu). Tas sakrīt arī ar citu pētnieku rezultātiem (Olson, Sander, 1988; Lejiņš, 1969; Lejiņš, Slokenberga, Lejiņa, 1996). Varianti, kuros tika ierobežotas nezāles, nodrošināja ne tikai lielāku ražu, bet arī augstāku sausnas saturu ražas novākšanas laikā, kas savukārt var nodrošināt labāku kukurūzas skābbarības kvalitāti. Ražošanas apstākļos (ja laukā vērojamas liela izmēra nezāles, piemēram, baltā balanda, kas septembra beigās parasti jau ir nokaltusi) nezāļu piesārņojums var ne tikai pazemināt sausnas saturu, bet arī paaugstināt kokšķiedras saturu masā.

Dispersijas analīze liecina, ka visos izmēģinājuma gados ražu visvairāk ietekmēja lietotais nezāļu ierobežošanas variants (ietekmes īpatsvars pa gadiem – 71%, 78% un 85%; p<0.001). Vismazākā iegūtās sausnas ražas atšķirība starp nezāļu ierobežošanas variantiem un kontroles variantu bija 2007. gadā (kontrolē – 7.6 t ha⁻¹; variantos,



1. att. Kukurūzas sausas ražas un nezāļu zaļās masas sakarības 2006.–2008. gadā ($p < 0.01$).

Fig. 1. Correlation between fresh mass of weeds at the 2nd accounting and DM yield of maize during the research period ($p < 0.01$).

kur nezāles ierobežotas – 10.0–15.1 t ha⁻¹; $RS_{0.05}=1.45$), kas skaidrojams gan ar ārkārtīgi lielo tūruma veronikas piesārņojumu, gan ar kukurūzas audzēšanai vispiemērotākajiem meteoroloģiskajiem apstākļiem. Šajā gadā tūruma veronika visefektīvāk tika kontrolēta mehāniskās nezāļu ierobežošanas variantā (2. variants), kur arī tika iegūts vislielākais kukurūzas sausas

ražas pieaugums salīdzinājumā ar kontroli (4. tabula). Iegūtais rezultāts varētu būt saistīts ar to, ka kukurūzas augšana tās agrīnās attīstības fāzēs ir atkarīga no augsnes temperatūras, bet mūsu izmēģinājumā 2007. gadā tūruma veronikas biežā zaļā masa visticamāk kavēja augsnes sasilšanu, tādējādi bremzējot kukurūzas augšanu un attīstību. Arī literatūrā atrodami dati, ka augsnes

mulčēšana pietiekama mitruma apstākļos kavē tās iesīlšanu un tādējādi arī kukurūzas augšanu (Shaw, 1998).

Sakarība starp kukurūzas ražu un nezālainību.

Analizējot kukurūzas sausas ražas atkarību no nezāļu zaļās masas 5 nedēļas pēc nezāļu ierobežošanas pasākumu veikšanas, visos trijos izmēģinājuma gados konstatēja ciešu negatīvu sakarību starp šiem rādītājiem, turklāt faktiskie korelācijas koeficienti pa gadiem bija ļoti līdzīgi (2006. gadā – $r=0.88$; 2007. gadā – $r=0.89$; 2008. gadā – $r=0.86$; $r_{0.01}=0.735$, $n=11$) (skat. 1. att.). Iegūtais rezultāts sakrīt ar citu pētnieku novēroto, ka kukurūzas sausas ražas samazinājums ir gandrīz proporcionāls nezāļu sausas pieaugumam platības vienībā (Olson, Sander, 1988).

Secinājumi

1. Izmēģinājuma rezultāti pārlicinoši parādīja nezāļu ierobežošanas nozīmi kukurūzas audzēšanā: jebkurš nezāļu ierobežošanas variants būtiski palielināja kukurūzas sausas ražu. Starp kukurūzas sausas ražu un nezāļu zaļās masas apjomu 5 nedēļas pēc herbicīdu izsmidzināšanas atzīmēta būtiska negatīva sakarība, toties starp kukurūzas auga garumu, kas bija būtiski lielāks, ja nezāles ierobežoja, un sausas ražu atzīmēta būtiska pozitīva sakarība.
2. Kukurūzas sējumos ar ļoti lielu nezāļu piesārņojumu, kā arī mitruma deficīta apstākļos risinājums sekmīgai nezāļu ierobežošanai ir herbicīdu tvertnes maistījumu lietošana. Pētījuma rezultāti vedina domāt, ka šādos gadījumos lietojamas herbicīdu maksimālās reģistrētās devas agrās nezāļu attīstības stadijās. Tas ir sevišķi svarīgi tad, ja sējumā ir tādas nezāles kā baltā balanda un ložņu vārpata, kurām ir ļoti augsta konkurētspēja ar kukurūzu, it īpaši kultūrauga agrīnās attīstības stadijās.
3. Mitruma deficīta apstākļos, kas neveicina jaunas nezāļu paaudzes dīģšanu drīz pēc herbicīdu lietošanas, dalītai apstrādei nav pozitīva papildu efekta. Dalītās apstrādes efekts, ja mitruma trūkums augiem ietilgst, var būt pat negatīvs salīdzinājumā ar vienreizēju smidzināšanu.
4. Mehāniskā nezāļu ierobežošana (ecējot un/vai rušinot) kombinācijā ar herbicīdu lietošanu varētu būt laba alternatīva liela nezāļu piesārņojuma gadījumā. Šāda paņēmiena efektivitātē nezāļu ierobežošanai jāpēta papildus, pievēršot uzmanību arī ekonomiskajam aspektam.

Literatūra

1. Begna, S.H., Hamilton, R.I., Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Cloutier, D., Assemet, L., Foroutan-pour, K., Smith, D.L. (2001) Morphology and yield response to weed pressure by corn hybrids differing in canopy architecture. *European Journal of Agronomy*, 14, 293–302.
2. Evans, S.P., Knezevics, S.Z., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., Blankenship, E.E. (2003) Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science*, 51, 408–417.
3. Kastvairo, T.W., Cox, W.J. (2000) Tillage × Rotation × Management Interactions in Corn. *Agron. J.*, 92, 493–500.
4. Knezevic, S.Z., Evans, S.P., Mainz, M. (2003) Yield Penalty Due to Delayed Weed Control in Corn and Soybean: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/research/2003/delay/> – Resurss aprakstīts 2009. gada 7. septembrī.
5. *Latvijas Republikā reģistrēto augu aizsardzības līdzekļu saraksts*. (2008) Rīga, Valsts Augu aizsardzības dienests, 230 lpp.
6. Lejiņš, A. (1969) *Simazīna un atrazīna efektivitātē kukurūzas sējumos un šo preparātu pēcietekme*. Disertācija lauksaimniecības zinātņu kandidāta grāda iegūšanai. Jelgava, LLA, 209 lpp.
7. Lejiņš, A., Slokenberga, I., Lejiņa, B. (1996) Herbicīda tell 75 WG efektivitātē kukurūzas sējumos. No: Priedītis A. (sast.) *Zinātniskās konferences (1996. gada 7. un 8. februārī) Raksti*. Jelgava, LLU, 83. lpp.
8. Myers, M.W., Curran, W.S., Vangessel, M.J., Majek, B.A., Scott, B.A., Mortensen, D.A., Calvin, D.D., Karsten, H.D., Roth, G.W. (2005) The Effect of Weed Density and Application Timing on Weed Control and Corn Grain Yield. *Weed Technology*, Vol. 19, 102–107.
9. Olson, R.A., Sander, D.H. (1988) Corn production. In: Sprague G.F., Dudley J.W. (eds) *Corn and corn improvement*. Third edition. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, 639–686.
10. Rajcan, I., Swanton, C.J. (2001) Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crop Research*, Vol. 71 (2), 139–150.
11. Shaw, R. H. (1988) Climate requirements. In: Sprague G.F., Dudley J.W. (eds) *Corn and corn*

- improvement*. Third edition. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, 609–638.
12. Stoimenova, I., Alexieva, S. (2003) Predicting yield loss due to interference from weed flora using weed density data or weed dry biomass. *Proceedings of 7th European Weed Research Society Mediterranean Symposium*. Adana, Turkey, 135–136.
13. Tharp, B.E., Kells, J.J., Bauman, T.T., Harvey, R.G., Johnson, W.G., Loux, M.M., Martin, A.R., Maxwell, D.J., Owen, M.D.K., Regehr, D.L., Warnke, J.E., Wilson, R.G., Wrage, L.J., Young, B.G., Dalley, C.D. (2004) Assessment of Weed Control Strategies for Corn in the North-Central United States. *Weed Technology*, Vol. 18, 203–210.
14. Weed management. (2000) *Modern corn and soybean production*. First edition. Hoeft R.G., Nafziger E.D., Johnson R.R., Aldriht S.R. (eds) MCSP Publications, USA, 173–183.

Pateicība

Pētījums veikts, pateicoties LR ZM subsīdiju „Atbalsts izglītībai, zinātnei un informācijas izplatīšanai” sadaļas „Demonstrējumu saimniecībām un lauksaimniecības izstādei” finansējumam 2006.–2008. gadā.

Dzērveņu dzinumu pangodiņa (*Dasineura vaccinii* S.) skaita dinamika Amerikas lieloļu dzērveņu stādījumā veģetācijas sezonā Latvijā Dynamics of the Number of Cranberry Tipworm (*Dasineura vaccinii* S.) in American Large-fruited Cranberry Plantation in the Vegetation Season in Latvia

Ilze Apenīte

VSIA Latvijas Augu aizsādības pētniecības centrs
Latvian Plant Protection Research Centre, State Ltd
e-mail: Ilze.Apenite@laapc.lv

Abstract. The cranberry tipworm *Dasineura vaccinii* S. (Diptera, Cecidomyiidae) dynamics of American large-fruited cranberry (*Oxycoccus macrocarpus* or *Vaccinium macrocarpon* (Ait.) Pers.) was studied in the north-east part of Latvia in 2005 and 2006. Main attention was paid to the effect of weather conditions (air temperature, precipitation) on the course of *D. vaccinii* development stages (eggs, 1st–3rd larval stages, and pupae). Dynamics of *D. vaccinii* flying out and further development was dependent on the plants growth stage which, in its turn, was affected by the air temperature and relative humidity in the cranberry plantation. The maximum infestation level by *D. vaccinii* was observed during the 1st and 2nd 10-day period of July when more than half (50–66.9%) of all cranberry vertical apical shoots were invaded. In the large-fruited cranberry plantation, two *D. vaccinii* generations were observed: the first generation developed in the 2nd and 3rd 10-day period of June, the second generation – in the 3rd 10-day period of July and the 1st 10-day period of August. Egg hatching of the first generation was delayed by the low minimal air temperature (below 0 °C) at the beginning of the vegetation season, but later egg hatching was influenced by the amount and intensity of precipitation, which was not statistically provable. The development course of *D. vaccinii* 2nd–3rd-stage larvae and the intensity of pupation were affected by the maximal air temperature and precipitation during the vegetation season.

Key words: cranberry vertical apical shoots, 1st–3rd larval stages, pupae.

Ievads

Dzērveņu dzinumu pangodiņš ir sastopams gandrīz visur, kur audzē lieloļu dzērvenes (Golf, 1893; Caruso, Ramsdell, 1995; Сидорович, Кудинов и др., 1987; Горленко, Буга, 1996). Vienīgā vieta Latvijā, kur tas līdz šim nav ticis konstatēts, ir Latvijas dienvidu daļa – Piejūras klimatiskā zona.

Augsta gaisa temperatūra (augstāka par +30 °C), spilgta saule, zems relatīvais gaisa mitrums un stiprs dienvidu vējš sekmē ūdens deficītu augam (Ripa, 1996) un aizkavē Amerikas lieloļu dzērveņu attīstību – sakalst ziedu aizmetņi un aizkavējas jauno dzinumu un lapu augšana (Caruso, Ramsdell, 1995). Šādiem laika apstākļiem

pastāvot ilgstoši, tiek ierobežota dzērveņu dzinumu pangodiņa populācijas attīstība, jo trūkst augu turgora, kas nepieciešams izšķīlušos kāpuru tālākai kāpuraugumu nomaiņai un attīstībai (Lasota, 1988; Родендорф, 1964).

Dzērveņu dzinumu pangodiņam ir divi izlidošanas periodi – no maija beigām līdz jūnija vidum un no jūlija sākuma līdz jūlija beigām. Dzērveņu dzinumu pangodiņa paaudžu skaits ir atkarīgs no gaisa temperatūras, mitruma un citiem klimatiskajiem faktoriem. Pangodiņam Kanādā ir trīs paaudzes, bet Prinča Edvarda salā, Īrijā un Amerikā – divas paaudzes* (Горленко, Буга, 1996).

Lai samazinātu dzērveņu dzinumu pangodiņa populācijas apjomu lieloļu dzērveņu stādījumā,

* Lieloļu dzērveņu saimniecības izveidošanas projekts: <http://www.ltn.lv/~laivniek/projekts> – Resurss aprakstīts 2010. gada 10. janvārī.

Ziemeļamerikas pētnieki Averill un Sylvia (1998) lielu uzmanību pievērš dzērveņu vertikālo dzinumu pārbaudei un kaitēkļa attīstības stadijas noteikšanai. Viņi ir novērojuši, ka visefektīvākais laiks kāpuru ierobežošanai ir tad, kad tie tikko izšķīlušies, t.i., ir caurspīdīgi vai balti (pirmā attīstības stadija).

Materiāli un metodes

Pētījumi par meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstību lielogu dzērveņu stādījumā tika veikti Alūksnes rajona SIA „Lienama Alūksne” (Latvijas ZA daļā) no 2005. gada līdz 2006. gadam. Eksperimentālo daļu veica gan saimniecībā uz vietas, gan VSIA Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centra (LAAPC) laboratorijā.

Lai raksturotu meteoroloģiskos apstākļus lielogu dzērveņu stādījumā, izmantoti SIA „Lienama Alūksne” reģistrētie meteoroloģiskie dati: minimālā un maksimālā gaisa temperatūra (°C) un nokrišņi (mm).

Pētījumu iekārtoja izstrādātā augsto sūnu kūdras purvā (pH KCl – 2.8). Pētījumā izmantoja Amerikas lielogu dzērveņu šķirni ‘Stevens’, ko saimniecībā audzē kopš 1997. gada. Izmēģinājumu iekārtoja 8 randomizēti izvēlētos lauciņos, katra lauciņa platība – 30 m².

Dzērveņu dzinumu pangodiņa uzskaiti uz augiem veica katrā no parauglaukumiem jeb atkārtojumiem, sākot no dzērveņu vertikālo dzinumu izvirzīšanās brīža līdz ražas novākšanai. Dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstības izpētei vāca 20 randomizēti izvēlētos dzērveņu vertikālos dzinumus katrā atkārtojumā (Apenīte, 2007), un tos nekavējoties ievietoja polietilēna maisiņā (18×10 cm) ar gaisa atverēm. Maisiņus ar paraugiem ievietoja aukstuma somā (+4 °C) un nogādāja LAAPC laboratorijā, kur katru dzinumu analizēja ar binokulāro mikroskopu MEIJI (palielinājums no 0.7 līdz 4.5×) un mikroskopu CX31 (izmantotais palielinājums – 40× un 100×). Tika izmantots PSRS Eiropas daļas kukaiņu noteicējs (Определитель ..., 1978).

Dzērveņu dzinumu pangodiņu dzērveņu vertikālajos dzinumos pētīja pa attīstības stadijām – olas, kāpuri (1.–3. kāpurauguma stadijas kāpuri), kūniņas un pieaugušie īpatņi.

Lai noteiktu dzērveņu dzinumu pangodiņa un lielogu dzērveņu attīstības intensitāti veģetācijas sezonā, SIA „Lienama Alūksne” lielogu dzērveņu stādījumā tika veikti regulāri diennakts gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma mērījumi.

Dzērveņu dzinumu pangodiņa invadētību (P, %) aprēķināja pēc formulas:

$$P = \frac{n \times 100}{N},$$

kur

n – kaitēkļu daudzums, gab.;

N – kopējo pārbaudīto dzinumu daudzums, gab. (Интегрированные ..., 2005).

Dinamiskās rindas izpētei tika izmantota parametrisko lielumu kopa aranžētā secībā. Par kritēriju aranžēšanai izmantots laiks (dienas), rēķinot to no brīža, kad sākas lielogu dzērveņu veģetācija (t.i., izvirzās dzērveņu vertikālie dzinumi). Korelācijas analīze pielietota, lai noteiktu meteoroloģisko apstākļu (vidējā, minimālā un maksimālā gaisa temperatūra, °C) un nokrišņu (mm) ietekmi uz dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstības stadijām. Lai izvērtētu iegūtos datus, aprēķinātā vērtība salīdzināta ar kritisko vērtību. Iegūtie rezultāti analizēti, izmantojot vajadzīgo būtiskuma līmeni (p=0.05; 0.01) un faktisko novērojumu skaitu (Arhipova, Bāliņa, 2006; Liepa, 1974).

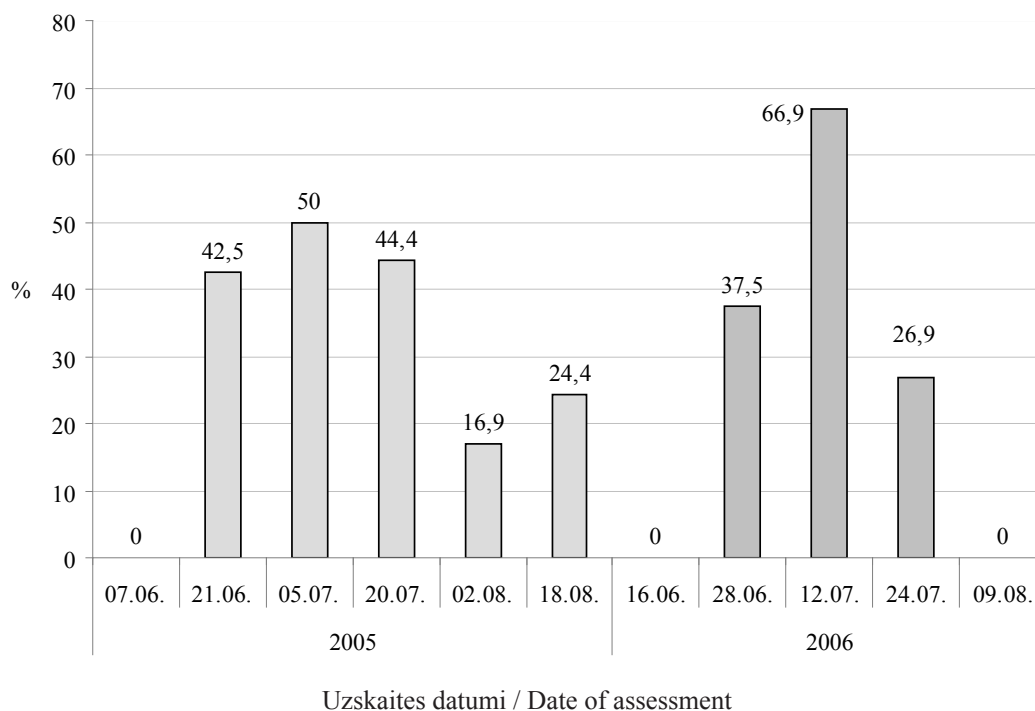
Rezultāti un diskusija

Dzērveņu dzinumu pangodiņš sāka izlidot jūnija 1. dekādes beigās un 2. dekādē, kad dzērvenēm bija izvirzījušies vertikālie dzinumi un attīstījušās lapas. Lielogu dzērveņu stādījumā visaugstāko invāzijas pakāpi ar dzērveņu dzinumu pangodiņu varēja vērot jūlija sākumā (05.07. un 12.07.), kad bija invadēti 50.0–66.9% dzērveņu vertikālo dzinumu galotņu (1. att.).

2006. gada maijā un jūnija sākumā zemās gaisa temperatūras ietekmē aizkavējās dzērveņu vertikālo dzinumu ataugšana, tādēļ dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstība notika nedēļu vēlāk nekā 2005. gada veģetācijas sezonā. Vēlāk, paaugstinoties gaisa temperatūrai, paātrinājās gan dzērveņu vertikālo dzinumu augšana, gan arī dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstība.

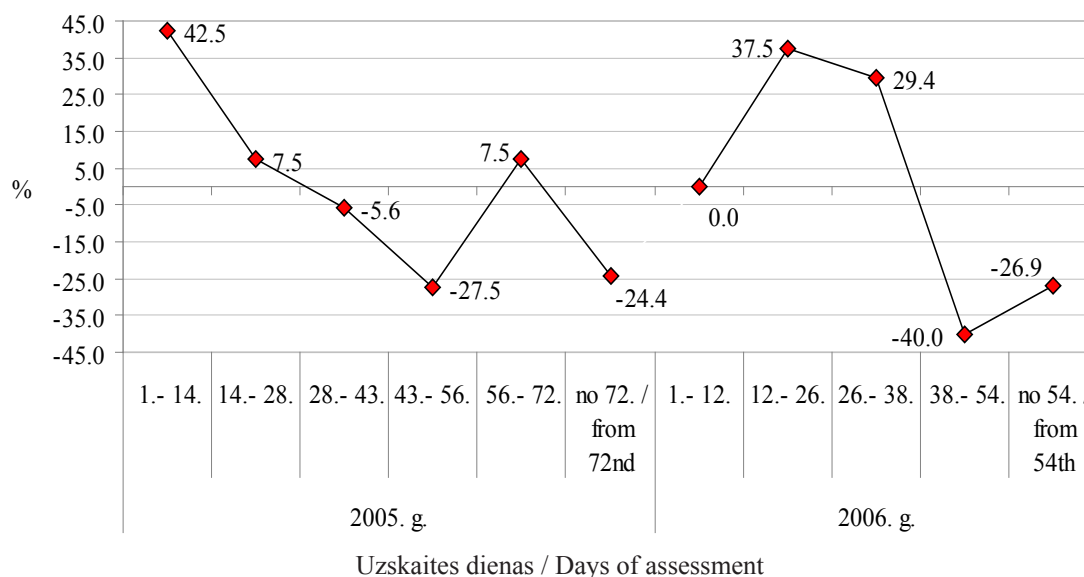
Dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstības dinamikas un skaita dinamikas izmaiņu salīdzinājums divās veģetācijas sezonās liecināja, ka jūlija 3. dekādē un augusta 1. dekādē norisinājās pangodiņa otrās paaudzes attīstības cikls – 2005. gadā no 56. dienas līdz 72. dienai, bet 2006. gadā no 38. dienas līdz 54. dienai kopš veģetācijas sezonas atsākšanās un dzērveņu dzinumu pangodiņa izlidošanas (2. att.).

Analizējot katru dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstības stadiju atsevišķi, visgrūtāk bija konstatēt



1. att. Dzērveņu vertikālo dzinumu invadētība (% no kopējā augu skaita) ar *D. vaccinii* veģetācijas sezonā.

Fig. 1. Infestation of cranberry vertical shoots (% from the total number of plants) by *D. vaccinii* in the vegetation season.

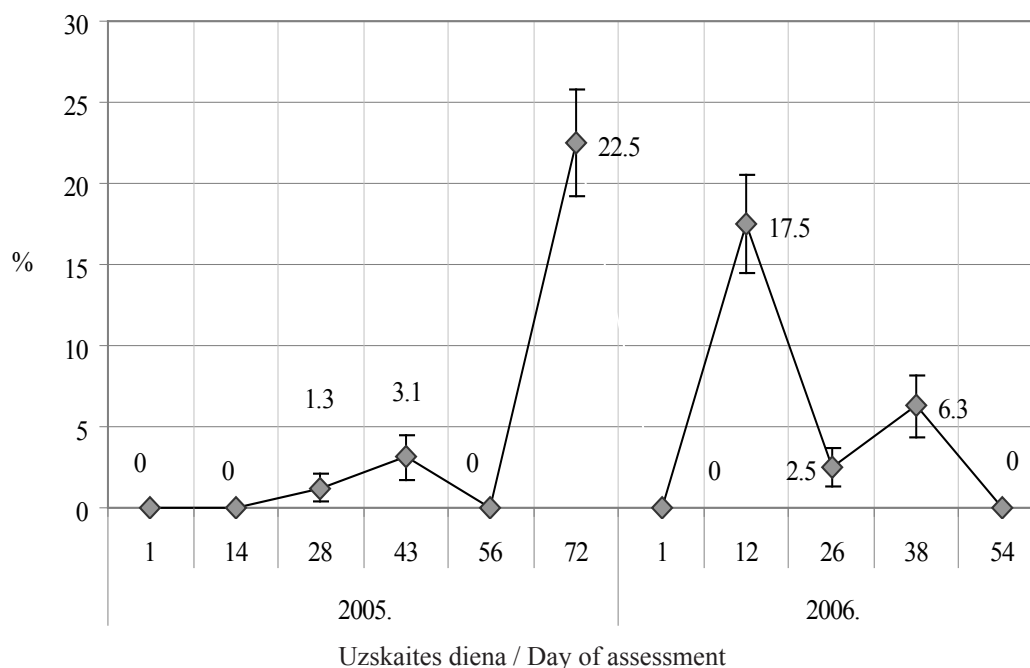


2. att. *D. vaccinii* skaita dinamikas izmaiņas dzērveņu vertikālajos dzinumos veģetācijas sezonā, %.

Fig. 2. Changes in the dynamics of the number of *D. vaccinii* on cranberry vertical shoots in the vegetation season, %.

dzērveņu dzinuma pangodiņa olas. Sākuma periodā (2005. gadā) to apgrūtināja mitrie augu paraugi un īsais laika posms (20–24 stundu laikā pēc paraugu savākšanas), kurā jāpaspēj pārbaudīt augu paraugus, kamēr olas nav aizgājušas bojā. 2005. gada veģetācijas

sezonā imago mātīte intensīvi dēja olas līdz pat 43. dienai (05.07.), un ar pangodiņa olām tika invadēts 3.1% vertikālo dzinumu galotņu. Otrais periods, kad notika intensīva olu dēšana, bija no 56. dienas līdz 72. dienai. Šajā īsajā laika periodā

3. att. *D. vaccinii* olu dēšanas intensitātes izmaiņas veģetācijas sezonā, %.Fig. 3. Changes in the intensity of *D. vaccinii* egg laying in the vegetation season, %.

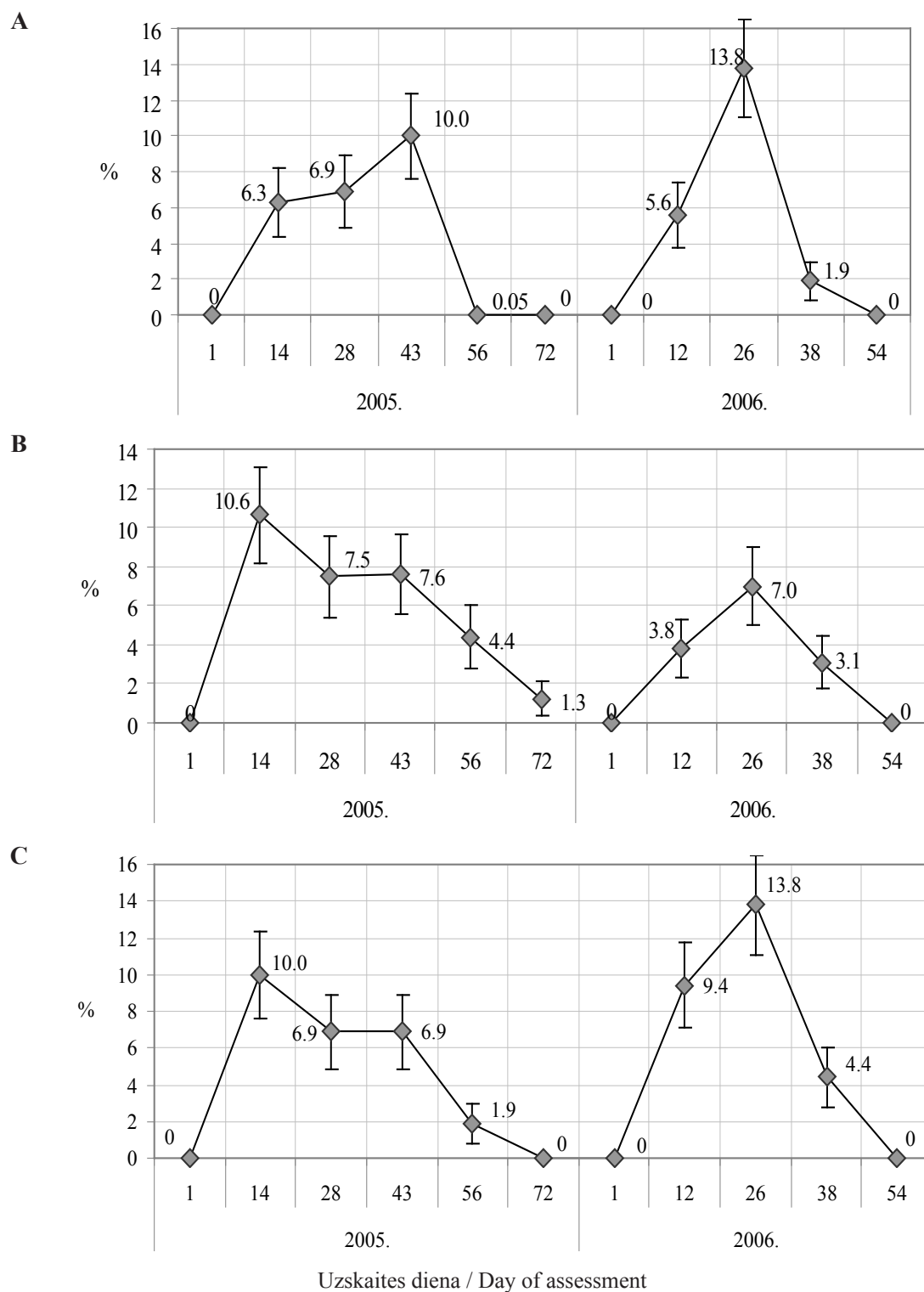
(12 dienās) tika invadēti 22.5% dzērveņu vertikālo dzinumu galotņu, kas bija par 19.4% vairāk nekā sākuma periodā, t.i., no 1. līdz 43. dienai. Veicot korelācijas analīzi, varēja secināt, ka dzērveņu dzinumu pangodiņa izdēto olu daudzums bija atkarīgs no nokrišņu daudzuma, bet matemātiski to pierādīt nevarēja ($F_{\text{fakt}}=1.069 < F_{0.05}=2.447$) – jo lielāks bija relatīvais gaisa mitrums, jo vairāk aizkavējās dzērveņu dzinumu pangodiņa mātītes lidošana un dēšana.

2006. gada veģetācijas sezonas sākumā, kad strauji palielinājās vidējā gaisa temperatūra, arī pangodiņa olu dēšana notika intensīvāk nekā 2005. gada veģetācijas sezonas sākumā, un maksimālais invadēto dzērveņu dzinumu daudzums (17.5%) tika konstatēts jau 12. dienā no dzērveņu vertikālo dzinumu izvirzīšanās sākuma. Nokrišņu daudzuma palielināšanās aizkavēja olu dēšanu, jo bija ierobežota dzērveņu dzinumu pangodiņa mātītes lidošanas aktivitāte, kas savukārt par 15% samazināja ar jauniem olu dējumiem invadēto dzērveņu dzinumu daudzumu ($N=160$). Bet no 26. līdz 38. dienai, kad nokrišņu daudzums un intensitāte lielu dzērveņu stādījumā samazinājās, ar pangodiņa olām invadēto dzinumu daudzums palielinājās par 3.8%. Pētījumu rezultāti liecināja, ka 2006. gadā otrās paaudzes imago mātīte olas sāka dēt 34 dienas ātrāk nekā 2005. gadā (3. att.).

Veicot korelācijas analīzi, tika konstatēts, ka 2006. gada veģetācijas sezonā dzērveņu

dzinumu pangodiņa mātītes olu dēšanu un dēšanas intensitāti būtiski ietekmēja minimālā gaisa temperatūra ($F_{\text{fakt}}=2.25 > F_{0.01}=1.94$). Paaugstinoties gaisa temperatūrai, palielinājās arī olu dēšanas intensitāte.

Dzērveņu dzinumu pangodiņa kāpurauguma stadiju analīzes rezultāti rādīja, ka 2005. gadā no veģetācijas sezonas 1. dienas līdz 14. dienai 6.3-10.6% dzērveņu vertikālo dzinumu bija invadēti ar dzērveņu dzinumu pangodiņa visām trijām kāpurauguma stadijām, no 14. līdz 28. dienai 2. un 3. kāpurauguma stadiju kāpuru attīstība bija samazinājusies par 3.1%, bet no 28. līdz 43. dienai to attīstība bija ielgusi. Pēc 43. dienas varēja novērot, ka maksimālās gaisa temperatūras ($F_{\text{fakt}}=1.96$ un $1.95 > F_{0.01}=1.94$) ietekmē kāpuru attīstība pakāpeniski sāka mazināties, jo trūka to attīstībai nepieciešamā augu lapu turgora. Toties ar 1. kāpurauguma stadijas kāpuriem invadēto dzinumu daudzums līdz veģetācijas sezonas 43. dienai palielinājās līdz 10.0%, jo dzērveņu vertikālo dzinumu galotnēs šajā laikā notika pakāpeniska kāpuru šķīšanās no sadētajām olām. Pēc 43. dienas 1. kāpurauguma stadijas kāpuru skaits strauji samazinājās, un 56. dienā bija invadēti tikai 0.1% dzērveņu vertikālo dzinumu (4. att.). Tā kā jauni olu dējumi analizētajos dzinumos netika konstatēti, tad arī jauna 1. kāpurauguma kāpuru šķīšanās vairs nevarēja notikt.



A – 1. kāpurauguma stadija B – 2. kāpurauguma stadija C – 3. kāpurauguma stadija
 A – 1st larval stage B – 2nd larval stage C – 3rd larval stage

4. att. *D. vaccinii* trīs kāpurauguma stadiju kāpuru attīstības intensitātes izmaiņas
 veģetācijas sezonā, %

Fig. 4. Changes in the intensity of the development of *D. vaccinii*
 1st-3rd-stage larvae in the vegetation season, %.

2005. gada veģetācijas sezonā 1. kāpurauguma stadijas kāpuru šķīlšanos un turpmāko attīstību lielogu dzērveņu stādījumā ($F_{\text{fakt}}=1.069 < F_{0.01}=1.94$) varēja ietekmēt jūlija un augusta 1. dekādes regulārie nokrišņi, kuri ļoti ātri arī iztvaikoja.

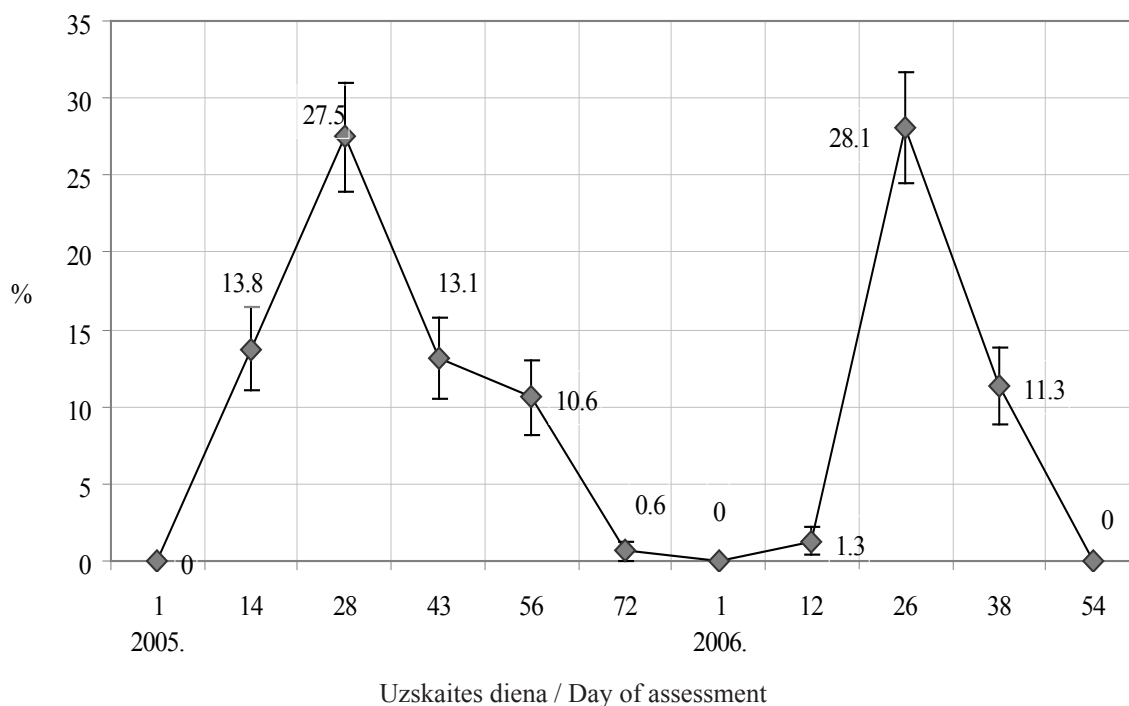
2006. gada veģetācijas sezonā dzērveņu stādījuma invadētība ar visu triju kāpurauguma stadiju kāpuriem vislielāko pakāpi sasniedza 26. dienā pēc dzērveņu vertikālo dzinumu izvēršanās, kad ar kāpuriem bija invadēti 7.0–13.8% dzērveņu vertikālo dzinumu galotņu. Turpmākajā veģetācijas sezonā varēja vērot, ka visu kāpurauguma stadiju kāpuru skaits analizētajās dzērveņu vertikālo dzinumu galotnēs pakāpeniski samazinājās – no 1.9 līdz 4.4%.

Veicot datu matemātisko apstrādi, tika konstatēts, ka 2006. gada veģetācijas sezonā 1. kāpurauguma stadijas kāpuru attīstību ietekmēja gan minimālā ($F_{\text{fakt}}=2.33 > F_{0.01}=1.94$), gan vidējā gaisa temperatūra ($F_{\text{fakt}}=2.05 > F_{0.01}=1.94$), bet 2. un 3. kāpurauguma stadiju kāpuru attīstību būtiski ($p < 0.05$; 0.01) ietekmēja gan minimālā ($F_{\text{fakt}}=2.67$; $2.90 > F_{0.05; 0.01}=2.447$; 1.94), gan maksimālā ($F_{\text{fakt}}=2.65$; $2.77 > F_{0.05; 0.01}=2.447$; 1.94), gan vidējā gaisa temperatūra ($\sim +20^\circ\text{C}$) ($F_{\text{fakt}}=2.65$; $2.77 > F_{0.05; 0.01}=2.447$; 1.94).

2005. gadā no veģetācijas sezonas 1. dienas līdz 14. dienai dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstība norisinājās ļoti strauji – imago mātīte intensīvi

dēja olas, bet izšķīlušies kāpuri paspēja nomainīt trīs kāpuraugumu kāpuru stadijas un iekūņoties. Dzērveņu dzinumu pangodiņa attīstību veģetācijas sezonas sākumā būtiski ietekmēja minimālās gaisa temperatūras samazināšanās un maksimālās gaisa temperatūras palielināšanās lielogu dzērveņu stādījumā. Šajās divās nedēļās bija paspējuši iekūņoties 13.8% 3. kāpurauguma stadijas kāpuru (5. att.). No 14. līdz 28. dienai 3. kāpurauguma stadijas kāpuru iekūņošanās intensitāte palielinājās par 13.7%, un 28. dienā dzērveņu vertikālajos dzinumos bija iekūņojušies jau 27.5% pangodiņa 3. kāpurauguma stadijas kāpuru. Savukārt no 28. līdz 72. dienai kāpuru iekūņošanās intensitāte pakāpeniski samazinājās, ko acīmredzot bija ietekmējusi iepriekšējo dzērveņu dzinumu pangodiņa populācijas stadiju (olu un 1.–3. kāpurauguma kāpuru) attīstības intensitāte, un 72. dienā bija atrodami vairs tikai 0.6% dzinumu, ko bija invadējuši iekūņojušies kāpuri.

2005. un 2006. gadā 3. kāpurauguma stadijas kāpuru iekūņošanās intensitāte norisinājās līdzīgi. Izņēmums bija 2006. gada veģetācijas sezonas sākums (1.–12. diena), kad iekūņojušies bija tikai 1.3% kāpuru, kas ir par 12.5% mazāk nekā tajā pašā laika intervālā 2005. gadā. Datu matemātiskajā apstrādē tika konstatēts, ka iekūņošanās intensitāti



5. att. *D. vaccinii* kūniņu veidošanās intensitāte veģetācijas sezonā, %.

Fig. 5. Intensity of *D. vaccinii* pupal development in the vegetation season, %.

šajā laikā bija ietekmējusi zemā minimālā gaisa temperatūra (īpaši naktīs) jūnija 1. un 2. dekādē.

2006. gadā no veģetācijas sezonas 12. dienas līdz 26. dienai iekūpošanās intensitātei bija tendence ($F_{\text{fakt}}=1.44 < F_{0.01}=1.94$) palielināties līdz ar gaisa temperatūras paaugstināšanos – dzinumu skaits, ko bija invadējuši iekūpojušies 3. kāpurauguma stadijas kāpuri, sasniedza 28.1%, kas bija gandrīz tikpat daudz, cik 2005. gada veģetācijas sezonas tajā pašā laika intervālā. Savukārt no 26. dienas līdz 54. dienai pangodiņa 3. kāpurauguma stadijas kāpuru iekūpošanās intensitāte dzērveņu vertikālajos dzinumos pakāpeniski samazinājās, un 54. dienā (no dzērveņu vertikālo dzinumu ataugšanas sākuma), veicot dzērveņu vertikālo dzinumu analīzi, neviena jauna dzērveņu dzinumu pangodiņa kūniņa vairs netika konstatēta (5. att.).

Korelācijas analīze liecināja, ka 2005. gadā 3. kāpurauguma stadijas kāpuru iekūpošanās intensitāti bija ietekmējusi maksimālā gaisa temperatūra ($F_{\text{fakt}}=1.99 > F_{0.01}=1.94$). Augstās gaisa temperatūras (augstāka par +30 °C) un zemā gaisa relatīvā mitruma dēļ augiem trūka kāpuru attīstībai nepieciešamā augu turgora. Bet 2006. gadā 3. kāpurauguma stadijas kāpuru iekūpošanās intensitāti bija ietekmējusi vidējā gaisa temperatūra ($F_{\text{fakt}}=1.54 < F_{0.01}=1.94$).

Apkopojot pētījumu rezultātus par dzērveņu dzinumu pangodiņa skaita dinamikas izmaiņām lielogu dzērveņu stādījumā, varēja secināt, ka dzērveņu dzinumu pangodiņa lidošanas un attīstības dinamiku veģetācijas sezonā ir iespējams prognozēt no brīža, kad sākas lielogu dzērveņu vertikālo dzinumu ataugšana, kas galvenokārt ir atkarīga no gaisa temperatūras un relatīvā mitruma stādījumā. Dzērveņu dzinumu pangodiņš nespēja attīstīties, jo meteoroloģisko apstākļu ietekmē bija aizkavēta lielogu dzērveņu attīstība, galvenokārt jauno dzinumu un lapu augšana, tāpēc nepieciešamais mitrums lielogu dzērveņu stādījumā veģetācijas sezonā tika nodrošināts ar laistīšanas sistēmas palīdzību.

Palielinoties gaisa temperatūrai veģetācijas sezonas sākumā, paātrinājās arī dzērveņu dzinumu pangodiņa populācijas izlidošana un attīstība. Visaugstākā invāzijas pakāpe ar dzērveņu dzinumu pangodiņu bija novērojama jūlija 1. un 2. dekādē, kad invadēta bija vairāk nekā puse dzērveņu vertikālo dzinumu galotņu (50–66.9%).

Dzērveņu dzinumu pangodiņa paaudžu skaits Latvijas, Īrijas (Prinča Edvarda salā) un Amerikas lielogu dzērveņu stādījumos ir līdzīgs. SIA „Lienama Alūksne” lielogu dzērveņu stādījumā veiktajos pētījumos par dzērveņu dzinumu pangodiņa skaita izmaiņām veģetācijas sezonā varēja novērot divas pangodiņa paaudzes: pirmo paaudzi – jūnija 2. un 3. dekādē, bet otro paaudzi – jūlija 3. dekādē un augusta 1. dekādē, kad dzērveņu vertikālajos dzinumos tika konstatēti jauni olu dējumi.

Literatūrā atrodami dati*, ka Amerikā, kur veģetācijas sezona lielogu dzērvenēm atsākas apmēram vienu līdz pusotru mēnesi ātrāk nekā Latvijā, pirmā dzērveņu dzinumu pangodiņa paaudze izlido no maija beigām līdz jūnija vidum, bet otrā paaudze – no jūlija sākuma līdz jūlija beigām, kas ir apmēram mēnesi ātrāk nekā Latvijā.

Dzērveņu dzinumu pangodiņa pirmās paaudzes 1. kāpuraugumašķīlšanos veģetācijas sezonassākumā ietekmēja minimālā gaisa temperatūra (zemāka par 0°C), bet vēlākā laika periodā – gan maksimālā gaisa temperatūra, gan arī nokrišņu daudzums un intensitāte, ko matemātiski nevarēja pierādīt. Dzērveņu dzinumu pangodiņa 2. un 3. kāpurauguma stadijas kāpuru attīstība un iekūpošanās intensitāte lielogu dzērvenēs bija atkarīga no maksimālās gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma veģetācijas sezonā.

Secinājumi

1. *D. vaccinii* visas attīstības stadijas (olas, 1.–3. kāpurauguma stadijas un kūniņas) ietekmēja gaisa temperatūra ($p < 0.01$) un nokrišņu daudzums veģetācijas sezonā. Paaugstinoties gaisa temperatūrai veģetācijas sezonas sākumā, paātrinājās arī pangodiņa attīstība. Turpretim temperatūras tālāka paaugstināšanās un gaisa relatīvā mitrumam pazemināšanās pangodiņa attīstību aizkavēja.
2. Vislielāko skaitu *D. vaccinii* sasniedza jūlija 1. un 2. dekādē, kad bija invadēta vairāk nekā puse dzērveņu vertikālo dzinumu galotņu (50–66.9%).
3. Latvijā varēja novērot divas *D. vaccinii* paaudzes: pirmo pangodiņa paaudzi – jūnija 2. un 3. dekādē, bet otro paaudzi – jūlija 3. dekādē un augusta 1. dekādē, kad dzērveņu vertikālajos dzinumos tika konstatēti jauni olu dējumi.

* Natural History of the American Cranberry: <http://www.umass.edu/cranberry/images/16month.htm> – Resurss aprakstīts 2010. gada 8. janvārī.

Literatūra

1. Apenīte, I. (2007) The cranberry tipworm *Dasineura vaccinii* (Smith, 1890) – the most harmful pest of cranberry plantations in Latvia. *Journal Of Acta Horticulturae Et Regiotecturae*, Vol. 10, 22–24.
2. Arhipova, I., Bāliņa, S. (2006) *Statistika ekonomikā un biznesā: risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel*. Rīga, Datorzinību centrs, 360 lpp.
3. Averill, A.L., Sylvia, M.M. (1998) *Cranberry insects of the Northeast*. Amherst, the University of Massachussets, 112 pp.
4. Caruso, F.L., Ramsdell, D.C. (1995) *Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases*. The American Phytopathological Society, 27–48.
5. Golf, E.S. (1893) Insects and diseases injurious to cranberries. The cranberry scald. *The University of Wisconsin Agr. Exp. Stn. Bull.*, No. 35, 16–17.
6. Lasota, J.A. (1988) Cranberry tipworm in Massachusetts – 1986 damage. *Cranberries*, No. 52(2), 3–11.
7. Liepa, I. (1974) *Biometrija*. Rīga, Zvaigzne, 335 lpp.
8. Ripa, A. (1996) *Amerikas lielogu dzērvene*. Rīga, Latvijas Zinību biedrība, 75 lpp.
9. Горленко, С.В., Буга, С.В. (1996) *Болезни и вредители клюквы крупноплодной*. Минск, Наука і тэхніка, 247 с.
10. Земкова, Р.И. (1980) *Вредители генеративных органов лиственных интродуцентов*. Киев, Наук Думка, 198 с.
11. *Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков*. (2005) Минск, Беларуская наука, 462 с.
12. *Определитель насекомых Европейской части СССР*. (1978) Том 3. Ред.: Г.С. Медведев. Ленинград, Наука, 583 с.
13. Родендорф, Б.Б. (1964) *Историческое развитие двукрылых насекомых*. Москва, Наука, 285 с.
14. Сидорович, Е.А., Кудинов, Б.А., Рубан, Н.Н., Горленко, С.В., Рупасов, Ж.А., Шапиро, Д.К., Шерстеникина, Ф.В. (1987) *Клюква крупноплодная в Белорусии*. Минск, Наука і техника, 238 с.

Reducing Sugar Content and Colour Intensity of Fried Latvian Potato Varieties

Reducējošo cukuru saturs un krāsas intensitāte ceptos Latvijas šķirņu kartupeļos

Irisa Murniece, Daina Karklina, Ruta Galoburda, Martins Sabovics

Department of Food Technology, LLU

LLU Pārtikas tehnoloģijas katedra

e-mail: irisamurniece@yahoo.com

Abstract: The Maillard reaction between amino acids and reducing sugars is responsible for the development of colour and taste of fried potato products. The aim of the research was to evaluate the reducing sugars content and subsequently colour intensity of five Latvian potato varieties prepared by common frying methods used in Latvia. The research was carried out on five potato varieties ('Lenora', 'Brasla', 'Imanta', 'Zīle', and 'Madara') in two potato harvesting years (2007 and 2008) divided into two seasons: before storage (in autumn), and after a six-month storage (in spring) at 5 ± 1 °C and relative air humidity of $80\pm 5\%$. Potatoes were prepared by roasting in oven (210 ± 5 °C), shallow frying (150 ± 5 °C), and deep-fat frying (180 ± 5 °C). Total reducing sugars, fructose and glucose content as well as the colour ($L^* a^* b^*$) of fried potatoes were analyzed. The amount of total reducing sugars differed per each type of cooking method and potato variety. Glucose and fructose content was higher in potatoes stored for longer time. After storage the highest amount of glucose was observed in the potato variety 'Zīle' (i.e. $0.808 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), whereas the highest amount of fructose was in 'Brasla' potatoes (i.e. $0.143 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). The effect of storage and heat treatment on the colour formation and amount of reducing sugars differed per each potato variety.

Key words: potatoes, storage, frying, reducing sugars, colour.

Introduction

Potato is one of the world's major agricultural crops. It is consumed daily by millions of people from diverse cultural backgrounds and it is already an integral part of the global food system (International ..., 2008). From potato (*Solanum tuberosum* L.) harvest to consumption there are many factors that cause changes in chemical composition and, as a consequence, in nutritional value. Changes mainly occur during storage and culinary process (Burton, van Es, Hartmans, 1992). Storing of potato tubers at a low temperature is desirable because it inhibits sprouting and reduces the loss due to storage rot (Burton, Wilson, 1978), but low-temperature storage of potatoes, however, leads to an accumulation of sugars by a process that is called "low-temperature sweetening" (Burton, 1989; Sowokinos, 1990) where rapid conversion of starch to reducing sugars occurs (Smith, 1975).

On average, potatoes contain 19.4% of carbohydrates, mainly starch, and some sucrose, fructose and glucose within the range of 13.3–30.53%

(Pavlista, Ojala, 1997; Smith, 1975). Reducing sugars such as fructose and glucose in reaction with α -amino groups form dark colour and give a bitter taste to fried potatoes (Davies, Viola, 1992). The increased content of reducing sugars can contribute to development of darker colour, sweeter taste and soft texture in a fried product probably due to the low content of starch and increased content of reducing sugars (Adams, 2004). Optimum content of reducing sugars in potatoes is 0.1%, and it should not exceed 0.33% (Davies, Viola, 1992).

One of the oldest and commonly used cooking methods is frying because of taste, aroma and colour of the product (Simac-Brnčić, Lelas et al., 2004). The colour of the food surface is the first quality parameter evaluated by consumers and is critical in the acceptance of the product, even before it enters the mouth (Scanlon, Roller et al., 1994). Fried potato colour is the result of Maillard, non-enzymatic browning reaction that depends on the superficial reducing sugars content, i.e. mainly glucose and

fructose, and the temperature as well as the frying period (Márquez, Añón, 1986) wherein heat and mass transfer phenomena take place during frying causing physicochemical changes which affect the colour of fried products (Krokida, Oreopolou et al., 2001; Pokorny, 1999).

The aim of the research was to evaluate reducing sugars content and subsequently colour intensity of five Latvian potato varieties prepared by common frying methods used in Latvia.

Materials and Methods

Potato tubers of five varieties (hereinafter in the text “potatoes”) – ‘Lenora’, ‘Brasla’, ‘Imanta’, ‘Madara’, and ‘Zīle’ – were bred, cultivated and stored at the State Priekuli Plant Breeding Institute. The size of the tubers was within the range of 4–6 cm, and average mass – 200 ± 15 g. The research was carried out over a period of three years, analysing the potato samples in the autumn of 2007 and 2008 after the harvest, and in the spring of 2008 and 2009 after storing the respective year’s harvest in a cellar at 5 ± 1 °C and relative humidity of $80 \pm 5\%$. The storage temperature was low therefore the potatoes before frying were stored for 1–2 weeks at the room temperature of 20 ± 3 °C to promote reconditioning of carbohydrates in potatoes, thus diminishing the content of reducing sugars in the potatoes.

The potatoes were prepared using three types of frying: in an oven (potato to oil ratio – 1:0.009, at 210 ± 5 °C), in a pan – in a small amount of oil (1:0.04, at 150 ± 5 °C), and in a deep-fat fryer – in a high amount of oil (1:4.9, at 175 ± 5 °C). For each frying method, the cutting or slicing methods were different: for shallow frying the potatoes were sliced into 0.7×1.0 and $3-4$ cm long strips; for deep fat frying – into 0.6×0.6 and $4-5$ cm long strips; and for baking in the oven the potatoes were cut horizontally into halves. Sunflower-seed oil “Floriol” was used for frying.

The potatoes were fried both before and after the storage, and afterwards were analysed for dry matter content by LVS ISO 6496:1999, for total reducing sugars and fructose (Somogyi, 1952), and for glucose content (Foreman, 2004).

The colour of potato samples was measured by “Color Tec-PCM” device (USA). For evaluation of the colour of uncooked potato samples, potato slices were cut shortly before measurement in order to avoid formation of melanin pigments in non-enzymatic browning reaction which can affect the accuracy of colour measurement. For evaluation of

the colour of fried potato samples, the product was homogenized, transferred to a Petri dish, and covered by a transparent PP film (“Forpus”), thickness of 25 µm, to avoid direct contact between the aperture of the measuring device and the product. The colour was measured at least in seven various locations of the sample in order to obtain higher accuracy after calculation of the mean value. For data analysis, “ColorSof QCW” software was used.

The colour was defined by three co-ordinates according to the CIE (*Commission Internationale de l’Eclairage*) lab system: L^* (lightness) – the vertical co-ordinate that runs from $L^*=0$ (black) through grey to $L^*=100$ (white); a^* (redness) – the horizontal co-ordinate that runs from $-a^*$ (green) through grey to $+a^*$ (red); and b^* (yellowness) – another horizontal co-ordinate that runs from $-b^*$ (blue) through grey to $+b^*$ (yellow) (Coulter, 2002). For evaluation of colour change, the total colour difference (TCD), ΔE^* , was calculated between measurements in fresh and fried samples (Serpen, Gökmen, 2009; Mafalda Quintas, Teresa Brandão, Cristiana Silva, 2007) according to equation (1):

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L^*_0)^2 + (a^* - a^*_0)^2 + (b^* - b^*_0)^2}, \quad (1)$$

where

L^*, a^*, b^* – value measured in an uncooked potato sample;

L^*_0, a^*_0, b^*_0 – value measured in a fried potato sample.

For mathematical data processing, the following tests and analyses were used: one-factor and two-factor dispersion analyses (ANOVA), Tukey’s test, correlation and regression analysis, as well as least squares method (Arhipova, Bāliņa, 2003).

To compare the obtained results of chemical analyses for non-fried and differently fried potatoes, recalculation was carried out from g 100 g⁻¹ of fresh weight (FW) per g 100 g⁻¹ of dry weight (DW). The results expressed per DW allow comparing changes in a particular compound between differently cooked potatoes, whereas FW was used to compare the results of our research with those published in the literature. The results represent the mean value and standard deviation from both harvest years of the potatoes. The proposed hypotheses were tested with the p-value method, and the factors were evaluated as substantial if $p\text{-value} < \alpha = 0.05$. It was assumed that $\alpha = 0.05$ at 95% confidence.

Results and Discussion

The content of reducing sugars, glucose, and fructose in raw potatoes

Before potato storage, in the analysed potato varieties the **total content of reducing sugars** in 100 g of DW is within the range of 0.25 g ('Zīle') to 3.27 g ('Lenora'), and after storage – 1.85 g ('Madara') – 3.89 g ('Zīle'). In the researched potato varieties the content of reducing sugars after storage has increased. In the analysed potato varieties, before storage, the **total content of reducing sugars** in 100 g of DW varied from 0.25 g ('Zīle') to 3.27 g ('Lenora'), but after storage it increased and varied from 1.85 g ('Madara') to 3.89 g ('Zīle'). Our results agree with the results obtained in other scientists' research on potatoes (Gichohi, Pritchard, 1995; Storey, Davies, 1992; Burton, 1989). The increase in the content of reducing sugars can be explained not only by the mutual influence between sugars and starch at low storage temperature, but also by physiological ageing of the potato tubers and the beginning of the sprouting process (Storey, Davies, 1992; Orr, Sacks, 1992; Hertog, Putz, Tijskens, 1997).

In the research, the total content of reducing sugars in potatoes after storage, in comparison to their content in potatoes analysed just after harvesting, had increased 1.78 times on average (Table 1).

The results obtained by data analysis indicate significant differences in the mean values of the content of reducing sugars in potatoes before and after the storage ($p=0.008$).

The high standard deviation can be explained by the substantial differences between the results obtained on researched potatoes in the harvest years 2007 and 2008.

The content of total reducing sugars in 100 g of FW varied: before storage – from 0.06 g ('Zīle') to 0.69 g ('Brasla'), and after storage – from 0.48 g ('Madara') to 0.90 g ('Zīle'). In the study of A. Kita (2002) on five varieties of potatoes grown in Poland and analyzed shortly after harvesting, the total reducing sugars content was from 0.012 g to 0.127 g 100 g⁻¹ of FW.

Significant differences were determined in the content of reducing sugars, which can have several explanations: in a potato tuber during its formation monosaccharides are deposited as a result of photosynthesis, and are further re-synthesized in polysaccharide – starch (Pritchard, Adam, 1994; Burton, van Es, Hartmans, 1992). The shorter the days during potato growing, the more sugars are

accumulated – passive re-synthesis of sugars into starch occurs (Beukema, Van der Zaag, 1979). V. Buono et al. have detected higher content of total reducing sugars in potatoes of several varieties grown in 2007 in the Southern Italy (Buono, Paradiso, Sero et al., 2009). Three potato varieties were used in the study, and the content of total reducing sugars was within the range of 0.465 g to 1.041 g 100 g⁻¹ of FW. It was mentioned that potatoes having the highest content of reducing sugars had the lowest content of starch. The above described interconnections allow drawing a conclusion that potatoes with a high content of starch and low content of reducing sugars are fully mature. It should be mentioned that in potatoes total reducing sugars are mainly formed by glucose and fructose (Haase, 2006), dominated by glucose.

The researched **glucose content** in 100 g of DW, before storage (in autumn), was within the range of 0.21–2.60 g, but after storage – 1.44–3.49 g. In autumn, glucose content in potatoes was lower than in spring after storing, and its content on average had increased 2.2 times (Table 2). The data obtained by statistical analysis also show significant differences in glucose content between the freshly harvested potatoes and those which were stored ($p=0.002$). The increase in glucose content in the stored potatoes can be explained by splitting of starch and sucrose into monomers during storage.

The glucose content in 100 g of FW of freshly harvested potatoes varied from 0.052 g ('Zīle') to 0.516 g ('Brasla'), and after storage – from 0.373 g ('Madara') to 0.808 g ('Zīle'). It is not possible to compare our data with the results of E. Finotti's et al. research (the glucose content in nine varieties of potatoes grown in Bologna area, Italy, was between 0.02 g and 0.34 g 100 g⁻¹ of FW), because the researchers give no sufficiently detailed information on the studied potatoes – it is only mentioned that the potatoes were stored at the temperature of 4 °C (Finotti, Bertone, Vivanti, 2006).

Fructose content in 100 g of DW of potatoes was within the range of 0.03 g ('Zīle') to 0.68 g ('Lenora'). In freshly harvested potatoes, the fructose content on average was 0.23 g, and after storage – 0.22 g (Table 3). Fructose is the second prevailing reducing sugar in potatoes, and it can be formed as a result of sucrose hydrolysis when potatoes are stored at low temperature (Burton, van Es, Hartmans, 1992). Significant differences in fructose content were observed by harvest years ($p=0.006$).

Table 1

The content of reducing sugars in potatoes before and after storage, g 100 g⁻¹ of DW

Potato variety	Before storage, average±SD	After storage, average±SD	The whole period, $x_{\min} - x_{\max}$
‘Zīle’	0.85±0.85	3.29±0.85	0.25–3.89
‘Brasla’	1.68±1.80	1.91±0.10	0.41–2.95
‘Madara’	1.34±0.39	2.54±0.97	1.07–3.23
‘Lenora’	2.76±0.72	3.21±0.79	2.25–3.77
‘Imanta’	0.88±0.47	2.86±0.42	0.55–3.15
Total	1.50	2.76	0.25–3.89

Table 2

The content of glucose in potatoes before and after storage, g 100 g⁻¹ of DW

Potato variety	Before storage, average±SD	After storage, average±SD	The whole period, $x_{\min} - x_{\max}$
‘Zīle’	0.78±0.80	2.99±0.70	0.21–3.49
‘Brasla’	1.27±1.33	1.61±0.15	0.33–2.21
‘Madara’	1.09±0.42	2.28±1.18	0.79–3.11
‘Lenora’	2.31±0.41	2.86±0.40	2.03–3.14
‘Imanta’	0.71±0.37	2.56±0.55	0.45–2.95
Total	1.23	2.74	0.21–3.49

Table 3

The content of fructose in potatoes before and after storage, g 100 g⁻¹ of DW

Potato variety	Before storage, average±SD	After storage, average±SD	The whole period, $x_{\min} - x_{\max}$
‘Zīle’	0.07±0.05	0.21±0.21	0.03–0.49
‘Brasla’	0.27±0.26	0.24±0.24	0.08–0.53
‘Madara’	0.22±0.00	0.15±0.15	0.11–0.32
‘Lenora’	0.45±0.33	0.39±0.39	0.09–0.68
‘Imanta’	0.14±0.14	0.12±0.12	0.04–0.39
Total	0.23	0.22	0.03–0.68

The content of reducing sugars in fried potatoes depending on storage and type of frying

It was determined that **total reducing sugars** in 100 g of FW of fried potatoes depending on the type of frying varied: in roasted potatoes – from 0.18±0.00 g (‘Zīle’, autumn 2008) to 1.29±0.01 g of FW (‘Lenora’, spring 2008, after storage); in shallow fried potatoes – from 0.12±0.00 g (‘Zīle’, autumn 2008) to 1.10±0.01 g of FW (‘Lenora’, spring 2008); and in deep-fat fried potatoes – from 0.14±0.00 g (‘Brasla’, autumn 2008) to 1.32±0.00 g of FW (‘Zīle’, autumn 2008).

The total content of reducing sugars in 100 g of DW was: in roasted potatoes – from 0.49 g (‘Zīle’, spring 2008, after storage) to 3.75 g (‘Zīle’, autumn 2008, before storage); in shallow fried potatoes – from 0.30 g (‘Zīle’) to 3.95 g (‘Lenora’); and in deep-fat fried potatoes – from 0.22 g (‘Brasla’) to 2.90 g (‘Zīle’) (Table 4). In spring, after storing the potatoes, the content of reducing sugars in roasted potatoes was higher than in the potatoes roasted in autumn.

Also after the statistical processing of data, the obtained results indicated substantial differences in reducing sugar content in the researched

Table 4

The content of reducing sugars in fried potatoes, g 100 g⁻¹ of DW

Type of treatment	Potato variety	Before storage, average±SD	After storage, average±SD	Before and after storage, $\bar{x}_{\min}-\bar{x}_{\max}$
Roasted	‘Zīle’	1.20±0.04	2.92±0.04	0.49–3.75
	‘Brasla’	1.59±0.03	2.04±0.01	0.58–2.61
	‘Madara’	1.65±0.02	3.12±0.11	1.19–3.58
	‘Lenora’	3.28±0.02	3.43±0.04	2.91–3.71
	‘Imanta’	1.86±0.10	2.56±0.04	1.33–3.05
	Total	1.92	2.81	0.49–3.75
Shallow fried	‘Zīle’	0.85±0.06	2.49±0.13	0.30–3.07
	‘Brasla’	1.31±0.04	1.62±0.08	0.41–2.21
	‘Madara’	1.30±0.03	1.53±0.06	0.86–2.20
	‘Lenora’	2.14±0.01	3.48±0.10	1.64–3.95
	‘Imanta’	0.95±0.03	2.08±0.10	0.43–2.20
	Total	1.31	2.24	0.30–3.95
Deep-fat fried	‘Zīle’	0.67±0.02	1.71±0.01	0.32–2.90
	‘Brasla’	0.94±0.02	0.97±0.05	0.22–1.65
	‘Madara’	0.81±0.01	1.08±0.03	0.60–1.20
	‘Lenora’	1.47±0.02	2.22±0.07	1.44–2.38
	‘Imanta’	0.76±0.04	1.88±0.12	0.56–2.75
	Total	0.93	1.57	0.22–2.90

Table 5

Significance level of the reducing sugar content in fried potatoes by type of cooking

Roasted	Variety	‘Zīle’	‘Brasla’	‘Madara’	‘Lenora’	‘Imanta’	p=0.052
	Year	1st harvesting year			2nd harvesting year		p=0.712
	Period	a* Before storage			b* After storage		p=0.025
Shallow fried	Variety	a ‘Zīle’	a ‘Brasla’	a ‘Madara’	b ‘Lenora’	ab ‘Imanta’	p=0.013
	Year	1st harvesting year			2nd harvesting year		p=0.551
	Period	a Before storage			b After storage		p=0.027
Deep-fat fried	Variety	‘Zīle’	‘Brasla’	‘Madara’	‘Lenora’	‘Imanta’	p=0.094
	Year	1st harvesting year			2nd harvesting year		p=0.074
	Period	a Before storage			b After storage		p=0.020

* – values, marked with the same letter, are not significantly different ($p > \alpha_{0.05}$).

varieties ($p < 0.001$) and by the types of frying ($p < 0.001$). Evaluating the content of reducing sugars in fried potatoes by the types of treatment (**Table 5**), the reducing sugars content in roasted potatoes differed substantially from that of freshly harvested

and stored potatoes ($p = 0.025$), in shallow fried potatoes – also between freshly harvested and stored potatoes ($p = 0.027$) and among the researched varieties ($p = 0.013$), and in deep-fat fried potatoes – among freshly harvested and stored potatoes ($p = 0.020$).

Table 6

The content of glucose in fried potatoes, g 100 g⁻¹ of DW

Type of treatment	Potato variety	Before storage, average±SD	After storage, average±SD	Before and after storage, $\bar{x}_{\min}-\bar{x}_{\max}$
Roasted	‘Zīle’	1.09±0.03	2.42±0.05	0.43–3.16
	‘Brasla’	1.34±0.18	1.49±0.02	0.49–2.19
	‘Madara’	1.20±0.07	2.63±0.27	0.98–3.31
	‘Lenora’	2.83±0.05	2.81±0.15	2.55–3.10
	‘Imanta’	1.40±0.08	2.13±0.05	0.77–2.69
	Total	1.57	2.29	0.43–3.31
Shallow fried	‘Zīle’	0.68±0.03	2.18±0.07	0.26–2.65
	‘Brasla’	1.06±0.06	1.33±0.03	0.28–1.84
	‘Madara’	1.14±0.03	1.34±0.01	0.66–2.01
	‘Lenora’	1.81±0.05	2.85±0.13	1.53–3.02
	‘Imanta’	0.71±0.02	1.84±0.06	0.26–1.86
	Total	1.08	1.91	0.26–3.02
Deep-fat fried	‘Zīle’	0.53±0.02	1.37±0.06	0.29–2.35
	‘Brasla’	0.77±0.02	0.74±0.02	0.17–1.36
	‘Madara’	0.63±0.02	0.85±0.03	0.52–0.89
	‘Lenora’	1.27±0.02	1.81±0.16	1.18–1.97
	‘Imanta’	0.51±0.04	1.52±0.02	0.28–2.14
	Total	0.74	1.26	0.17–2.35

During the frying process, with the increase of environment temperature, different chemical changes take place, and one of these changes is the Maillard reaction (Dale, Mackay, 1994; Burton, van Es, Hartmans, 1992).

It was determined that **glucose content** in 100 g of fried potatoes depending on the type of frying varied: in roasted potatoes – from 0.16±0.01 g (‘Zīle’, autumn 2008) to 1.04±0.13 g (‘Madara’, spring 2009); in shallow fried potatoes – from 0.11±0.01 g (‘Zīle’, autumn 2008) to 0.90±0.03 g (‘Zīle’, spring 2008); and in deep-fat fried potatoes – from 0.11±0.00 g (‘Brasla’, autumn 2008) to 1.07±0.04 g (‘Zīle’, spring 2008).

When glucose content was recalculated to 100 g of dry weight, the average results of the two-year study varied: in roasted potatoes – from 0.43 g (‘Zīle’) to 3.31 g (‘Madara’); in shallow fried potatoes – from 0.26 g (‘Zīle’ and ‘Madara’) to 3.02 g (‘Madara’); and in deep-fat fried potatoes – from 0.17 g (‘Brasla’) to 2.35 g (‘Zīle’) (Table 6).

The results obtained after analysis of the research data indicated a significant difference in the content of glucose (the same as in the content of total reducing sugars) among the varieties used in the

research ($p=0.003$), as well as among the types of heat treatment ($p<0.001$). Evaluation of the content of glucose by types of treatment (Table 7) showed significant differences between shallow fried potatoes – freshly harvested fried potatoes and those fried in spring after storage ($p=0.008$).

Fructose is the second prevailing reducing sugar in potatoes (Burton, van Es, Hartmans, 1992). **Fructose content** in the researched fried potatoes in 100 g of product is the following: the lowest content is observed in potatoes of variety ‘Zīle’ fired by any researched type of frying in autumn 2009. The lowest **fructose content** in 100 g of the researched fried potatoes was observed in potatoes of variety ‘Zīle’ fired by any researched type of frying in autumn of the year 2009. In roasted potatoes the fructose content varied from 0.018±0.002 g to 0.213±0.047 g (‘Imanta’, spring 2008); in shallow fried potatoes – from 0.016±0.001 g to 0.193±0.016 g (‘Lenora’, spring 2008); and in deep-fat fried potatoes – from 0.022±0.005 g to 0.259±0.013 g (‘Zīle’, spring 2008).

In the dry weight of roasted potatoes, fructose content varied from 0.05 g (‘Zīle’) to 0.63 g 100 g⁻¹ of DW (‘Madara’ and ‘Lenora’); in shallow

Table 7

Significance level of the glucose content in fried potatoes by type of cooking

	Variety	‘Zīle’	‘Brasla’	‘Madara’	‘Lenora’	‘Imanta’	p=0.169
Roasted	Year	1st harvesting year			2nd harvesting year		p=0.784
	Period	Before storage			After storage		p=0.053
	Variety	‘Zīle’	‘Brasla’	‘Madara’	‘Lenora’	‘Imanta’	p=0.090
Shallow fried	Year	1st harvesting year			2nd harvesting year		p=0.765
	Period	a* Before storage			b* After storage		p=0.008
	Variety	‘Zīle’	‘Brasla’	‘Madara’	‘Lenora’	‘Imanta’	p=0.327
Deep-fat fried	Year	1st harvesting year			2nd harvesting year		p=0.093
	Period	Before storage			After storage		p=0.064

* – values, marked with the same letter, are not significantly different ($p > \alpha_{0.05}$).

Table 8

The content of fructose in fried potatoes, g 100 g⁻¹ of DW

Type of treatment	Potato variety	Before storage, average±SD	After storage, average±SD	Before and after storage, $x_{\min} - x_{\max}$
Roasted	‘Zīle’	0.10±0.01	0.50±0.05	0.05–0.58
	‘Brasla’	0.21±0.03	0.49±0.02	0.08–0.55
	‘Madara’	0.43±0.03	0.40±0.04	0.24–0.63
	‘Lenora’	0.49±0.04	0.54±0.04	0.36–0.63
	‘Imanta’	0.45±0.04	0.43±0.06	0.37–0.52
	Total	0.34	0.47	0.05–0.63
Shallow fried	‘Zīle’	0.15±0.02	0.31±0.04	0.04–0.42
	‘Brasla’	0.22±0.01	0.30±0.03	0.11–0.39
	‘Madara’	0.15±0.03	0.23±0.02	0.11–0.24
	‘Lenora’	0.32±0.02	0.50±0.03	0.11–0.70
	‘Imanta’	0.23±0.03	0.30±0.04	0.17–0.34
	Total	0.22	0.33	0.04–0.70
Deep-fat fried	‘Zīle’	0.11±0.02	0.35±0.02	0.04–0.57
	‘Brasla’	0.17±0.01	0.21±0.03	0.05–0.36
	‘Madara’	0.18±0.02	0.22±0.02	0.09–0.27
	‘Lenora’	0.18±0.01	0.30±0.05	0.11–0.50
	‘Imanta’	0.24±0.03	0.33±0.01	0.15–0.51
	Total	0.17	0.28	0.04–0.57

fried potatoes – from 0.04 g (‘Zīle’) to 0.70 g 100 g⁻¹ of DW (‘Lenora’); and in deep-fat fried potatoes similarly to shallow fried potatoes – from 0.04 g (‘Zīle’, before storage) to 0.57 g (‘Zīle’, after storage) (Table 8).

The differences in fructose content in fried potatoes, comparing freshly harvested fried potatoes with those fried after storage, were significant among the types of treatment ($p=0.002$): in roasted

Table 9

Significance level of the fructose content in fried potatoes by type of cooking

	Variety	'Zīle'	'Brasla'	'Madara'	'Lenora'	'Imanta'	p=0.413
Roasted	Year	a* 1st harvesting year			b* 2nd harvesting year		p=0.011
	Period	Before storage			After storage		p=0.080
Shallow fried	Variety	'Zīle'	'Brasla'	'Madara'	'Lenora'	'Imanta'	p=0.166
	Year	a 1st harvesting year			b 2nd harvesting year		p=0.008
	Period	Before storage			After storage		p=0.086
Deep-fat fried	Variety	'Zīle'	'Brasla'	'Madara'	'Lenora'	'Imanta'	p=0.927
	Year	a 1st harvesting year			b 2nd harvesting year		p=0.000
	Period	Before storage			After storage		p=0.156

* – values, marked with the same letter, are not significantly different ($p > \alpha_{0.05}$).

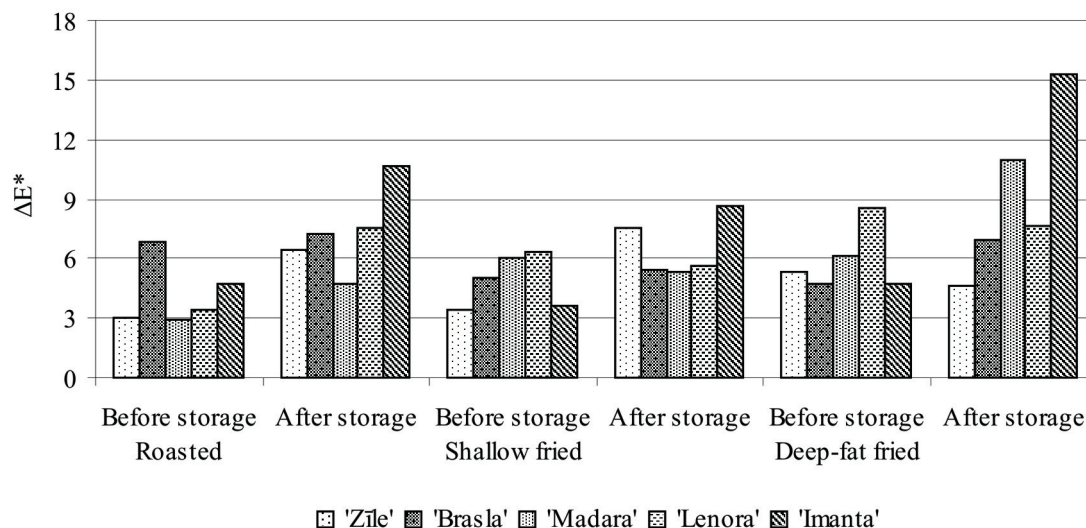


Fig. 1. The total colour difference, ΔE^* , in five fried potato varieties per type of heat treatment.

potatoes $p=0.011$, in shallow-fried potatoes – $p=0.008$, and in deep-fried potatoes – $p<0.001$ (Table 9).

The colour of fried potatoes in the CIE $L^*a^*b^*$ system

The colour is one of factors showing intensity of the Maillard reaction (Mestdagh, Wilde et al., 2008; Gökmen, Akbudak et al., 2007; Pedreschi, Moyano et al., 2005). A. Serpen and V. Gökmen (2009) have established moderate correlation ($r=0.787$) between total colour difference and acrylamide content, which allows using colour value for acrylamide content

prediction. Darker colour of fried starch-based products indicates a higher content of acrylamide. The fried potatoes of the variety 'Imanta' (Fig. 1) had a pronounced difference in total colour intensity (ΔE^*), which indicates the likelihood of a higher content of acrylamide in this particular variety. Total colour difference in potatoes of variety 'Imanta' was significantly different from other potato varieties.

In shallow fried potatoes, the less pronounced colour intensity difference was observed in potatoes of variety 'Lenora', whereas in deep-fat fried potatoes – in 'Imanta' potatoes, which indicates that crust colour of these potatoes was darker compared

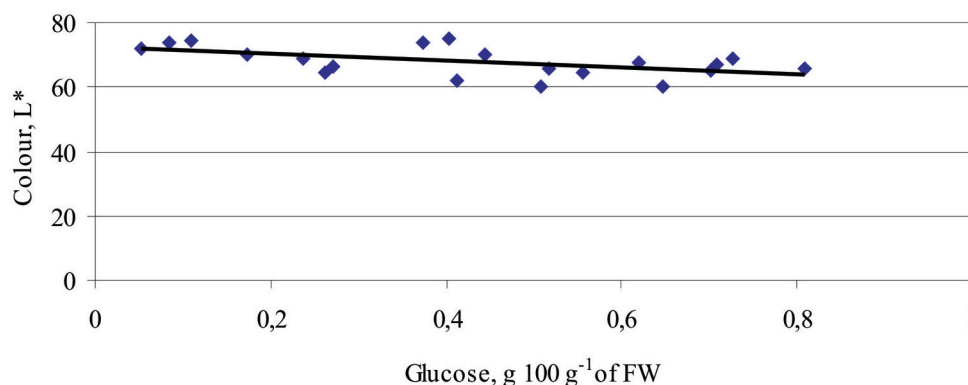


Fig. 2. The correlation between glucose content of fresh potatoes and colour intensity in shallow fried potatoes.

to potatoes of other varieties and that most intensive colour was found in potatoes that were fried after storage. A significant total colour difference was found in potatoes which were roasted before and after storage ($p=0.034$) whereas no significant colour differences were found in shallow fried and deep-fat fried potatoes.

In potatoes the main reducing sugar is glucose therefore it mainly influences the intensity of the colour of fried potatoes. In our research, a medium-close linear correlation ($r=-0.529$) was found between the glucose content of raw (uncooked) potatoes and the colour parameter L^* of shallow fried potatoes (Fig. 2). The correlation coefficient indicates that the colour parameter L^* tends to decrease slightly (the crust of the shallow fried potatoes tends to be darker) in shallow fried potatoes if the initial glucose content in uncooked potatoes is higher.

The statistical analysis showed significant ΔE^* differences in the colour of fried potatoes if frying freshly harvested or stored potatoes. It can be explained by the increase of reducing sugars content when potatoes are stored at low temperature and afterwards fried, which gives darker colour due to Maillard reaction.

Conclusions

The research demonstrated significant changes in the content of reducing sugars ($p=0.008$), glucose ($p=0.002$), fructose ($p=0.006$), and sucrose ($p=0.007$) of potatoes after storage. Significant differences in the total reducing sugar content were determined in shallow fried potato variety 'Lenora' compared to 'Zile', 'Brasla', and 'Madara' potatoes.

The content of reducing sugars changed in the frying process and differed by the type of treatment: in

autumn it increased by 28% in roasted potatoes (prior and after the storage $p=0.025$), decreased by 12.6% in shallow fried potatoes (by variety $p=0.013$; prior and after the storage $p=0.027$), and decreased by 38% in deep-fat fried potatoes (before and after the storage $p=0.020$); but in spring it increased by 2% in roasted potatoes, decreased by 19% in shallow fried potatoes, and decreased by 43% in deep-fat fried potatoes.

A medium close linear correlation was found between glucose content of uncooked potatoes and the colour parameter L^* of shallow fried potatoes ($r=-0.529$).

References

1. Adams, J.B. (2004) Raw materials quality and the texture of processed vegetables. *Texture in Foods*. Vol. 2: Solid Foods. Ed. D. Kilcast. Cambridge, Woodhead Publ. Ltd, 342–363.
2. Arhipova, I., Bāliņa, S. (2003) *Statistika ekonomikā. Risinājumi ar SSPS un Microsoft Excel*. Mācību līdzeklis. Rīga, Datorzinību centrs, 352 lpp.
3. Beukema, H.P., van der Zaag, D.E. (1979) *Potato improvement, some factors and facts*. International agricultural centre, Wageningen, the Netherlands, 250 pp.
4. Buono, V., Paradiso, A., Sero, F., Gonnella, M., Gara, L., Santamaria, P. (2009) Tuber quality and nutritional components of „early” potato subjected to chemical haulm desiccation. *Journal of Food Composition and Analysis*, No. 22, 556–562.
5. Burton, W.G. (1989) *The Potato*. 3rd ed. New York, Longman Scientific & Technical, 286–522.

6. Burton, W.G., van Es, A., Hartmans, K.J. (1992) The physics and physiology of storage. *The Potato Crop*. London, Chapman and Hall, 608–727.
7. Burton, W.G., Wilson, A.R., (1978) The sugar content and sprout growth of tubers of potato cultivar Record, grown in different localities, when stored at 10, 2 and 20 °C. *Potato Research*, No. 21, 145–162.
8. Coultate, T. P. (2002) Food: the chemistry of its components. Cambridge, UK, RSC Paperbacks, 213–217.
9. Dale, M.F.B., Mackay, G.R. (1994) Inheritance of table and processing quality. *Potato Genetics*. Wallingford, CAB International, 285–307.
10. Davies, H. V., Viola, R. (1992) Regulation of sugar accumulation in stored potato tubers. *Postharvest News Inf.*, No. 3, Issue 5, 97–100.
11. Finotti, E., Bertone, A., Vivanti, V. (2006) Balance between nutrients and anti-nutrients in nine Italian potato cultivars. *Food Chemistry*, No. 99, 698–701.
12. Foreman, D., Gaylor, L., Evans, E., Trella, C. (2004) A modification of the Roe procedure for determination of fructose in tissues with increased specificity. *Analytical Biochemistry*, Vol. 56 (2), 584–590.
13. Gichohi, E.G., Pritchard, M.K. (1995) Storage temperature and maleic hydrazide effects on sprouting, sugars and fry color of ‘Shepody’ potatoes. *American Potato Journal*, No. 72, 737–747.
14. Gökmen, V., Akbudak, B., Serpen, A., Acar, J., Turan, Z.M., Eriş, A. (2007) Effects of controlled atmosphere storage and low-dose irradiation on potato tuber components affecting acrylamide and color formations upon frying. *European Food Research and Technology*, No. 224, 681–687.
15. Haase, N.U. (2006) The formation of acrylamide in potato products. Eds K. Skog, J. Alexander. *Acrylamide and Other Hazardous Compounds in Heat-treated Foods*. Cambridge, England, Woodhead publishing limited, 41–59.
16. Hertog, M.L.A.T.M., Putz, B., Tijskens, L.M.M. (1997) The effect of harvest time on the accumulation of reducing sugars during storage of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) tubers: experimental data described, using a physiological based mathematical model. *Potato Research*, No. 40, 69–78.
17. *International Year of Potato 2008. New lights on a hidden treasure*. (2008) An end-of-year review. Food and Agriculture Organisation of the United Nation, Rome, 148 pp.
18. Kita, A. (2002) The influence of potato Chemical composition on crisp texture. *Food Chemistry*, No. 76, 173–179.
19. Krokida, M.K., Oreopolou, V., Maroulis, Z.B., Marinos-Kouris, D. (2001) Colour changes during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*, No. 49, 219–225.
20. Mafalda, A.C. Quintas, Teresa, R.S. Brandão, Cristiana, L.M. Silva (2007) Modelling colour changes during the caramelisation reaction. *Journal of Food Engineering*, No. 83, 483–491.
21. Márquez, G., Añón, M. C. (1986) Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. *Journal of Food Science*, Vol. 51, Issue 1, 157–160.
22. Mestdagh, F., Wilde, T.D., Castelein, P., Nemeth, O., Peteghem, C.V., Meulenaer, B.D. (2008) Impact of the reducing sugars on the relationship between acrylamide and Maillard browning in French fries. *European Food Research and Technology*, No. 227, 69–76.
23. Orr, P.H., Sacks, J.M. (1992) Chipping responses of stored potatoes after handling. *Transaction of the ASAE (USA)*, No. 35, vol.3, 967–968.
24. Pavlista, A.D., Ojala, J.C. (1997) Potatoes: chip and French fries processing. *Processing Vegetables: Science and Technology*. Eds D.S. Smith, J.N. Cash, W.K. Nip, Y.H. Hui. USA, Technomic Publishing Company, 237–284.
25. Pedreschi, F., Moyano, P., Kaack, K., Granby, K. (2005) Color changes and acrylamide formation in fried potato slices. *Food Research International*, No. 38, 1–9.
26. Pokorný, J. (1999) Changes of nutrients at frying temperatures. *Frying of Food*. Eds D. Boskou, I. Elmadfa. Lancaster, Technomic Publishing, 75–76.
27. Pritchard, M.K., Adam, L.R. (1994) Relationships between fry color and sugar concentration in stored ‘Russet Burbank’ and ‘Shepody’ potatoes. *American Potato Journal*, No. 71, 59–68.
28. Scanlon, M.G., Roller, R., Mazza, G., Pritchard, M.K. (1994) Computerized video image analysis to quantify colour of potato chips. *American Potato Journal*, No. 71, 717–733.
29. Serpen, A., Gökmen, V. (2009) Evaluation of Maillard reaction in potato crisps by

- acrylamide, antioxidant capacity and color. *Journal of Food Composition and Analysis*, No. 22, 589–595.
30. Simac-Brnčić, S., Lelas, V., Rade, D., Šimundić, B. (2004) Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*, No. 64, 237–241.
31. Smith, O. (1975) Potato chips. *Potato processing*. Eds W.F. Talburt, O. Smith. Westport, CT, The Avi Publishing Company, Inc., 305–402.
32. Somogyi, M. (1952) Notes on sugar determination. *Journal of Biology and Chemistry*, Vol. 195, 19–23.
33. Sowokinos, J.S. (1990) Stress-induced alteration in carbohydrate metabolism. *The Molecular and Cellular Biology of the Potato*. Eds M. E. Vayda, W. D. Park. Wallingford, CAB International, 137–158.
34. Storey, R.M.J., Davies, H.V. (1992) Tuber quality. *The Potato Crop*. London, Chapman and Hall, 507–568.

Acknowledgments

This research was supported by the ESF grant (contract JD35) and Latvian State Research Program No. 08-VP-9-9 in agrobiotechnology.

Anotācija

Ceptu kartupeļu krāsu un garšu ietekmē Maijāra reakcijas norise starp reducējošiem cukuriem un aminoskābēm. Pētījuma mērķis bija noteikt reducējošo cukuru saturu un ietekmi uz krāsas intensitāti piecu Latvijas šķirņu kartupeļos, kurus pagatavoja, izmantojot tradicionālos cepšanas veidus. Pētījumam izmantoja 'Lenora', 'Brasla', 'Imanta', 'Zīle' un 'Madara' šķirņu kartupeļus, un to veica divos ražas gados (2007. un 2008. gadā) pirms un pēc kartupeļu uzglabāšanas. Kartupeļus uzglabāja sešus mēnešus 5 ± 1 °C temperatūrā ar relatīvo gaisa mitrumu $80 \pm 5\%$ un pēc tam cepa cepeškrāsnī (210 ± 5 °C), uz pannas (150 ± 5 °C) un fritūrā (180 ± 5 °C). Svaigos un ceptos kartupeļos noteica kopējo reducējošo cukuru daudzumu, fruktozes un glikozes saturu, kā arī krāsu ($L^* a^* b^*$). Reducējošo cukuru saturs bija atšķirīgs gan pa apstrādes veidiem, gan arī pa šķirnēm. Glikozes un fruktozes saturs augstāks bija uzglabātajos kartupeļos. Augstākais glikozes saturs pēc uzglabāšanas bija šķirnes 'Zīle' kartupeļos ($0.808 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), bet augstākais fruktozes saturs – šķirnes 'Brasla' kartupeļos ($0.143 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). Krāsas intensitāte un reducējošo cukuru saturs atkarībā no uzglabāšanas un termiskās apstrādes veida atšķīrās pa kartupeļu šķirnēm.

Latvijas šķirnes zirgu izcelšanās pārbaude pēc 17 mikrosatelītu praimeriem Parentage Determination by 17 Microsatellite Markers of Latvian Warmblood Horse

Agnese Viļuma, Daina Jonkus

LLU Agrobiotehnoloģijas institūts

Institute of Agrobiotechnology, LLU

e-mail: Daina.Jonkus@llu.lv

Abstract. The aim of the research was to determine whether the genetic resource – foal of Latvian warmblood horse – is the true descendant of alleged parents by using 17 microsatellite primers' method, and to consider if this method is appropriate for routine parentage testing and identification in genetic resources of Latvian warmblood horse. DNA was extracted from collected blood samples and amplified by PCR method. Horses' genotypes in 17 microsatellite loci (VHL20, HTG4, AHT4, HMS7, HTG6, HMS6, HTG7, HMS3, AHT5, ASB2, HTG10, HMS2, ASB23, ASB17, LEX3, HMS1, and CA425) were determined by analyzing the received electropherogram data with PeakScanner v.1.0 software. The diversity range of alleles was calculated as 7 alleles per locus. The diversity of alleles in these 17 loci varied from 5 alleles (HTG4, HTG7) to 11 alleles (ASB17). Exclusion probabilities calculated as 97.2%, 99.8% and 94.5%, depending on parentage testing case, confirmed the usefulness of this method for routine parentage testing and identification of Latvian warmblood horse.

Key words: genetic resource horse, parentage testing, microsatellites.

Ievads

Šobrīd viena no aktuālākajām tendencēm pasaulē ir dabas bioloģiskās daudzveidības saglabāšana. Turklāt tas tiek attiecināts ne tikai uz savvaļas dzīvnieku sugām, bet arī uz lauksaimniecības dzīvniekiem kā daudzpusīgas ģenētiskās informācijas nesējiem. Tāpēc FAO (Pārtikas un lauksaimniecības organizācija) ir izstrādājusi atbalsta programmas, kas paredz pēc iespējas dažādāku vietējo populāciju saglabāšanu (Protecting animal ..., 2009).

Latvijas zirgkopības lepnums – Latvijas zirgu šķirne – ir daļa no pasaules ģenētiskās daudzveidības un līdz ar to ir īpaši saglabājama. Jāņem vērā, ka svarīga ir šķirnes piemērotība mūsu klimata apstākļiem, universālais tips, daudzpusīgās izmantošanas iespējas, izturība, labdabība, spēcīgā kaulu uzbūve, labas barības izmantošanas spējas, auglība un ilgmūžība (Latvijas šķirnes ..., 2004).

Lai nodrošinātu nekļūdīgu un tālredzīgu selekcijas procesu, tā kontrolei daudzās pasaules valstīs tiek lietotas ģenētiskās metodes, ar kuru palīdzību nosaka un reģistrē katra ciltsgrāmatā iekļautā dzīvnieka

ģenotipu, kas savukārt palīdz identificēt dzīvniekus un noteikt paternitāti, lai novērstu cilvēku iespējamās kļūdas un ļaunprātīgu rīcību.

Lai arī Latvijā šobrīd zirgu identitāti un paternitāti ar ģenētiskajām metodēm nenosaka, pasaulē tās ir pazīstamas jau kopš pagājušā gadsimta beigām. Jaunās tehnoloģijas mūsdienās sniedz iespēju izmantot DNS mikrosatelītu priekšrocības ģenētisko testu veikšanā, kas šobrīd ir viena no perspektīvākajām un vieglāk standartizējamām metodēm.

DNS mikrosatelītus veido ļoti īsu sekvenču (līdz 13 bāzu pāru) tandēmi (viens otram sekojoši) atkārtojumi (Watson, Baker et al., 2008).

DNS mikrosatelīti pieder kodominantajai DNS marķieru klasei un iedzimst pēc Mendeļa likumiem. Tie ir vienmērīgi izplatīti pa visu eikariotu šūnu kodola genomu un ir izteikti polimorfi. Mikrosatelītu iedzimšanas mehānisms, nododot tos no vienas paaudzes nākamajai, ir ļoti vienkāršs un stabils, un to neietekmē neviens cits faktors kā tikai iedzimtība. Katram mikrosatelītu lokusam ir raksturīgas dažādas alēles (lokusa DNS sekvenču alternatīvas formas).

Kumeļš vienu alēli manto no tēva un otru no mātes. Niecīgo izmēru dēļ mikrosatelīti ir viegli amplificējami ar PCR (polimerāzes ķēdes reakcija) metodēm un līdz ar to ir viegli izmantojami un precīzi palīgi ģenētiskās informācijas noteikšanas un analizēšanas procesā (Georgescu, Vatasescu et al., 2007).

Īpaši zirgkopībai piemēroti mikrosatelīti pirmo reizi aprakstīti 1992.–1994. gadā. Pētījumus veica divas pētnieku grupas: viena – zinātnieka Ellegrena vadībā (1992. g.), otra – zinātnieka Marklunda vadībā (1994. g.). Šiem zinātniekiem pirmajiem izdevās izolēt dinukleotīdu (CA)_n atkārtojumu kopumu un pierādīt, ka arī zirgiem ir raksturīgs izteikts mikrosatelītu polimorfisms (Seyedaabadi, Amirina et al., 2006).

Mūsu pētījuma mērķis: noskaidrot mikrosatelītu praimeru metodes piemērotību ģenētisko resursu programmā iekļauto Latvijas šķirnes zirgu paternitātes un identitātes noteikšanai.

Materiāls un metodes

Latvijas šķirnes ģenētisko resursu zirgu ģimeņu (bērns – tēvs – māte) asins paraugus ievāca speciālos, EDTA (etilēndiamīna tetra acetāta) buferšķīdumu saturēšos vakutaineros. Kopā pētījumā bija iesaistīti

A gadījumā:

$$P = 1 - 2 \sum_{i=1}^n p_i^2 + \sum_{i=1}^n p_i^3 + 2 \sum_{i=1}^n p_i^4 - 3 \sum_{i=1}^n p_i^5 - 2 \left(\sum_{i=1}^n p_i^2 \right)^2 + 3 \sum_{i=1}^n p_i^2 \sum_{i=1}^n p_i^3$$

B gadījumā:

$$P = 1 + 4 \sum_{i=1}^n p_i^4 - 4 \sum_{i=1}^n p_i^5 - 3 \sum_{i=1}^n p_i^6 - 8 \left(\sum_{i=1}^n p_i^2 \right)^2 + 8 \left(\sum_{i=1}^n p_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n p_i^3 \right) + 2 \left(\sum_{i=1}^n p_i^3 \right)^2$$

C gadījumā:

$$P = 1 - 4 \sum_{i=1}^n p_i^2 + 2 \left(\sum_{i=1}^n p_i^2 \right)^2 + 4 \sum_{i=1}^n p_i^3 - 3 \sum_{i=1}^n p_i^4$$

26 zirgi, randomi izvēlēti no dzīvnieku novietnēm Latvijas teritorijā. DNS izdalīšanu veica LLU Lauksaimniecības fakultātes Molekulārās ģenētikas pētījumu laboratorijā, izmantojot firmas „Fermentas” (Lietuva) komerciālo reaģentu komplektu pēc ražotāja norādījumiem.

Amplificēšanai izmantoja „StockMarks® Applied Biosystems” komerciālo reaģentu komplektu ar 17 mikrosatelītu luminiscentajiem praimeriem. Šis komplekts papildus tradicionālajiem 12 lokusiem (VHL20, HTG4, AHT4, HMS7, HTG6, HMS6, HTG7, HMS3, AHT5, ASB2, HTG10, HMS2) satur 5 papildu lokusus – ASB 17, LEX3, HMS1, CA425 un ASB23. Katram lokusam ir paredzēts praimeru pāris, kur viens no praimeriem iezīmēts ar fluoriscējošu krāsvielu. Reaģentu komplektā tika

izmantotas 4 praimeru fluoriscentās iezīmes – 6-FAM (zila), VIC (zaļa), NED (dzeltēna) un PET (sarkana). Papildus izmantoja LIZ (oranža) iezīmi izmēru standarta noteikšanai.

Amplificētos mikrosatelītus nosūtīja uz Latvijas Valsts mežzinātnes institūta „Silava” laboratoriju sekvenēšanai. Saņemtos datus analizēja ar programmu „PeakScanner v1.0”. Pēc iegūtajām elektroferogrammām noteica pētāmo zirgu genotipus un alēļu daudzveidību.

Paternitātes noteikšanas metodes lietderības pamatā ir varbūtība, ar kuru iespējams izslēgt nepatieso radnieku, izmantojot konkrēto metodi. Galvenokārt nākas saskarties ar trīs gadījumiem:

A) zināmi abu vecāku genotipi un jāizslēdz viens no vecākiem;

B) zināmi abu vecāku genotipi un jāizslēdz abi vecāki;

C) zināms viena vecāka un pēcnācēja genotips un jāizslēdz to radniecība.

Izslēgšanas varbūtību rēķināja, balstoties uz lokusu individuālajām un kopējām alēļu frekvencēm pēc ISAG (Starptautiskā dzīvnieku ģenētikas komiteja) rekomendētajām formulām (Jamieson, 1997):

kur

p_i – alēļu frekvence.

Savukārt alēļu frekvences katram lokusam aprēķināja pēc formulas:

$$p_i = \frac{n_i}{N},$$

kur

n_i – konkrētās alēles atkārtojumu skaits;

N – kopējais alēļu skaits lokusā.

Aprēķinu rezultātā ieguva skaitli (parasti izteikts procentos), kas rāda, kāda ir nepatiesa vecāka iespējamā izslēgšanas varbūtība, izmantojot šo metodi.

Rezultāti un diskusija

Rezultātu analīze veikta, balstoties uz iegūtajiem elektroferogrammu datiem (1. att.). Visus 17 mikrosatelītu lokusus sagrupēja četrās grupās atbilstoši praimeru krāsvielām: 1. grupa – zilās krāsas lokusi, 2. grupa – zaļās krāsas lokusi, 3. grupa – dzeltenās krāsas lokusi, 4. grupa – sarkanās krāsas lokusi. Uz vertikālās ass var nolasīt katras alēles fluoriscentā signāla spēcīgumu, ko izsaka relatīvās fluoriscences vienībās, bet uz horizontālās ass nolasāmi alēļu lielumi bāzu pāros (bp) (Horse, cattle ..., 2007).

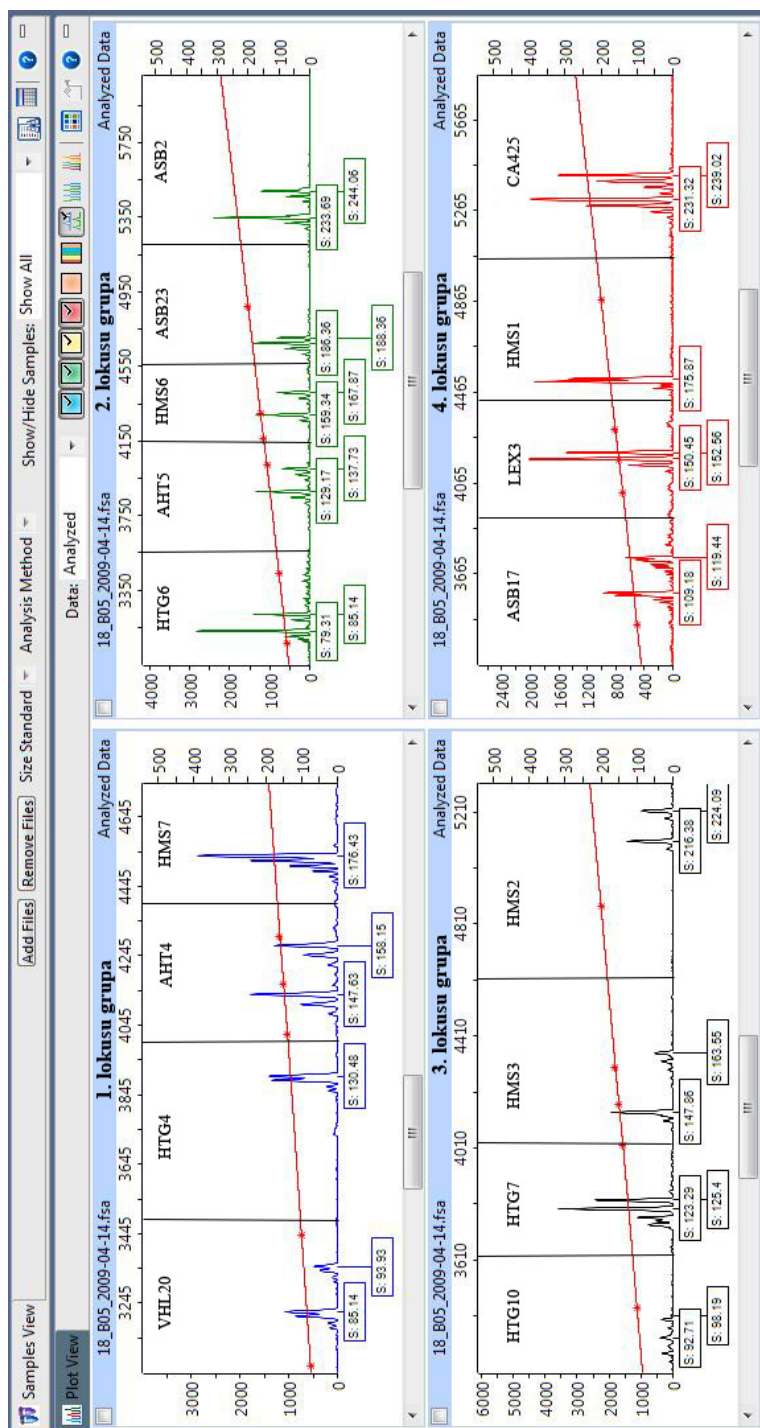
Analizēto ģenētisko resursu programmā iekļauto zirgu genotipos vidējā alēļu daudzveidība bija

7 alēļu veidi lokusā. Mikrosatelītu mainība Latvijas šķirnes zirgu pētāmajā grupā variēja no 5 dažādiem mikrosatelītiem HTG4 un HTG7 lokusā līdz 11 dažādiem mikrosatelītiem ASB17 lokusā. No iegūtajiem datiem secinājām, ka piemērotākie lokusi paternitātes noteikšanai pēc alēļu daudzveidības kritērija varētu būt ASB2, HTG10, HMS3, ASB17, LEX3 un CA425 (alēļu skaits lielāks par vidējo vērtību). Būtisks kritērijs ir arī alēļu atkārtotāšanās biežums katrā lokusā – jo vienmērīgāks tas ir, jo piemērotāks šāds lokuss ir paternitātes noteikšanai. Pēc šī faktora piemērotākie lokusi bija HTG10, HMS2 un LEX3. Dažiem lokusiem ar augstu polimorfisma pakāpi (HTG6,

1. tabula / Table 1

Alēļu variantu daudzveidības salīdzinājums dažādām zirgu šķirnēm
Comparison of the diversity of alleles of different horse breeds

Lokuss / Locus	Latvijas zirgu šķirne / Latvian warmblood horse	Žemaitukai / Zemaitukai	Smagā tipa Žemaitukai / Heavy type Zemaitukai	Lietuvas smagais braucamzirgs / Lithuanian heavy draught	Tīrasiņu jājamzirgs, Koreja / Thoroughbred horse, Korea	Malopolski, Polija / Malopolski, Poland	Bilgoraj, Polija / Bilgoraj, Poland	Hucul, Slovākija / Hucul, Slovak Republic	Lusitano, Portugāle / Lusitano, Portugal	Sorraia, Portugāle / Sorraia, Portugal	Garrano, Portugāle / Garrano, Portugal
VHL20	6	6	8	8	5	7	6	9	10	5	10
HTG4	5	6	5	5	5	5	4	5	7	4	6
AHT4	6	5	8	7	5	6	7	7	–	–	–
HMS7	7	3	6	6	6	7	4	6	8	3	7
HTG6	7	6	5	5	–	6	6	6	–	–	–
AHT5	7	6	7	8	5	6	8	7	–	–	–
HMS6	7	4	5	6	6	5	8	7	–	–	–
ASB23	7	6	6	8	6	–	–	–	–	–	–
ASB2	9	6	6	7	8	10	7	9	11	5	9
HTG10	9	5	7	8	8	8	6	9	9	2	9
HTG7	5	4	3	4	–	4	5	4	–	–	–
HMS3	8	5	7	6	7	7	6	7	8	2	8
HMS2	6	6	5	7	–	7	4	5	–	–	–
ASB17	11	8	9	9	9	–	–	–	–	–	–
LEX3	7	6	6	9	8	–	–	–	–	–	–
HMS1	7	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–
CA425	8	–	–	–	7	–	–	–	–	–	–
Vidēji / Average	7.18	5.47	6.20	6.87	6.29	6.50	5.92	6.75	8.83	3.50	8.17



1. att. Kumeļa Adele mikrosatelītu alēļu lielumi programmā PeakScanner.

Šī kumeļa mikrosatelītu genotips ir heterozigots pēc diviem 1. grupas lokusiem (VHL20 un AHT4), pēc visiem 2. un 3. grupas lokusiem un pēc trīs 4. grupas lokusiem (ASB17, LEX3 un CA425), savukārt homozigots tikai pēc diviem 1. grupas lokusiem (HTG4) un viena 4. grupas lokusa (HMS1).

Fig. 1. Sizes of microsatellite alleles of foal Adele in PeakScanner software.

The foal's genotype shown in this figure is heterozygous by two loci in group 1 (VHL20 and AHT4), by all loci in groups 2 and 3, and by three loci in group 4 (ASB17, LEX3, and CA425), whereas homozygous only by two loci in group 1 (HTG4) and one locus in group 4 (HMS1).

HMS3, CA425) pētījumā novēroja raksturīgu negatīvu iezīmi – pārsvarā dominēja divi alēļu veidi ar biežu atkārtotošanos, bet pārējās alēles bija sastopamas tikai retos gadījumos. Iespējams, ka pētāmās grupas paplašināšanas gadījumā situācija varētu mainīties.

Tā kā šāda veida pētījums Latvijas šķirnes zirgiem tika veikts pirmo reizi, labākais veids, kā izvērtēt alēļu daudzveidības rādītājus, bija iegūto rezultātu salīdzināšana ar citu zirgu šķirņu rādītājiem (1. tabula). Salīdzināšanai izmantojām literatūrā pieejamos datus, kas raksturo trīs Lietuvas zirgu šķirnes – Žemaišus, smagā tipa Žemaišus un Lietuvas braucamzirkus (Juras, Cothran, 2004), kā arī Korejas Tīrasiņu jājamzirkus (Lee, Cho, 2006), Polijas Malopolski un Bilgoraj zirkus (Zabek, Nogaj et al., 2005), Slovākijas Hucul zirkus (Trandžik, Židek et al., 2007) un Portugāles Lusitano, Sorraia un Garrano zirkus (Luis, Cothran, Oom, 2002).

Salīdzinot ar Lietuvas, Korejas Tīrasiņu jājamzirkus un Polijas un Slovākijas zirgu šķirnēm, Latvijas šķirnes zirgu pētāmajai grupai bija raksturīga lielāka alēļu vidējā daudzveidība. Portugāles zirgu šķirnēm Lusitano un Garrano vidējais alēļu skaits bija lielāks, ko, iespējams, varētu skaidrot ar to, ka Portugālē veiktajā pētījumā mērķtiecīgi tika izvēlēti 6 lokusi, kuri šīm šķirnēm sastopami ar visaugstāko polimorfisma pakāpi.

Tāpat kā Latvijas šķirnes zirgu pētāmajai grupai, arī pārējo šķirņu populācijām lokusam ASB17 bija visaugstākā daudzveidība. Pēc literatūras datiem Hucul, Lusitano un Garano šķirnēm arī zilās krāsas lokusam VHL20 bija augsta polimorfisma pakāpe (9-10 alēles), taču Latvijas šķirnes zirgu pētāmajai grupai šādu tendenci nenovērojām.

Aprēķinot nepatiesā radnieka izslēgšanas varbūtību, noskaidrojām, ka visaugstākā izslēgšanas varbūtība bija abu vecāku izslēgšanas gadījumā – 99.8%. Ar izslēgšanas rādītājiem

2. tabula / Table 2

Paternitātes noteikšanas piemērs
Example of parentage determination

Lokuss / Locus	Māte / Mother		Kumeļš / Foal		Tēvs I / Father I		Tēvs II / Father II	
	I alēle / Allele I	II alēle / Allele II	I alēle / Allele I	II alēle / Allele II	I alēle / Allele I	II alēle / Allele II	I alēle / Allele I	II alēle / Allele II
VHL20	I*	O	I	N	H	N*	M	M
HTG4	L	M*	M	M	K	M*	M*	M
AHT4	J	K*	I	K	I*	I	H	O
HMS7	L*	O	L	N	N*	N	J	L
HTG6	J	P*	P	P	O	P*	O	P*
AHT5	I	O*	O	O	L	O*	K	K
HMS6	L	P*	P	P	P*	Q	N	P*
ASB23	K*	L	K	K	K*	S	L	S
ASB2	M*	O	M	N	N*	P	M	Q
HTG10	I	L*	K	L	H	K*	L	O
HTG7	M*	O	M	O	O*	O	N	O*
HMS3	P	P*	P	P	P*	S	P*	P
HMS2	L	M*	L	M	L*	L	L*	R
ASB17	M	M*	M	R	R*	R	M	M
LEX3	H	K*	I	K	I*	H	F	M
HMS1	J	J*	I	J	I*	M	K	M
CA425	N	O*	J	O	J*	O	N	N
Slēdziens / Conclusion					Pozitīvs / Positive		Negatīvs / Negative	

* Vecāku alēles, kas atbilst kumeļa genotipā esošajām alēlēm. / Alleles of parents, which correspond to alleles in the foal's genotype.

apstiprinājās pieņēmums, ka precīzāka viena vecāka izslēgšana iespējama tādā gadījumā, ja zināmi abu vecāku genotipi (97.2%). Taču arī viena vecāka izslēgšana, nezinot otra vecāka genotipu, bija ar pietiekami augstu varbūtību (94.5%), lai varētu izdarīt korektu slēdzienu.

Vislabākie izslēgšanas varbūtības rādītāji bija zaļās grupas lokusam ASB2 (65.1%), dzeltenās grupas lokusiem HTG10 (64.8%) un HMS2 (61.5%) un sarkanās grupas lokusiem ASB17 (67.6%) un LEX3 (67.4%). Savukārt vissliktākie izslēgšanas varbūtības rādītāji šajā pētījumā bija zilās grupas lokusiem VHL20, HTG4, AHT4 un HMS7 (43.0–56.8%).

Katram lokusam ir individuāli starptautiski noteikti alēļu alfabētiskie nosaukumi (Haeringen, Goor et al., 1998), kas vienkāršo alēļu noteikšanu un ļauj veikt dažādu šķirņu savstarpēju ģenētiskās daudzveidības salīdzināšanu. No lokusa noteiktas vidus alēles M, kas ir individuāla katram lokusam, uz abām pusēm alfabētiskā secībā tiek nosauktas pārējās alēles ar 2 bp soli (Trandžik, Židek et al., 2007). Pamatojoties uz šiem alēļu nosaukumiem, tiek veidoti cilvēkiem saprotami zirgu genotipu raksturojumi. Ar šāda veida analizēm zirgu audzētāju asociācijas varētu veiksmīgi kontrolēt zirgu audzētāju sniegtās informācijas patiesumu. Savukārt audzētājiem tā palīdzētu atrisināt gadījumus, kad ķēve tikusi lecināta ar vairākiem vaisliniekiem un nav 100% drošas informācijas par kumeļa īsto tēvu. Turklāt katra zirga unikālais genotips var kalpot par identitāti apstiprinošu faktoru (papildus jau ierastajam zirga pazīmēm) un būtu ievietojams zirga pasē. Metodes pielietojuma detalizētākai izpratnei 2. tabulā apskatīts gadījums, kurā jānosaka, kurš no diviem iespējamiem tēviem ir kumeļa īstais bioloģiskais tēvs. Pirmā vaislinieka (tabulā – Tēvs I) un kumeļa genotipā atrodamas identiskas alēles visos 17 lokusos, tātad šis vaislinieks ir kumeļa tēvs. Savukārt otra vaislinieka (tabulā – Tēvs II) genotipā atrodamas tikai 6 kumeļam raksturīgās alēles, līdz ar to šī vaislinieka iespējamā paternitāte ir pilnībā izslēgta.

Lai ekonomētu finansiālos līdzekļus, darbu un laiku, nav nepieciešams visiem zirgiem veikt genotipēšanu tieši pēc 17 mikrosatelītu lokusiem. Piemēram, Francijas jājamzirgu vaislinieka genotipa kartē ir iekļauta ģenētiskā informācija, kas sastāv no 12 mikrosatelītu lokusiem (Labogena, 2004), bet Portugāles zirgu šķirņu (Sorraia, Gorrano, Lusitano) ģenētiskai raksturošanai izvēlēti 6 lokusi ar augstāko polimorfisma pakāpi (Luis, Cothran, Oom, 2002).

Attiecīgi arī Latvijas zirgu šķirnei būtu jāveic pētījumi ar lielāku paraugkopu un jānoskaidro šai populācijai vispiemērotākie lokusi paternitātes un identitātes noteikšanai.

Secinājumi

Pēc iegūtajiem elektroferogrammu datiem ir iespējams apstiprināt vai izslēgt gan paternitātes, gan maternitātes gadījumus.

Piemērotākie lokusi paternitātes noteikšanai pēc alēļu daudzveidības kritērija Latvijas zirgu šķirnē bija ASB2, HTG10, HMS3, ASB17, LEX3 un CA425.

Gadījumos, kad izslēgšanas procesā nebija zināms otra vecāka genotips, izslēgšanas varbūtība samazinājās par 2.7%.

Aprēķinātās izslēgšanas varbūtības (94.5–99.8%) apstiprināja šīs metodes lietderību Latvijas zirgu šķirnes paternitātes un identitātes noteikšanai.

Literatūra

1. Georgescu, S.E., Vatasescu, R.A., Rebedea, M., Dinischiotu, A., Costache, M. (2007) Molecular genetics approaches in farm animals in Romania. *Biotechnology in Animal Husbandry*, No. 23(5-6), 11–18.
2. Haeringen, W. A., Goor, L. H. P., Hout, N., Lenstra, J. A., Haerigen, H. A. (1998) Polymorphic horse microsatellite locus: VHL150. *Animal Genetics*, No. 29 (6), p. 464.
3. *Horse, Cattle and Dog Genotyping Kits Protocol*. (2007) Applied Biosystems, StockMarks, 72 pp.
4. Jamieson, A. (1997) Exclusion probability in parentage tests: http://www.isag.org.uk/Docs/Exclusion_probability.pdf – Resurss aprakstīts 2009. gada 9. septembrī.
5. Juras, R., Cothran, E. G. (2004) Microsatellites in Lithuanian native horse breeds: usefulness of parentage testing. *Biologia*, No. 4, 6–9.
6. Labogena. (2004) Genetic analysis laboratory for animal species: http://genomics.aquaculture-europe.org/fileadmin/Aquafunc/doc/Aquagenome_Workshop/21_labogena.pdf – Resurss aprakstīts 2009. gada 9. septembrī.
7. Latvijas šķirnes zirgu braucamā tipa ciltsdarba programma 2004.–2009. gadam. (2004) *Ciltsdarba normatīvie dokumenti*. 4. sējums. Latvijas Republikas Zemkopības Ministrija, 127–137.
8. Lee, S. Y., Cho, G. J. (2006) Parentage testing of Thoroughbred horse in Korea using microsatellite

- DNA typing. *Journal of Veterinary Science*, No. 7, 63–67.
9. Luis, C., Cothran, E., Oom, M.M. (2002) Microsatellites in Portuguese autochthonous horse breeds: usefulness of parentage testing. *Genetics of Molecular Biology*, No. 25, 131–134.
 10. Protecting animal genetic diversity for food and agriculture. Time for action: <http://www.fao.org/ag/magazine/pdf/angr.pdf> – Resurss aprakstīts 2009. gada 9. septembrī.
 11. Seyedaabadi, H., Amirina, C., Banabazi, M.H., Emrani, H. (2006) Verification of Iran Caspian horse using microsatellites markers. *Iranian Journal of Biotechnology*, Vol. 4, No. 4, 260–264.
 - Trandžik, J., Židek, R., Jakabova, D., Buleca, J., Massanyi, P., Haško, M., Kozlik, P. (2007) Genetic diversity of Hucul horse, based on microsatellite data in Slovak Republik: [http://www.raumberg-gumpenstein.at\(4w_2007_dagene_trandzik.pdf\)](http://www.raumberg-gumpenstein.at(4w_2007_dagene_trandzik.pdf)) – Resurss aprakstīts 2009. gada 9. septembrī.
 12. Zabek, T., Nogaj, A., Radlko, A., Nogaj, J., Slota, E. (2005) Genetic variation of Polish endangered Bilgoraj horses and two common horse breeds in microsatellite loci. *Journal of Applied Genetics*, No. 46, 299–305.
 13. Watson, J.D., Baker, T.A., Bell, S.P., Gann, A., Levine, M., Losick, R. (2008) *Molecular biology of the gene 6th edition*. New York, CSHL Press, 143 pp.

Slaucamo govju vispārējās veselības vērtējums pēcdzemdību periodā saistībā ar reproduktīvās sistēmas mikrofloru

Evaluation of the General Health of Dairy Cows in Post-parturition Period with Relevance to Microflora of the Cow's Reproductive System

Ilga Šematoviča, Aleksandrs Jemeljanovs

LLU Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskais institūts „Sigra”
Research Institute of Biotechnology and Veterinary Medicine “Sigra”, LLU
e-mail: sigra@lis.lv

Māra Pilmane

Rīgas Stradiņa universitātes Anatomijas un Antropoloģijas institūts
Institute of Anatomy and Anthropology, Riga Stradins University
e-mail: pilmane@latnet.lv

Abstract. Hematological and biochemical analyses of blood as well as bacteriological investigations of uterine lumen and milk were performed for 38 dairy cows in the first and fourth week after parturition. Clinical examination demonstrated that general health of all cows was satisfactory, but laboratory analysis showed serious deviance from the norm. Cows with pathological performance of uterine involution had higher body temperature and total white blood cell count than the cows with physiological performance of uterine involution ($p < 0.05$). In all investigated cows, the content of total protein, albumin, Ca, P and Mg in blood serum was lower than the norm ($p < 0.01$), but the level of LDH was elevated ($p < 0.01$). Bacteriological contamination of uterus was observed in 44.4% of cows in the first week after parturition, but in the fourth week – in 31.4% of cows. No microflora in the cow's milk was detected in 11.1% of cows in the first week after parturition, but in the fourth week – in 31.5% of cows. A positive correlation was found among anaerobic microflora of uterine lumen and milk ($r = 0.31$, $p < 0.05$). Microbiological examination showed no significant differences among cows with physiological and pathological uterine involution. The research suggests that biochemical analysis of blood can be used to evaluate cow's metabolic processes and provision of nutrients but not as a prognostic parameter for post-parturition pathologies. Deficiency of Ca, P, Mg and protein seems to be one of reasons why the cow's organism is not capable of eliminating microbial contamination from the reproductive system in the post-parturition period.

Key words: microflora, post-parturition, endometritis, cows.

Ievads

Sakarā ar piena ražošanas intensifikāciju daudzās modernās saimniecībās tiek mainīti līdz šim ierastie govju turēšanas un ēdināšanas pamatprincipi. Slaucamās govīs tiek turētas nepiesietas un netiek laistas ganībās, tās atrodas novietnē neatkarīgi no gadalaika un tiek mehanizēti barotas ar smalcinātiem barības līdzekļu maisījumiem, tādēļ ir grūti savlaicīgi pamanīt izmaiņas katras konkrētas govis veselībā un uzvedībā. Līdz ar to arvien aktuālāks kļūst jautājums par labvēlīga pēcdzemdību perioda norisi slaucamām govīm, kas ir izšķirošs faktors optimālas reproduktīvās

sistēmas veselības, kā arī maksimālas slaucamo govju produktivitātes nodrošināšanā nākamajās laktācijās.

Līdz šim pēcdzemdību perioda gaitas vērtēšanā par kritērijiem lietoti tādi parametri kā dzemdes involūcijas laiks (Dzenīte, Jonins, 1989), olnīcu cikliskas darbības atsākšanās (Kask, Gustafsson et al., 1999; Sheldon, Noakes et al., 2002), dzemdes kakla pilnīgas aizvēršanās laiks (Dzenīte, Jonins, 1989; Skuja, Antāne, 2008) un endometrija epitēlija šūnu pilnīga reģenerācija (Емельянова, 1974), kā arī pēti dzimumhormonu un to metabolītu līmenis asinīs pēcdzemdību periodā (Dohmen, Joop et al.,

2000; Kornmatitsuk, 2002). Liela nozīme sekmīga pēcdzemdību perioda norisē ir dzimumsistēmas mikrobiālās kontaminācijas novēršanai, kā arī organisma imūnsistēmas spējai radušos kontamināciju eliminēt jeb iznīcināt (Kask, Gustafsson et al., 1999; Herath, Lilly et al., 2009).

Daudzi autori govīm pēcatnešanās periodā novērojuši intensīvu endometrija infiltrāciju ar iekaisuma šūnām un ievērojamu mikroorganismu spektra klātbūtni dzemdes dobumā. Plaši sastopama ir anaerobā (*Bacteroides spp.*, *Actinomyces pyogenes* un *Fusobacterium necrophorum*) un fakultatīvi anaerobā mikroflora (*Streptococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp.* un *Proteus vulgaris*) (Bekana, 1996; Kask, Kindahl, Gustafsson, 1998; Kask, Gustafsson et al., 1999). Dzemdes dobumā pēcatnešanās periodā bieži tiek konstatētas dažādu mikroorganismu asociācijas: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Micrococcus spp.* un *Hafnia alvei*, vai arī *Staphylococcus spp.*, *Bacillus spp.*, *Proteus vulgaris* (Javed, Khan, 1991; Skuja, Antāne, 2008), *Actinomyces pyogenes*, *Bacteroides spp.* un *Fusobacterium necrophorum* (Bekana, 1996).

Daži autori secinājuši, ka veselas govju organisms ir spējīgs cīnīties ar dzemdību procesā radušos dzimumceļu mikrobiālo kontamināciju, kas vidēji var ilgt četras nedēļas pēc atnešanās (Heuwieser, 2007). Ir arī autori, kas pilnīgu mikrobu elimināciju no govju dzemdes dobuma konstatējuši divu līdz trīs (Bondurant, 1999) vai pat sešu nedēļu laikā (Kask, Gustafsson et al., 1999) pēc dzemdībām. Tas ir iemesls, kādēļ slaucamo govju asinīs pēc atnešanās tiek novērota neitrofilija, limfopēnija un monocitoze (Kornmatitsuk, 2002; Meglia, 2004; Kim, Na, Yang, 2005), turklāt to govju asinīs, kurām attīstās endometrits, polimorfonukleāro leukocītu daudzums un aktivitāte pirmajās piecās dienās pēc atnešanās ir lielāka nekā veselajām govīm (Kask, Gustafsson et al., 1999; Hammon, Evjen et al., 2006). Savukārt tām govīm, kurām četras nedēļas pēc dzemdībām konstatēts endometrits, leukocītu aktivitāte ir mazāka un arī to fagocitārā funkcija ir samazināta (Chassagne, Barnouin, Chacornac, 1998; Kim, Na, Yang, 2005), kas liecina par imūnsistēmas nozīmi saistībā ar endometritu gadījumiem pēcdzemdību periodā.

Optimāli slaucamo govju vielmaiņas procesi ir svarīgi, lai pēcdzemdību periodā nerastos endometrits (Kim, Kang, 2003), tādēļ daudzi pētījumi vēltīti asins bioķīmisko rādītāju dinamikai fizioloģiska pēcdzemdību perioda gaitā un pēcdzemdību perioda patoloģiju (piena trieka, piespiedu gulēšana,

aknu taukainā deģenerācija) gadījumos (Antāne, Bērziņa u.c., 2000; Liepa, Krūmiņa, 2004; Meglia, 2004). Novērots, ka klīniski veselām govīm ar sabalansētu barības devu trīs dienas pirms atnešanās asins bioķīmiskie rādītāji izmainās nebūtiski un arī Ca un P daudzums ap atnešanās laiku pazeminās nebūtiski (Antāne, Bērziņa u.c., 2000). Citos pētījumos konstatēts, ka subklīniska hipokalcēmija pēcatnešanās laikā ir cieši saistīta ar endometritu gadījumiem un mikrofloras intensīvu klātbūtni dzemdē (Mateus, Costa, 2002). Savukārt ASAT daudzuma palielināšanos asinīs pēcatnešanās laikā daži autori saista ar intensīvu vielmaiņas procesu aktivitāti aknās (Antāne, Bērziņa u.c., 2000), bet citi – ar endometrita iespējamību (Sattler, Fürll, 2004).

Pētījuma mērķis bija novērtēt govju vispārējās veselības stāvokli saistībā ar asins morfoloģisko un atsevišķu bioķīmisko rādītāju dinamiku pirmajā un ceturtajā nedēļā pēc atnešanās to saistību ar dzimumsistēmas mikrobiālo kontamināciju un iespējamo endometrita etioloģiju šajā laikā.

Uzdevumi mērķa sasniegšanai:

- slaucamo govju vispārējās veselības statusa un reproduktīvās sistēmas veselības vērtējums pēcdzemdību periodā, govju izmeklējot klīniski;
- asins morfoloģisko un bioķīmisko parametru izvērtēšana govīm ar fizioloģisku un patoloģisku dzemdes involūcijas gaitu;
- dzemdes dobuma satura un piena paraugu mikrobioloģiskā izmeklēšana pirmajā nedēļā pēc dzemdībām, lai novērtētu dzimumsistēmas kontaminācijas pakāpi, kā arī ceturtajā nedēļā, lai novērtētu govju organisma spēju iznīcināt mikrofloru.

Materiāls un metodes

Pētījumā izmantotas Mācību un pētījumu saimniecības (MPS) „Vecauce” 38 slaucamās govju 2009. gada vasaras periodā. Saimniecībā govju tiek grupētas un barotas diferencēti atkarībā no produktivitātes un laktācijas perioda. Govju atnešanās notiek īpašos atnešanās boksos dzemdību korpusā, kur tās tiek turētas piesietas arī jaunpiena producēšanas laikā. Vēlāk govju pārvieto uz brīvās jeb nepiesietās turēšanas sistēmas novietni, kur tās atrodas neatkarīgi no gadalaika un netiek laistas ne ganībās, ne pastaigās. Govju baro ar smalcinātiem, miksētiem barības līdzekļiem un to maisījumiem. Spēkbarību, kā arī vitamīnu un minerālvielu piedevas govju saņem individuāli, kopā ar spēkbarību slaušanas laikā.

Izmeklējumi tika veikti pirmajā un ceturtajā nedēļā pēc atnešanās. Pirmajā nedēļā izmeklējumi veikti, lai novērtētu pētījumā iekļauto govju vispārējo un dzimumsistēmas veselību, asins morfoloģiskos un bioķīmiskos parametrus, dzemdes dobuma satura un piena mikrobioloģisko statusu. Ceturtajā nedēļā veikti atkārtoti izmeklējumi, lai analizētu minēto parametru dinamiku.

Darba gaitā govīs sagrupēja: pirmajā nedēļā – govīs ar fizioloģiskiem un ar patoloģiskiem pēcdzemdību izdalījumiem, ceturtajā nedēļā – govīs bez izdalījumiem no dzimumceļiem un ar endometrītu slimas govīs.

Govju klīniskā izmeklēšana tika veikta pēc vispārpieņemtas klīniskās izmeklēšanas shēmas. Govīs izmeklēja rektāli, lai novērtētu dzimumsistēmas veselības stāvokli un kontrolētu dzemdes involūcijas norisi.

Asins paraugi tika ņemti no govju astes vēnas sterilos vienreizējās lietošanas 3.0 ml un 4.5 ml vakutaineros "Becton Dickinson Vacutainer systems" un "PrecisionGlide™". Tika veikti asins morfoloģiskie (leikocītu un eritrocītu skaits, hemoglobīna daudzums, hematokrīts) un bioķīmiskie (Ca, P un Mg daudzums – lai novērtētu šo makroelementu maiņu līdz ar laktācijas uzsākšanos) izmeklējumi. Lai novērtētu organisma nodrošinājumu ar olbaltumvielām, kā arī nieru funkcijas, tika noteikts urīnvielas un kreatinīna līmenis, amilāzes koncentrācija un holesterīna, triglicerīdu, kopējā proteīna, albumīnu un globulīnu daudzums asins serumā. Savukārt alanīnaminotransferāzes (ALAT), aspartataminotransferāzes (ASAT), sārmainās fosfatāzes (AP) un laktātdehidrogenāzes (LDH) daudzums asins serumā tika noteikts aknu funkciju novērtēšanai. Šie parametri tika analizēti kopumā, jo daži no tiem raksturo dažādus procesus un audus organismā.

Izmeklējumi veikti sertificētās (sertif. Nr. L 9/5-C, līdz 18.05.2010.) SIA „Centrālā laboratorija” (reģ. Nr. 215/L 430-C) laboratorijās, kur analīžu izpilde atbilst LVS EN ISO 15189:2007 standarta prasībām. Mikrobioloģiskie izmeklējumi dzemdes dobuma satura un piena paraugiem tika veikti LLU Biotehnoloģijas un veterinārmedicīnas zinātniskā institūta „Sigrā” mikrobioloģijas laboratorijās (LATAK reģ. Nr. LATAK-T-038-06-99-A) pēc vispārpieņemtām akreditētām standartmetodēm: LVS ISO 7218:1996 un LVS NE ISO 6887-1:1999, kā arī LVS NE ISO 4833:2003 L. Sākotnēji tika iegūtas mikroorganismu polikultūras, no kurām

izolēja tīrkultūras. Mikrobioloģiskai izmeklēšanai paraugus no govju dzemdes dobuma satura ņēma ar vienreizējās lietošanas instrumentu komplektiem "EquiVet" ("Kruuse", Dānija). Piena paraugi tika ņemti sterilos 50.0 ml konteineros pēc slaukšanas, pienu izslaucot no visiem tesmens ceturkšņiem; pēc ievietošanas aukstuma konteinerā piena paraugus nekavējoties nogādāja laboratorijā.

Datu statistiskā apstrāde veikta, izmantojot SPSS un Excel programmu paketes (Arhipova, Bāliņa, 2003).

Pieļaujamās fizioloģiskās asins bioķīmisko un morfoloģisko rādītāju vērtības pamatojas uz publicētiem datiem (Meyer, Harvey, 2004).

Rezultāti

Pētījumā izmantoto govju vidējais izslaukums pēc pārraudzības datiem bija 27.4 ± 5.23 kg dienā (tauku saturs – $4.1 \pm 0.65\%$, laktoze – $4.8 \pm 0.23\%$, olbaltumvielas – $3.2 \pm 0.30\%$, somatiskās šūnas – 238.9 ± 709.11 tūkstoši mililitrā). Govju klīniskā izmeklēšana kopumā liecināja par apmierinošu vispārējo veselības stāvokli: govīs stāvēja, apēda piedāvāto barības devu, dzīvi reaģēja uz apkārtējo vidi. Bet pirmajā nedēļā pēc dzemdībām, salīdzinot ķermeņa temperatūru govīm (38.8 ± 0.43 °C) ar fizioloģiskiem pēcdzemdību izdalījumiem un govīm (39.4 ± 0.40 °C), kurām pēcdzemdību izdalījumi bija ar nepatīkamu smaku un netīri sarkanā krāsā, varēja vērot statistiski nozīmīgu atšķirību – govīm ar patoloģiskiem izdalījumiem tā bija augstāka. Šo govju dzemdes audos bija sācies iekaisuma process.

Līdzīgs novērojums bija arī ceturtajā nedēļā pēc dzemdībām. Govīm bez izdalījumiem no dzimumceļiem ķermeņa temperatūra bija zemāka (38.5 ± 0.44 °C) nekā tām govīm, kurām bija endometrīts (39.0 ± 0.40 °C), un temperatūras atšķirība bija statistiski nozīmīga ($p < 0.05$) (skat. 1. tabulu). Pirmajā nedēļā pēc dzemdībām konstatējām vāju, pozitīvu, statistiski nozīmīgu korelāciju starp ķermeņa temperatūru un izdalījumu raksturu ($r = 0.37$; $p < 0.05$), bet ceturtajā nedēļā – izdalījumu esamību ($r = 0.42$; $p < 0.05$) un endometrīta gadījumu samazināšanos ($r = -0.43$; $p < 0.05$), pieaugot laktāciju skaitam.

Pirmajā nedēļā pēc atnešanās trijām no 38 govīm izdalījumi no dzemdību ceļiem bija ar nepatīkamu smaku un netīri brūnā, sarkanīgā krāsā. Ceturtajā nedēļā deviņām govīm bija vērojami katarāli strutaini izdalījumi no dzimumceļiem. Rektālā palpācija pirmajās dienās pēc dzemdībām liecināja, ka visām

1. tabula / Table 1

**Ķermeņa temperatūra un hematoloģiskie rādītāji slaucamajām govīm
pirmajā un ceturtajā nedēļā pēc dzemdībām**
**Body temperature and hematological indices in dairy cows
in the 1st and 4th week after parturition**

Nedēļa / Week	Izdalījumi / Genital discharge	Ķermeņa temperatūra / Body temperature, °C	Kopējais leikocītu skaits / White blood cells, ×10 ¹²	Eritrocītu skaits / Red blood cells, ×10 ¹²	Hemoglobīns / Hemoglobin, g L ⁻¹	Hematokrīts / Hematocrit, %
Pirmā / First	Fizioloģiski / Physiological (n=35)	38.8±0.43	9.3±3.36	6.5±0.62	102.4±10.94	33.0±3.39
	Patoloģiski / Pathological (n=3)	39.4±0.40*	5.9±0.7	6.6±0.86	118.7±7.64*	36.6±3.31
Ceturta / Fourth	Nav / Not present (n=27)	38.5±0.44	11.2±5.34	6.1±0.72	95.3±9.65	29.2±2.27
	Ir / Are present (n=9)	39.0±0.40*	10.46±2.82*	5.7±0.42	90.9±9.79*	28.4±1.72*

* – p<0.05

izmeklētajām govīm dzemde bija ar pabiezām mīkstām sienām un tā atradās vēdera dobumā. Pirmās nedēļas beigās pēc atnešanās dzemde kļuva ievērojami mazāka, joprojām atradās vēdera dobumā un labi reaģēja uz masāžu. Ceturtajā nedēļā veselajām govīm dzemdes kakls bija aizvērtā stadijā un vēl bija iespējams netraumatiski ievadīt instrumentus, 0.3 cm diametrā, bakterioloģisko un dzemdes biopsijas paraugu ņemšanai. Govīm ar patoloģiskiem izdalījumiem dzemdes kakla atvērums bija apmēram 1.5–2.0 cm diametrā.

Govīm ar patoloģiskiem pēcdzemdību izdalījumiem kopējais leikocītu daudzums asinīs pirmajā nedēļā pēc dzemdībām bija nedaudz zemāks, salīdzinot ar govīm, kurām pēcdzemdību izdalījumi bija fizioloģiski, bet pirmo četru nedēļu laikā tas būtiski palielinājās. Savukārt eritrocītu un hemoglobīna daudzums, kā arī hematokrīts šīm govīm samazinājās (1. tabula).

Visām izmeklētajām govīm pirmajā un ceturtajā nedēļā pēc atnešanās konstatējām zemu Ca daudzumu asinīs. Tām govīm, kurām ceturtajā nedēļā tika konstatēts endometrits, varēja novērot ciešu, negatīvu, statistiski nozīmīgu korelāciju ar Ca daudzumu asins serumā ($r=-0.79$; $p<0.05$).

Pirmajā nedēļā pēc dzemdībām arī P līmenis bija pazemināts, bet vēlāk tas palielinājās līdz normas vērtībai. Līdzīga tendence šajā periodā bija vērojama arī Mg līmenim asins serumā.

Urīnvielas daudzums asins serumā visām govīm sākotnēji bija normas robežās, bet ceturtajā nedēļā pēc atnešanās govīm ar patoloģiskiem izdalījumiem no dzemdes tas samazinājās un bija būtiski zemāks par fizioloģiskās vērtības vidējiem rādītājiem ($p<0.05$). Savukārt kreatinīna daudzums asins serumā visām govīm šajā periodā vidēji bija normas robežās.

Holesterīna līmenis asinīs pirmajā nedēļā bija būtiski zemāks par pieļaujamām normas vērtībām ($p<0.05$), bet ceturtajā nedēļā govīm ar fizioloģisku involūcijas procesa norisi tā daudzums palielinājās līdz normas vērtībām. Triglicerīdu un amilāzes līmenis asinīs caurmērā būtiski neatšķīrās ne pirmās un ceturtais pēcdzemdību nedēļas izmeklējumam, ne arī fizioloģiskas un patoloģiskas dzemdes involūcijas norises gadījumos.

Kopējā proteīna, albumīnu un globulīnu daudzums visām govīm pirmajā un ceturtajā nedēļā pēc atnešanās bija būtiski zemāks par pieļaujamām normas vērtībām ($p<0.01$).

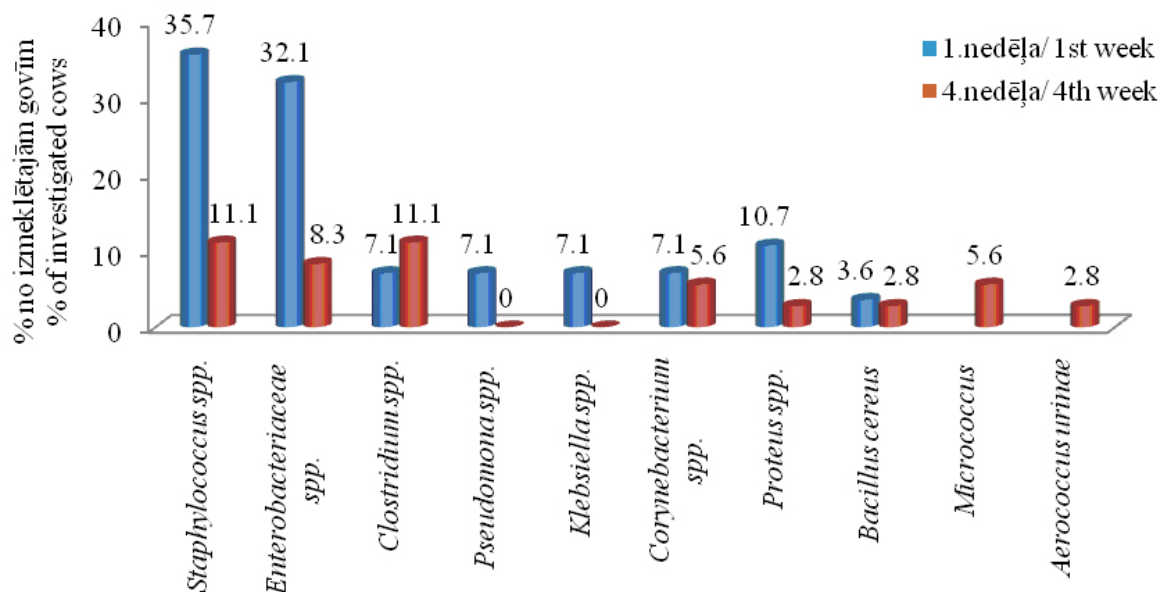
Asins bioķīmiskie rādītāji slaucamām govīm pirmajā un ceturtajā nedēļā pēc dzemdībām
Blood biochemical indices in cows in the 1st and 4th week after parturition

Parametri / Parameters	Norma / Norm	Pirmā nedēļa / First week		Ceturta nedēļa / Fourth week	
		fizioloģiski izdalījumi / physiological discharge	patoloģiski izdalījumi / pathological discharge	izdalījumu nav / discharges are not present	izdalījumi ir / discharges are present
Kopējais proteīns / Total protein, g L ⁻¹	55–77	39.5±13.55*	40.2±5.29*	48.1±9.08*	45.4±12.19*
Albumīni / Albumin, g L ⁻¹	21–43	22.8±4.67	21.6±2.76	24.1±2.98	22.9±4.52
Globulīni / Globulin, g L ⁻¹	25–41	17.2±9.53	18.6±5.29	23.8±7.64	22.5±7.97
Triglicerīdi / Triglycerids, mmol L ⁻¹	0.01–0.2	0.19±0.296	0.20±0.100	0.10±0.211	0.18±0.181
Ca, mmol L ⁻¹	1.98–2.5	1.3±0.52*	1.25±0.15*	1.76±0.36*	1.56±0.50*
P, mmol L ⁻¹	1.5–2.9	1.08±0.33*	1.1±0.17*	1.56±0.32	1.56±0.39
Mg, mmol L ⁻¹	0.7–1.1	0.55±0.247	0.53±0.113	0.41±0.311	0.67±1.091
Holesterīns / Cholesterol, mmol L ⁻¹	2.3–6.6	1.38±0.67*	1.2±0.25*	2.3±0.83	2.0±0.63
Urīnviela / Urea, mmol L ⁻¹	2.4–7.5	4.6±3.0	2.9±2.5	2.4±0.7	2.0±0.8*
Kreatinīns / Kreatinin, μmol L ⁻¹	62–97	71.3±21.34	72.6±2,33	71.7±17.99	67.8±15.92
Amilāze / Amylase, U L ⁻¹	12–107	66.5±32.78	56.4±18.9	69.7±18.22	61.6±24.29
ALAT, U L ⁻¹	17–37	20.4±16.49	12.30±1.73	27.1±5.75	29.3±19.62
ASAT, U L ⁻¹	48–100	59.6±32.35	65.3±24.96	40.7±9.48	45.2±32.68
LDH, U L ⁻¹	308–938	1417.9±55.78**	1365.7±87.08**	2216.0±50.75**	1772.3±574.95**
AP, U L ⁻¹	29–99	79.1±63.91	54.2±14.09	49.0±18.69	54.2±25.07

* – p<0.05; ** – p<0.01

Lai gan statistiski nozīmīgas kopējā proteīna, albumīnu un globulīnu daudzuma atšķirības govīm ar fizioloģisku un ar patoloģisku pēcdzemdību procesu norisi pirmajā un ceturtajā nedēļā (p>0.05) nenovērojām (skat. 2. tabulu), tomēr jāatzīmē,

ka pirmās un ceturta nedēļas rādītāju kopējais salīdzinājums liecināja par statistiski nozīmīgu (p<0.05) kopējā proteīna daudzuma palielināšanos, kaut arī tas joprojām bija zemāks par pieļaujamām normas vērtībām (p<0.01).



1. att. Mikroflora govju dzemdes dobuma saturā 1. un 4. nedēļā pēc atnešanās.

Fig. 1. Microflora of the cow's uterus in the 1st and 4th week after parturition.

ALAT un ASAT vidējās vērtības abās grupās būtiski neatšķīrās no normas, bet atsevišķām govīm (gan ar pēcdzemdību endometritu, gan bez tā) tās bija palielinātas. LDH daudzums visām govīm pirmajā un ceturtajā nedēļā pēc atnešanās bija lielāks par pieļaujamo normu ($p < 0.01$), bet AP bija normas robežās. Konstatējām, ka izslaukumam bija pozitīva, statistiski nozīmīga korelācija ar kopējā proteīna ($r = 0.47$; $p < 0.01$), albumīnu ($r = 0.5$; $p < 0.01$), holesterīna ($r = 0.47$; $p < 0.01$), ALAT ($r = 0.42$; $p < 0.05$), ASAT ($r = 0.4$; $p < 0.05$) un Mg ($r = 0.39$; $p < 0.05$) daudzumu asinīs.

Pirmo nedēļu laikā pēc atnešanās govju dzemdes dobuma saturā varēja novērot plaša spektra mikrofloru (skat. 1. att.). Pirmajā nedēļā pēc dzemdībām 14.8% izmeklēto govju konstatējām monokultūru, 29.6% – divu līdz četrus mikroorganismu asociācijas, bet 55.6% govju netika konstatēta mikroflora. Savukārt ceturtajā nedēļā monokultūra dzemdes lūmena saturā tika konstatēta 14.3% govju, divu līdz triju mikroorganismu asociācijas tika izolētas 17.1% govju, bet mikroflora netika konstatēta 68.6% govju. Visbiežāk sastopamā mikrofloras asociācija dzemdē bija *Staphylococcus spp.* un *Enterobacteriaceae spp.*.

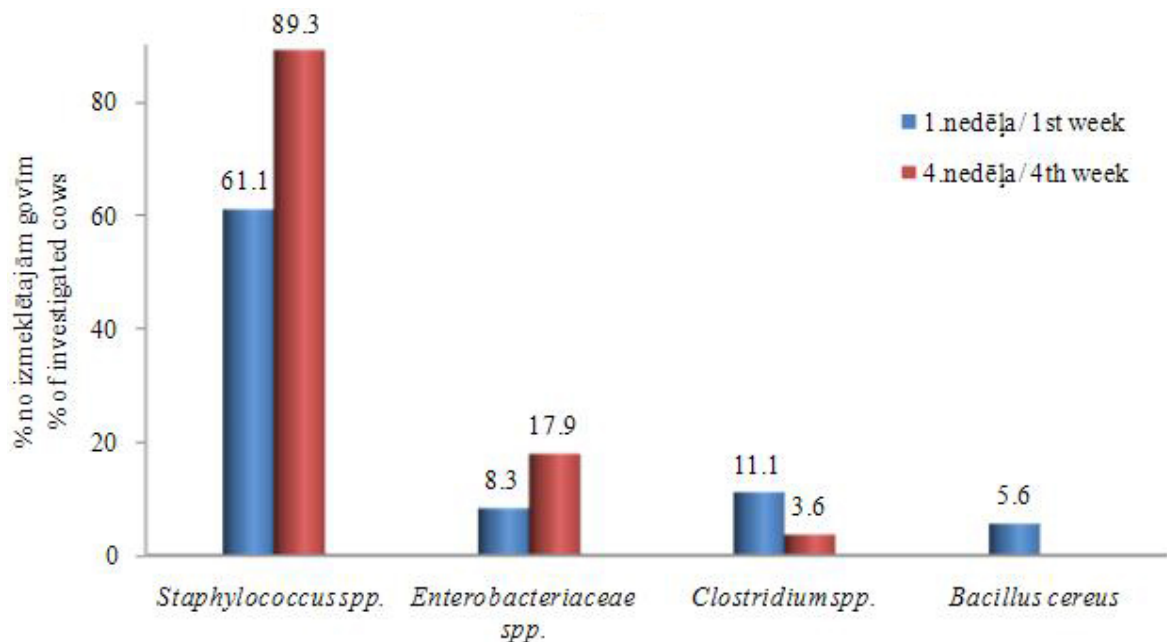
Pienā konstatētais mikroorganismu spektrs bija ievērojami mazāks (skat. 2. att.): pirmajā nedēļā pēc atnešanās monokultūra pienā tika konstatēta 77.8% govju, divu mikroorganismu asociācija – 11.1% govju, bet 11.1% govju pienā netika konstatēta mikroflora.

Atkārtotajā izmeklējumā pēc četrām nedēļām monokultūra pienā bija vērojama 57.1% govju, divu mikroorganismu sugu asociācija – 11.4% govju, bet 31.5% govju mikroflora pienā netika konstatēta.

Staphylococcus spp. klātbūtnei dzemdes dobuma saturā bija vidēja, statistiski nozīmīga korelācija ar *Enterobacteriaceae spp.* ($r = 0.52$) un vāja, statistiski nozīmīga korelācija ar *Pseudomonas spp.* ($r = 0.34$) un *Klebsiella spp.* ($r = 0.34$) ($p < 0.001$). *Enterobacteriaceae spp.* mikrofloras klātbūtne dzemdē vidēji, statistiski nozīmīgi korelēja ar *Staphylococcus spp.* dzemdē ($r = 0.52$) un vāji, bet statistiski nozīmīgi korelēja ar *Klebsiella spp.* ($r = 0.37$), *Pseudomonas spp.* ($r = 0.37$) un *Proteus spp.* ($r = 0.37$) dzemdē ($p < 0.01$). Savukārt anaerobā mikroflora *Clostridium spp.* pienā bija vājā, bet statistiski nozīmīgā korelācijā ar anaerobo mikrofloru *Clostridium spp.* dzemdes dobuma saturā ($r = 0.31$; $p < 0.05$), kā arī ar *Corynebacterium spp.* ($r = 0.41$; $p < 0.01$) un *Micrococcus* mikroorganismu klātbūtni dzemdes dobuma saturā ($r = 0.28$; $p < 0.05$).

Diskusija

Endometrits un mastīts ir viens no biežākajiem slaucamo govju izbrāķēšanas iemesliem (Kask, 1999; Heuwieser, Drillich, 2007). Pēcdzemdību periods ir kritisks laiks, kad govju vispārējā un reproduktīvās sistēmas veselībā var rasties novirzes (Gustafsson, Kornmatitsuk et al., 2004; Heuwieser, Drillich, 2007). Lai gan pētījumā iekļauto govju klīniskā izmeklēšana liecināja, ka govju vispārējais veselības



2. att. Mikroflora govju pienā 1. un 4. nedēļā pēc atnešanās.
Fig. 2. Microflora of the cow's milk in the 1st and 4th week after parturition.

stāvoklis ir apmierinošs, tomēr asins morfoloģiskajos un bioķīmiskajos rādītājos bija vērojamas būtiskas novirzes.

Sekmīgai pēcdzemdību perioda kontrolei svarīgi ir veikt iekšējo dzimumorgānu rektālo izmeklēšanu, kā arī novērot pēcdzemdību izdalījumu izskatu, lai savlaicīgi varētu konstatēt endometrītu un patoloģisku dzemdes involūcijas procesu. Visām govīm pirmajās divās, trijās dienās dzemde samazinājās uz pusi no tā izmēra, kāds tai bija tūlīt pēc dzemdībām, bet ceturtajā nedēļā rektālā izmeklēšanā tā bija saņemama rokā un labi reaģēja uz masāžu. Ceturtajā nedēļā pēc atnešanās deviņām no 38 govīm varēja novērot patoloģiskus izdalījumus no dzimumceļiem un aizkavētu dzemdes involūciju, kas norāda uz dzemdes iekaisumu jeb endometrītu. Tās ir „problēmu govīs”, kam aizkavējas cikliska olnīcu darbība, pagarinās servis periods un ir traucēta apaugļošanās (Dzenīte, Jonins, 1989; Miettinen, 1990).

Dažu rādītāju novirze no normas vērtības var liecināt par fizioloģisku procesu saistībā ar pēcdzemdību periodu (Meyer, Harvey, 2004). Lai nodrošinātu audu elpošanu un vielmaiņas procesus, eritrocītos esošais hemoglobīns piesaista skābekli. Tā kā abu grupu govīm eritrocītu skaits bija līdzīgs, tad, iespējams, hemoglobīna koncentrācijas palielinājums govīm ar patoloģiskiem izdalījumiem ir saistīts ar vielmaiņas procesu intensitātes palielinājumu, ko var izraisīt iekaisuma process un aktīva imūnsistēmas darbība, jo audiem šajā

laikā nepieciešams vairāk skābekļa un enerģijas (Hofbauere, 2006).

Makroelementu (Ca, P, Mg) samazinājums un sākotnējā fizioloģiskā līmeņa lēnā atjaunošanās var būt izskaidrojama ar govs organisma akūto nepieciešamību pēc šiem komponentiem, uzsākoties laktācijai. Mg atrodas šūnu mitohondrijos un aktivizē fosforilējošās oksidācijas procesus, kā arī nodrošina dažas fermentatīvas reakcijas un muskuļu kontrakcijas, kas savukārt aktivizē acetilholīna hidrolīzi, kavē nervu uzbudināmību un rada muskuļu atslābumu. Bet tieši dzemdes muskuļu intensīvas kontrakcijas, kas mijas ar tās atslābšanu, ir svarīgas dzemdes involūcijas procesa gaitā. Turklāt Mg aktivizē arī fermentatīvos procesus atgremotāju priekškuņģos tādējādi ietekmējot dzīvnieku vielmaiņas procesus kopumā.

Kalcijs (Ca) un fosfors (P) ir makroelementi, kuru līmenis slaucamo govju asinīs visvairāk svārstās sakarā ar laktācijas uzsākšanos (Meglia, 2004). Ca un P homeostāze asinīs galvenokārt ir atkarīga no sabalansētas ēdināšanas, kalcitonīna un parathormona optimālas darbības (Liepa, 2000). Parathormons mobilizē Ca no kaulaudiem un pastiprina Ca reabsorbciju nierēs, pastiprinot fosforu (P) izdalīšanu caur nierēm, kā arī sekmē Ca uzsūkšanos zarnās. Savukārt kalcitonīns samazina Ca atpakaļuzsūkšanos no kaulaudiem. Bez tam serumā ar proteīnu saistītā Ca daudzums ir saistībā ar proteīna daudzuma izmaiņām asins serumā. Tādēļ

vērtējot Ca daudzumu asins serumā, jāņem vērā olbaltumvielu līmenis asinīs (Maneviĉs, 1983). Savukārt hipofosfatēmija pēcdzemdību laikā var būt par iemeslu pēcdzemdību hemoglobīnūrijai (Ok, Guzelbektes et al., 2009). Ir novērots, ka hipokalcēmija ir predisponējošs faktors pēcdzemdību endometritam (Mateus, Costa, 2002).

Pēcdzemdību laikā novērotā holesterīna daudzuma samazināšanās tiek skaidrota ar holesterīna kā izejvielas izmantošanu estrogēno hormonu sintēzei (Liepa, Krūmiņa, 2004). Savukārt samazināts urīnvielas daudzums atgremotāju asinīs tiek saistīts ar anoreksiju sakarā ar peripartālo laiku vai ar izteiktu aknu funkcionālo mazspēju.

Kopējā proteīna, albumīnu un globulīnu daudzums visām pētījumā iekļautajām govīm bija mazāks par pieļaujamām normas vērtībām, kas kopā ar zemo urīnvielas daudzumu asinīs norāda uz to, ka govīs uzņēma pārāk maz sagremojamā proteīna šajā negatīvās enerģijas bilances periodā, kas var ilgt līdz 8 nedēļām pēc dzemdībām (Butler, 2005).

Albumīnu daudzums pavisam nedaudz lielāks bija govīm ar fizioloģisku pēcdzemdību perioda norisi. Kā zināms, albumīni tiek sintezēti aknās, tādēļ jādomā, vai aknu darbība ir pietiekami optimāla vai arī barības devā trūkst komponentu albumīnu sintēzei. Savukārt zems globulīnu līmenis var būt par iemeslu samazinātām organisma pretestības spējām pret dzimumsistēmas kontamināciju.

LDH ir citosolisks enzīms, kura izoenzīmi atrodas eritrocītos, kardiomiocītos, nierēs, aknās un skeleta muskulatūrā (Meyer, Harvey, 2004). LDH saturs asins serumā palielinās muskuļu šūnu nekrozes vai bojājumu gadījumā, bet tā daudzuma palielinājums kopā ar aknu enzīmiem ir novērots aknu patoloģiju gadījumā. Šī rādītāja palielinājums visām pētījumā iekļautajām govīm pirmajā nedēļā pēc atnešanās varētu būt skaidrojams ar dzemdes muskulatūras involūcijas procesu.

Triglicerīdi tiek uzņemti ar barību vai tiek sintezēti aknās. Mūsu pētījumā tie bija mazākajā pieļaujamā daudzumā pat vēl ceturtajā nedēļā pēc atnešanās, kas liek šaubīties par aknu funkcionālo spēju pietiekamību. Iepriekšminēto komponentu pazemināto daudzumu asinīs var saistīt ar govju samazinātu apetīti pēcatnešanās periodā un negatīvo enerģijas bilanci, kad uzņemtais barības daudzums ir mazāks par organismam nepieciešamo.

Plaša spektra mikrofloru dzemdes dobuma saturā konstatējam pirmās nedēļas laikā pēc atnešanās (1. att.), kas ir saskaņā ar daudzu citu autoru pētījumu rezultātiem (Bekana, 1996; Kask, Kindahl,

Gustafsson, 1998; Kask, 1999). Mūsu pētījumā visas novērotās korelācijas starp mikrofloras asociācijām bija pozitīvas, bet statistiski nenozīmīgas ($p > 0.05$), ko var izskaidrot ar mikrofloras attīstībai labvēlīgo vidi govīs dzemdē.

Secinājumi

1. Asins bioķīmisko rādītāju analīze ir kritērijs, kas raksturo vielmaiņas procesus kopumā un kontrolē organisma nodrošinājumu ar svarīgiem komponentiem, taču tā nedod priekšstatu par pēcdzemdību perioda gaitu.
2. Nepietiekams slaucamo govju nodrošinājums ar proteīnu, Ca, P, Mg un triglicerīdiem peripartālajā periodā var būt viens no faktoriem, kas veicina organisma reaktivātes mazināšanos, kas savukārt ir par iemeslu samazinātai imūnsistēmas spējai iznīcināt dzimumsistēmas mikrobiālo kontamināciju. Par to liecina konstatētās statistiski nozīmīgās korelācijas starp atsevišķiem komponentiem asins serumā un atsevišķu mikroorganismu klātbūtni pienā un dzemdes dobuma saturā.
3. Kopējais leikocītu daudzums asinīs ir informatīvs parametrs iekaisuma procesa konstatēšanai organismā, bet iekaisuma procesa lokalizācija un saistība tieši ar dzemdes vai tesmens iekaisumu pēcdzemdību periodā ir jāapstiprina ar klīnisko izmeklējumu rezultātiem.
4. Visinformatīvākais rādītājs dzemdes involūcijas gaitas prognozēšanai ir ķermeņa temperatūras paaugstināšanās un izdalījumu raksturs no dzimumceļiem pirmajās nedēļās pēc dzemdībām, kā arī to esamība vēlākā pēcdzemdību periodā.

Literatūra

1. Antāne, V., Bērziņa, G., Lūsis, I., Buliņa, S. (2000) Asiņu bioķīmiskie rādītāji govīm ar pēcdzemdību slimībām. *Veterinārmedicīnas raksti* 2000, 12–18.
2. Arhipova, I., Bāliņa, S. (2003) *Statistika Ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Mikrosoft Excel*. Rīga, Datorzinību centrs, 352 lpp.
3. Bekana, M. (1996) Clinical, ultrasonographic, bacteriological and hormonal studies in post-partum cows with particular emphasis on retained fetal membranes. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Veterinaria* 2, 120 pp.
4. Bondurant, R.H. (1999) Inflammation in the bovine female reproductive tract. *Animal health 2: Inflammation and animal health*.

- Journal of Dairy Science*, Vol. 82, Suppl. 2/1999, 101–110.
5. Butler, W.R. (2005) Inhibition of ovulation in the postpartum cow and the lactating sow. *Livestock Production Science*, Vol. 98, Iss. 1–2, 5–12.
6. Chassagne, M., Barnouin, J., Chacornac, J.P. (1998) Predictive markers in the late gestation period for retained placenta in black-pied dairy cows under field conditions in France. *Theriogenology*, Vol. 49, Iss. 3, 645–656.
7. Dohmen, M.J., Joop, K., Sturk, A., Bols, P.E., Lohuis, J.A. (2000) Relationship between intra-uterine bacterial contamination, endotoxin levels and the development of endometritis in postpartum cows with dystocia or retained placenta. *Theriogenology*, Vol. 54, Iss. 7, 1019–1032.
8. Dzenīte, A., Jonins, V. (1989) *Govju mākslīgā apsēklošana*. Rīga, „Avots”, 150 lpp.
9. Gustafsson, H., Kornmatitsuk, B., Königsson, K., Kindahl, H. (2004) Peripartum and early postpartum in the cow – physiology and pathology. *Médecin Vétérinaire du Québec*, Vol. 34, Nos. 1–2, 64–65.
10. Hammon, D.S., Evjen, I.M., Dhiman, T.R., Goff, J.P., Walters, J.L. (2006) Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, Vol. 113, Iss. 1–2, 21–29.
11. Herath, S., Lilly, S.T., Santos, N.R., Gilbert, R.O., Goetze, L., Bryant, C.E., White, J.O., Cronin, J., Sheldon, I.M. (2009) Expression of genes associated with immunity in the endometrium of cattle with disparate postpartum uterine disease and fertility. *Reproductive Biology Endocrinology*, Vol. 29, Iss. 7, 55–68.
12. Heuwieser, W., Drillich, M. (2007) Treating post calving dairy infections. *International Dairy Topics*, Vol. 6, No. 3, 18–20.
13. Hofbauere, G. (2006) *Laboratorijas analīzes*. Rīga, Jumava, 172 lpp.
14. Javed, M.T., Khan, M.Z. (1991) Bacteriological and biohistopathological studies in repeat breeding cows. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, Vol. 4, No. 3, 242–244.
15. Kask, K. (1999) Postpartum reproductive performance in dairy cows under different managemental systems and in cows with induced parturitions. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Veterinaria*, 61, 136 pp.
16. Kask, K., Gustafsson, H., Magnusson, U., Bertilsson, J., Gunnarson, A., Kindahl, H. (1999) Uterine bacteriology, histology, resumption of ovarian activity and granulocyte function of the postpartum cow in different milking frequencies. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 40(4), 287–297.
17. Kask, K., Kindahl, H., Gustafsson, H. (1998) Bacteriological and histological investigation of the postpartum bovine uterus in two Estonian dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 39(4), 423–432.
18. Kim, I., Na, K., Yang, M. (2005) Immune responses during the peripartum period in dairy cows with postpartum endometritis. *Journal of Reproduction and Development*, Vol. 51, No. 6, 757–764.
19. Kim, I.H., Kang, H. G. (2003) Risk Factors for Postpartum Endometritis and the Effect of Endometritis on Reproductive Performance in Dairy Cows in Korea. *Journal of Reproduction Development*, Vol. 49, No. 6, 485–491.
20. Kornmatitsuk, B. (2002) Endocrine and clinical studies of late pregnancy and parturition in dairy cattle with special emphasis on stillbirth. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Veterinaria*, 140, 125 pp.
21. Liepa, L., Krūmiņa, D. (2004) Asiņu bioķīmisko rādītāju izmaiņas govīm peripartālajā periodā. *Veterinārmedicīnas raksti 2004*, 179–182.
22. Mateus, L., Costa, L. L. (2002) Peripartum blood concentrations of calcium, phosphorus and magnesium in dairy cows with normal puerperium or puerperal endometritis. *Revista Portuguesa Ciências Veterinárias*, Vol. 97, No. 541, 35–38.
23. Meglia, G.E. (2004) Nutrition and Immune Response in periparturient Dairy Cows. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Veterinaria*, 170, 116 pp.
24. Meyer, D.J., Harvey, J.W. (2004) *Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis*. Saunders, 351 pp.
25. Miettinen, P.V. (1990) Uterine involution in Finnish cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 31(2), 181–185.
26. Ok, M., Guzelbektes, H., Sen, I., Coskun, A., Ozturk, A.S. (2009) Post-parturient haemoglobinuria in three dairy cows. A case report. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, Vol. 53, No. 3, 421–423.

27. Sattler, T., Fürll, M. (2004) Creatine Kinase and Aspartate Aminotransferase in Cows as Indicators for Endometritis. *Journal of Veterinary Medicine, Series A*, Vol. 51, Iss. 3, 132–137.
28. Sheldon, I.M., Noakes, A. Rycroft, N., Pfeiffer, D.U., Dobson, H. (2002) Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. *Reproduction*, 123, 837–845.
29. Skuja, S., Antāne, V. (2008) Dzemdes bakterioloģisko, histoloģisko un reprodukcijas rādītāju salīdzinājums govīm ar un bez augļa segu aiztures. *Veterinārmedicīnas raksti 2008*, 164–169.
30. Емельянова, М. (1974) *Гистоморфологические и гистохимические изменения основных структур эндометрия после отёла*. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Сигулда, 194 стр.

Aknu histopatoloģijas saistība ar aknu fermentu rādītājiem ūdelēm hepatīta gadījumā

Correlation between Liver Histopathology and Liver Enzyme Indicators in Mink with Hepatitis

Anda Valdovska

LLU Pārtikas un vides higiēnas institūts

Institute of Food and Environment Hygiene, LLU

e-mail: Anda.Valdovska@llu.lv

Māra Pilmane

Rīgas Stradiņa universitātes Anatomijas un antropoloģijas institūts

Institute of Anatomy and Anthropology, Riga Stradins University

e-mail: pilmane@latnet.lv

Abstract. The dystrophy of mink liver is widely distributed in mink farms of Latvia. However, clinical diagnostics of the liver dystrophy is quite difficult. The hypothesis of this study was to clarify indicators of ALAT (alanine aminotransferase) and SAP (alkaline phosphatase) as criteria in early diagnostics of mink liver injury. The goal of this study was to determine the potential correlation between the expressed functional indicators and histopathology of the liver. Blood samples were obtained from ten minks, seropositive against the Aleutian disease. Liver injury was assessed histologically. Through application of the biotin-streptavidine immunohistochemical method, the presence of hepatocyte growth factor, as well as the basal membrane components was established in the mink liver tissue, but liver apoptosis was determined by TUNEL reaction. For assessment of cytokines, a semi-quantitative counting method was used. The results showed apoptosis of the hepatocytes in the whole area of the liver parenchyma. We concluded that correlation between apoptosis and expression of inflammation cells in the mink liver was non-existent. In the same way, the results do not confirm a correlation between the expression of the ALAT and SAP activity and the level of the mink liver injury.

Key words: mink, liver, blood, histopathology, Aleutian disease.

Ievads

Aknas ir lielākais metabolisma centrs, un to funkcijas ir tik daudzveidīgas, ka bieži šo orgānu apzīmē par organisma bioķīmisko laboratoriju. Aknas ir orgāns, kurās tiek pārstrādātas no gremošanas trakta uzsūktās vielas un uzkrātas citu orgānu šūnu vajadzībām. Tās ir kā koordinators starp gremošanas sistēmu un asinīm (Kelly, 1993; Junqueira, Carneiro, Kelley, 1998) un tādēļ ir pakļautas dažādu toksisku faktoru un patogēnu mikroorganismu darbībai. Aknu slimības patoģenētiski veidojas kā hepatocelulārā patoloģija, holestāze un funkcionālie traucējumi jeb mazspēja (Jemeljanovs, Manevičs, Dūrītis, 2007). Vislielākā problēma, ar ko saskaras Latvijas zvērsaimniecības, ir ūdeļu Aleuta slimība, jo tās ierosinātājs (parvovīruss) ne tikai vairojas makrofāgos un, nomācot CD8⁺ šūnas (T supresorus), stimulē

plazmocitozi, bet arī ierosina glomerulonefrītu un hepatīta attīstību (Porter, Larsen, Porter, 1973; Hunter, Lemieux, 1996). Ganāmpulkos konstatēti vidēji 80% pret Aleuta slimību seropozitīvi dzīvnieki (Valdovska, 2008).

Veicot tiešu klīnisku izmeklēšanu, ūdeļu aknām ir grūti piekļūt, jo tās atrodas dzīvnieka vēdera dobuma priekšējā daļā pie diafragmas, tātad zem ribām. Turklāt ūdeles ir plēsēji, tādēļ to aknu klīniska izmeklēšana zvērsaimniecībās nav iespējama arī cilvēku pašaizsardzības nolūkā. Kaut gan veterinārmedicīnā pēdējo gadu laikā attīstās tā sauktā vizuālā diagnostika (rentgenogrāfija, ultrasonogrāfija utt.), tomēr aknu slimību diagnostikas praksē plaši tiek izmantota asiņu bioķīmiskā un urīna ķīmiskā izmeklēšana kā aknu patoloģijas agrīnas noteikšanas metode (Jemeljanovs, Manevičs, Dūrītis, 2007).

Aknu funkciju tests ir bioķīmisko rādītāju grupa, ko lieto, lai identificētu pacientus ar aknu vai biliārā trakta saslimšanām (Mason, 2004). Lai gan aknās, to funkcionālai kapacitātei samazinoties par 70–80%, rodas klīniskas pārmaiņas, tām tomēr piemīt augstas reģenerācijas un funkciju atjaunošanās spējas (Aughey, Frye, 2001; Jemeljanovs, Manevičs, Dūrītis, 2007).

Ūdelēm patoloģiskās sekciju laikā 80% gadījumu tiek konstatēta aknu distrofijas aina, tādēļ svarīgi bija noskaidrot iespējamo marķieri asins serumā kā aknu morfoloģiskā stāvokļa agrīnu rādītāju, kas ļautu izvēlēties savlaicīgas ārstniecības metodes. Jāatzīmē, ka literatūrā šādi pētījumi ūdelēm nav aprakstīti. Mūsu darba hipotēzes pamatā ir pieņēmums, ka aknu patoloģiju agrīnai diagnostikai varētu izmantot seruma alanīnaminotransferāzes (ALAT) un sārmainās fosfatāzes (SAP) rādītājus, kaut gan uzskata, ka aknu slimību diagnostikā ALAT ir specifisks tikai suņiem un kaķiem (Jemeljanovs, Manevičs, Dūrītis, 2007).

Darba mērķis bija noskaidrot, vai paaugstināti aknu funkciju testu rādītāji Aleuta vīrusa skartām ūdelēm korelē ar aknu histopatoloģiskām izmaiņām.

Materiāls un metodika

Dzīvnieki. Desmit 7 mēnešus vecas, tumši brūnas ūdeles tika izvēlētas kažokādu ieguves laikā Rīgas rajona zvērsaimniecībā; dzīvniekus atlasīja pēc nejaušības principa. Ar imūnelektroosmoferēzes reakcijas (IEOFR) palīdzību konstatēja, ka visas pētījumam izvēlētas ūdeles ir Aleuta slimības seropozitīvas (Hunter, Lemieux, 1996).

Asins paraugus ieguva, veicot dzīvnieka sirds punkciju (Jepsen, Poulsen, Jorgensen, 1981), bet pēc ūdeļu parenterālās eitanāzijas ar 10% ditilīna šķīdumu aknu audus fiksēja 12% formalīna šķīdumā. Iegūtos asins paraugus 2 h laikā nosūtīja uz Nacionālo diagnostikas centru, lai noteiktu aknu funkciju testa rādītājus.

Histopatoloģija. Formalinā fiksētos aknu audus ieguldīja parafinā un ar mikrotomu sagatavoja 6 μm plānus griezumus. Aknu audu vispārējai morfoloģiskai izpētei izmantoja plaši lietoto hematoksilīna/eozīna metodi (Aughey, Frye, 2001). Vispirms veica paraugu deparafinizāciju (ksilols, etilspirts), bet pēc tam tos krāsoja pēc shēmas: hematoksilīns, eozīns, atūdeņošana ar 70° un 96° etilspirtu, karbolksilols.

Krāsošanas rezultātā šūnas bazofilās daļas iekrāsojās zili violetos toņos, bet acidofilās daļas – no rozā līdz tumši sarkanam tonim.

Imūnhistoķīmija. Hepatocītu augšanas faktora (HGF) klātbūtni ūdeļu aknu audos konstatēja ar biotīna–streptavidīna imūnhistoķīmiskās metodes palīdzību (Hsu, Raine, Fanger, 1981), bet apoptotisko šūnu daudzumu noteica, izmantojot TUNEL reakciju (Negoescu, Guillermet et al., 1998).

Griezumus deparafinizēja un rehidratēja. Sālsskābā nātrija citrāta buferšķīdumā (Solutio Natrii Citrici 4%, pH 10) ievietotus preparātus uz 20 min ielika mikroviļņu krāsnī. Uz katra griezuma endogēnās peroksidāzes aktivitātes bloķēšanai uz 10 min uzklāja 150 μl 3% H₂O₂, bet pēc tam preparātus divas reizes skaloja ar PBS (fosfātu bufera šķīdums, pH 7.4). Nespecifisko antivielu saistīšanai 10 min lietoja serumu (100 ml destilēta H₂O un 0.03 g vērša sausā seruma), un pēc tam paraugus 2 h inkubēja ar primārajām antivielām (HGF kods AF294NA, 1:300, R&D System, Vācija).

Imūnreakcijas vizualizācijai tika lietotas arī citas antivielas – LSAB+KIT (streptavidīns, kas saistīts ar enzīmu peroksidāzi) (kods K1015, DakoCytomation, Dānija) un substrāta homogēnā sistēma DAB (diaminobenzidīns) (kods K3468, Dako, Dānija), bet preparātu kontrastkrāsošanai – hematoksilīns.

Pozitīvas reakcijas gadījumā vēlamās struktūras nokrāsojās brūnas.

Statistiskā analīze. Kvantitatīvā metode tika izmantota iekaisuma šūnu skaitīšanai trijos brīvi izvēlētos redzes laukos ap centrālo aknu vēnu 400× palielinājumā.

Citokīnu producēšanas novērtējumam tika izmantota puskvantitatīvā skaitīšanas metode (Pilmane, Rumba et al., 1998). Imūnpozitīvās šūnas tika aranzētas: (+) – maz, (++) – vidēji, un (+++) – daudz pozitīvo šūnu.

Datu apstrāde tika veikta, izmantojot statistikas metodes vidējā lieluma un standartnovirzes aprēķināšanai.

Rezultāti un diskusija

Iekaisuma šūnu infiltrācija aknās

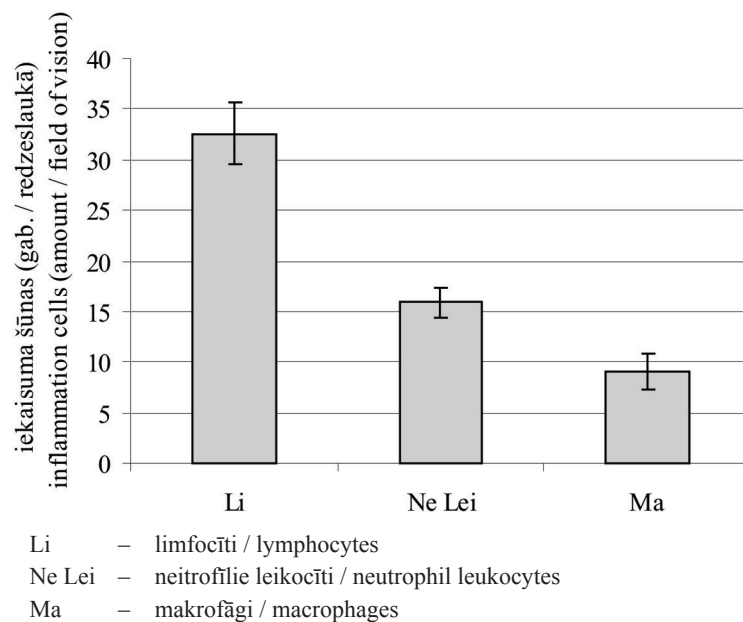
Celulārais, bioķīmiskais un molekulārais mehānisms, kas rada traucējumus hepatocītos, ir svarīgs gandrīz visu aknu slimību gadījumos (Sokol, 2002). Ūdeļu aknu paraugos novērojām, ka daiviņu arhitektūra ir saglabāta, bet iekaisuma infiltrāts, kas bagāts ar limfocītiem, plešas virzienā no portālā trakta uz blakus esošo parenhīmu. Iekaisuma infiltrācija bija redzama visās parenhīmas daļās, izņemot tikai portālās vai periportālās daļas. Šādu

ainu autori (Macswen, Anthony, Scheuer, 1979) raksturo kā hronisku hepatītu ar noslieci uz aknu nekrozi.

Iekaisums ir sarežģīta reakcija, kurā pakāpeniski iesaistās vairāku veidu šūnas. Desmit dzīvnieku histoloģiskajos paraugos ap aknu centrālo

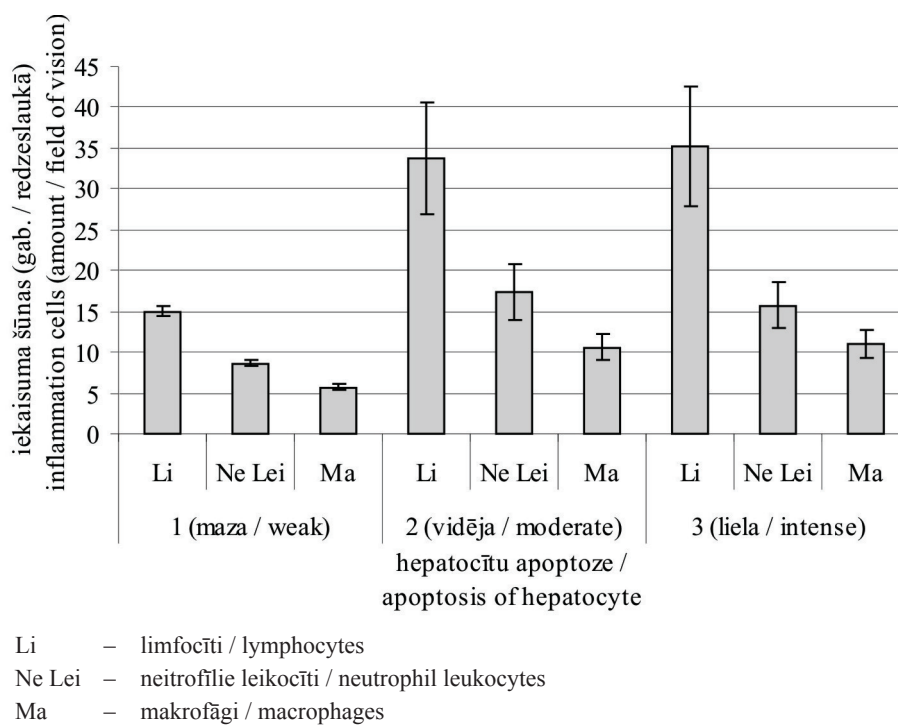
vēnu atradām ļoti izteiktu audu infiltrāciju ar makrofāgiem (Ma), neitrofīliem leukocītiem (Ne Lei) un limfocītiem (Li), kas liecina par patoloģiska procesa klātbūtni ūdeļu aknās (1. att.).

Iekaisuma šūnu izplatība būtiski atšķīrās – vislielāko skaitu konstatējām limfocītiem. Limfocītu



1. att. Iekaisuma šūnu daudzuma salīdzinājums ūdeļu aknās.

Fig. 1. Comparison of the amount of inflammation cells in mink liver.



2. att. Iekaisuma šūnas un apoptoze.

Fig. 2. Inflammation cells and apoptosis.

infiltrācija liecina par iekaisuma procesu perēklī un raksturo reakciju, ko izraisījusi bakteriāla vai vīrusu infekcija (Willard, Tvedten, Turnwald, 1994). Lai gan mūsu pētījumā aknu parenhīmā neitrofilo leukocītu bija par 27.8% mazāk nekā limfocītu, tomēr to var uzskatīt par nozīmīgu aknu funkcionālā stāvokļa rādītāju. Šo šūnu infiltrāts veidojas septiska iekaisuma procesa laikā, to novēro hepatīta gadījumā, un tas liecina par aknu parenhīmas infekciju (Klatskin, Conn, 1993).

Veselos audos neitrofilo leukocītu praktiski nav – tie atrodas asinsritē (Kellers, 1991; McGee, Isaacson, Wright, 1992), tādēļ svarīgi bija noskaidrot asinsvadu caurlaidību, t.i., bazālās membrānas komponentus. Ūdeļu aknās laminīnu, IV tipa kolagēnu un fibronektīnu konstatējām fragmentāri (asinsvadu sienas atsevišķos posmos) un galvenokārt tikai mazajos asinsvados. Tas norāda uz bazālās membrānas caurlaidības palielināšanos un samazinātu asinsvadu aizsargbarjeru, kas nodrošina pazeminātus imūnās aizsardzības apstākļus (Brown, Lindberg, Reing, 2006). Asinsvadu caurlaidības palielināšanās nozīmīgs veicinātājs ir Aleuta slimības ierosinātājs, kura darbībai nav raksturīgi tieši audu bojājumi – vīrusa patogēnēzes pamatā ir spēja veidot asinīs imūnkompleksus (vīruss–antiviela–komplements), kuri piestiprinās pie asinsvadu sienām, veidojot sakopojumus un tādējādi izraisot arterītus un arī bazālās membrānas izžušanu (Porter, Larsen, Porter, 1973; Hunter, Lemieux, 1996).

Hepatocītu apoptoze

Izvērtējot sakarību starp hepatocītu bojāeju un iekaisuma procesu (2. att.), konstatējām, ka ļoti lielas (3) vai vidējas (2) apoptozes gadījumā iekaisuma šūnu ekspresija būtiski neatšķīrās, turpretim mazas apoptozes (1) gadījumā to daudzums bija būtiski mazāks. Novērotais rāda, ka apoptozei nav būtiskas sakarības ar iekaisuma šūnu ekspresiju, kas sakrīt arī ar citu pētnieku (Green, Ree, 1998; Rubin, Farber, 1999) secināto, – tātad apoptozes process var notikt arī bez iekaisuma reakcijas attīstības.

Iekaisuma procesa attīstība un iekaisuma šūnu (neitrofilo leukocītu un makrofāgu darbība un to hidrolītiskie enzīmi) aktivitāte var izraisīt hepatocītu apoptozi (Kelly, 1993; Klatskin, Conn, 1993) jeb programmēto šūnu bojāeju, kas savukārt var radīt šūnu citoplazmā esošo fermentu (aknu funkciju testa rādītāju) izplūšanu asinīs (Jemeljanovs, Manevičs, Dūrītis, 2007).

Pētījumā izmantoto ūdeļu aknu paraugos hepatocītu apoptozi novērojām visās parenhīmas daļās, kas liecina par sistēmisku infekciju, kaut gan

fizioloģiski apoptozes process galvenokārt notiek centrālās vēnas apvidū. Tas nozīmē, ka hepatocīti rodas aknu acinusa 1. (periportālajā) zonā un lēnām migrē uz 3. (centrolobulāro) zonu, kur tie deģenerējas (Klatskin, Conn, 1993; Rubin, Farber, 1999).

Aknu funkciju testa rādītāji

Ūdeļu asins bioķīmisko rādītāju rezultāti apkopoti 1. tabulā.

Aknu funkciju traucējumu diagnostikā nepieciešams veikt asins analīzi un noteikt ALAT un SAP rādītājus. ALAT daudzumu jo īpaši nepieciešams noteikt dzīvniekiem ar hronisku hepatītu (Уиллард, Тведтен, Торнвальд, 2004), kādu novērojām arī eksperimentālajām ūdelēm, analizējot iekaisuma šūnu infiltrāciju. Ziņojumi par seruma ķīmiskajiem rādītājiem veselām ūdelēm ir ļoti ierobežoti (Weiss, Wustenberg et al., 1994), pie tam tie ir atšķirīgi.

Pētījumā iekļautos dzīvniekus negrupējām atsevišķi pēc dzimuma, jo ir noskaidrots, ka starp ūdeļu tēviņu un mātīšu asins hematoloģiskajiem un bioķīmiskajiem rādītājiem nepastāv statistiski būtiskas atšķirības (Weiss, Wustenberg et al., 1994). Salīdzinot ar Hunter un Lemieux (1996) ieteikto ALAT rādītāju, mūsu eksperimentā izvēlētajām ūdelēm 40% gadījumu tas pārsniedza vesela dzīvnieka indikatoru, taču nevienā gadījumā nebija augstāks par normu vairāk kā divas reizes. Arī salīdzinot ar Veisa un kolēģu (Weiss, Wustenberg et al., 1994) konstatēto ALAT diapazonu veselām, pieaugušām tumši brūnām ūdelēm, visi mūsu iegūtie rezultāti bija paaugstināti, bet nevienā gadījumā ieteikto normu nepārsniedza vairāk kā trīs reizes. Tātad šī fermenta līmeņa paaugstināšanās pētītajos dzīvniekos vērtējama kā neliela (2–3 reizes lielāka par normu) (Уиллард, Тведтен, Торнвальд, 2004), kam par cēloni varēja būt gan bakterioloģiski neatbilstoša dzīvnieku barība (Juokslahti, 1980), gan hronisks process, piemēram, tādas aknu saslimšanas kā ciroze vai aknu neoplāzija (Уиллард, Тведтен, Торнвальд, 2004). Visu ūdeļu aknu paraugos novērojām taukaino distrofiju, taču šīs patoloģijas smagumam nebija savstarpējas sakarības (skat. 1. tabula) ar ALAT rādītāja palielināšanos. Līdzīgu secinājumu izteikuši arī citi pētnieki (Уиллард, Тведтен, Торнвальд, 2004).

ALAT atrodas šūnas citoplazmā, tātad tā nokļūšana asinīs liecina par aknu šūnu membrānu bojājumu. Izvērtējot apoptozes procesa sakarību ar ALAT, konstatējām, ka vidējas (++) apoptozes gadījumā fermenta līmenis ir palielināts, bet ja apoptoze ir liela (+++) vai neliela (+), šis rādītājs ir normas robežās. Tas ļauj secināt, ka ALAT līmenis palielinās akūtu

1. tabula / Table 1

Ūdeļu aknu imūnhistoķīmiskie un asins bioķīmiskie rādītāji
Mink liver immunohistochemical and blood biochemical parameters

Nr. p.k. / No.	Iekaisuma šūnu infiltrācija / Infiltration of inflammation cells	Taukainā distrofija / Fatty dystrophy	Hepatocītu apoptoze / Apoptosis of hepatocytes	HGF	ALAT (U/L)	SAP (U/L)
1.	xxx	x	xx	xxx	194.6	165.2
2.	xxx	xx	xx	xxx	87.4	119.4
3.	xx	x	xxx	x	116.2	194.1
4.	xx	x	xx	xx	182.6	188.5
5.	x	xx	xx	xxx	260.6	265.9
6.	x	xx	x	x	157.6	279.2
7.	x	xxx	x	xx	89.9	139.6
8.	xx	x	xxx	x	117.8	197.1
9.	xxx	xx	x	x	90.4	178.6
10.	x	xx	xx	xxx	200.8	498.7
Norma / Standard				Hunter, Lemieux, 1996	līdz / up to 158.0	37–67
				Weiss et al., 1994	71.6–80.0	

HGF – hepatocītu augšanas faktors / hepatocyte growth factor; ALAT – alanīnaminotransferāze / alanine aminotransferase; SAP – sārmainā fosfatāze / alkaline phosphatase; x – maz / weak; xx – vidēji / moderate; xxx – daudz / intense.

aknu šūnu bojājumu gadījumos, kas sakrīt ar citu pētnieku konstatēto (Mason, 2004). Fermenta līmeņa izmaiņas var konstatēt arī pie organisma pirmējām saslimšanām, kas nav saistītas ar aknām, piemēram, zarnu trakta saslimšanas gadījumā (Jemeljanovs, Manevičs, Dūrītis, 2007) un, iespējams, arī ja Aleuta vīruss skāris citus orgānus, piemēram, nieres.

Izvērtējot aknu šūnu reģenerācijas marķiera ekspresiju ūdeļu aknās (skat. 1. tabulu), konstatējām, ka ALAT līmenis ir paaugstināts, ja dzīvnieka organismā HGF izdalās pastiprināti, bet tas ir normas robežās, ja HGF izdale ir vidēja (++) vai maza (+). Arī citi pētnieki (Уиллард, Тведтен, Торнвальд, 2004) apstiprina, ka ALAT fermenta daudzums aknu reģenerācijas laikā saglabājas palielināts. Pētījuma rezultātā secinājām, ka Aleuta vīrusa skartām ūdelēm hepatīta gadījumā ALAT līmenis var būt gan normas robežās, gan arī paaugstināts.

Sārmainā fosfatāze jeb SAP ir ferments, kas saistīts ar aknu šūnu membrānu struktūrām. No iegūtajiem asins rezultātiem (skat. 1. tabula) redzams,

ka SAP līmenis visām ūdelēm bija palielināts – vienā gadījumā (jeb 10%) pat vairāk nekā piecas reizes. Šāds ļoti paaugstināts fermenta daudzums vērojams akūtas hepatocītu nekrozes gadījumā, taču kopumā tā nelielu paaugstināšanos var konstatēt akūta hepatīta gadījumā (Mason, 2004). Savukārt fosfatāzes aktivitātes palielināšanās trīs un vairāk reizi liecina par aknu lipidozi (Уиллард, Тведтен, Торнвальд, 2004). Literatūrā (Juokslahti, 1980) atrodami dati, ka fermenta aktivitāte serumā būtiski augstāka ir ūdelēm, kuras saņēmušas bakterioloģiski neatbilstošu barību. Lai gan mūsu pētījumā taukaino distrofiju aknās konstatējām visām ūdelēm, tomēr kopumā sakarību starp distrofijas smaguma pakāpi un SAP līmeņa paaugstināšanos nenovērojām. Tātad fermenta daudzuma palielināšanās asinīs varētu liecināt arī par sistēmisku saslimšanu.

Aknu histopatoloģija un aknu fermentu aktivitāte asinīs arī pētīta suņiem bez aknu saslimšanu klīniskām pazīmēm un pēc fenobarbitālu saņemšanas. Līdzīgi mūsu iegūtajiem rezultātiem arī citi pētnieki (Gaskill,

Miller et al., 2005) konstatējuši, ka aknu enzīmu ALAT un SAP palielināta aktivitāte nekorelē ar histopatoloģiskajām anormālībām.

Secinājums

Ar Aleuta vīrusu skartām ūdelēm hepatīta gadījumā netiek novērota sakarība starp ALAT un SAP fermentu paaugstinātu līmeni asinīs un aknu slimību smagumu, un tāpēc šie rādītāji nav lietojami kā prognostiska pazīme.

Literatūra

1. Aughey, E., Frye, F.L. (2001) *Comparative veterinary histology with clinical correlates*. Manson Pub. Ltd, London, 14–127.
2. Brown, B., Lindberg, K., Reing, J., Stolz, D.B., Badylak, S.F. (2006) The Basement membrane component of Biologic Scaffolds derived from extracellular matrix. *Tissue engineering*, 12 (3), 519–526.
3. Gaskill, C.L., Miller, L.M., Mattoon, J.S., Hoffmann, W.E., Burton, S.A., Gelens, H.C.J., Ihle, S.L., Miller, J.B., Shaw, D.H., Cribb, A.E. (2005) Liver Histopathology and Liver and Serum Alanine Aminotransferase and Alkaline Phosphatase Activities in Epileptic Dogs Receiving Phenobarbital. *Veterinary Pathology*, 42, 147–160.
4. Green, D.R., Ree, J.C. (1998) Mitochondria and apoptosis. *Science*, 281, 1309–1312;
5. Hsu, S.M., Raine, L., Fanger, H. (1981) The use of antiavidin antibody and biotin-streptavidin peroxidase complex in immunoperoxidase techniques. *American Journal of clinical pathology*, 75(6), 816–821.
6. Hunter, D.B., Lemieux, N. (1996) Aleutian disease. *Mink biology, health and disease*. University of Guelph, Ontario, 61–69.
7. Jemeljanovs, Ļ., Manevičs, Z., Dūrītis, I. (2007) Gremošanas sistēmas izmeklēšana. *Dzīvnieku iekšēgo slimību klīniskā diagnostika*. LLU, Jelgava, 116.–122.
8. Jepsen, O.R., Poulsen, F.S., Jorgensen, G. (1981) Collection of blood, sedation and anaesthesia in mink. *Nordisk veterinærmedicin*, 1, 9–13.
9. Junqueira, L.C., Carneiro, J., Kelley, R.O. (1998) Glands associated with the digestive tract. *Basic histology*. 9th ed. McGraw-Hill Publishing Co, Starnford, 304–326.
10. Juokslahti, T. (1980) Bacteriological quality of mink feed and its effect on the health of mink, as monitored by some clinical and blood parameters. *Acta Vet. Scand.*, 75, 1–38.
11. Kellers, R. (1991) *Ievads imunoloģijā un imūnpatoloģijā*. Zvaigzne, Rīga, 260 lpp.
12. Kelly, W.R. (1993) The liver and biliary system. *Pathology of Domestic animals*. Vol. 2. 4th ed. Jubb, K.V.F., Kennedy, P.C., Palmer, N. (eds). Academic Press, London, 319–350.
13. Klatskin, G., Conn, H.O. (1993) *Histopathology of the liver*. Vol. 1. Oxford University Press, USA, 327 pp.
14. Macsween, R.N.M., Anthony, P.P., Scheuer, P.J. (1979) *Pathology of the liver*. Churchill Livingstone, New York, 23–205.
15. Mason, P. (2004) Blood tests used to investigate liver, thyroid or kidney function and disease. *The Pharmaceutical Journal*, 272, 446–449.
16. McGee, J.O'D., Isaacson, P.G., Wright, N.A. (1992) Principles of pathology. *Oxford textbook of pathology*. Vol. 1. Oxford University Press, USA, 321–491.
17. Negoescu, A., Guillermet, C., Lorimer, P., Robert, C., Lantuejoul, S., Brambilla, E., Labat-Moleur, F. (1998) TUNEL apoptotic cell detection in archived paraffin-embedded tissues. *Biochemica*, 3, 36–41.
18. Pilmane, M., Rumba, I., Sundler, F., Luts, A. (1998) Patterns of occurrence and distribution of neuroendocrine elements in lungs of humans with chronic lung diseases. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, 52, (596/597), 144–152.
19. Porter, D.D., Larsen, A.E., Porter, H.G. (1973) The pathogenesis of Aleutian disease of mink. *American Journal of pathology*, 71, 331–344.
20. Rubin, E., Farber, J.L. (1999) Inflammation. *Pathology*. 3rd ed. Lippincott-Raven, Philadelphia, 25–27.
21. Sokol, R.L. (2002) Liver Cell Injury and Fibrosis. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 35, S7–S10.
22. Valdovska, A. (2008) Pelējuma sēņu skartu ūdeļu parenhimatozo orgānu izpēte uz Aleuta slimības fona. LLU, Jelgava, 120 lpp.: llufb.llu.lv/.../Kopsavilkums-promoc-2008-LLU-VMF-Anda-Valdovska.pdf – Resurss aprakstīts 2010. gada 7. septembrī.
23. Weiss, D.J., Wustenberg, W., Bucci, J.T., Perman, V. (1994) Hematological and serum

- chemistry reference values for adult brown mink. *Journal of Wildlife Diseases*, 30, 599–602.
24. Willard, M.D., Tvedten, H., Turnwald, G.H. (1994) Liver. *Small animal clinical diagnosis by laboratory methods*. 2nd ed. W.B. Saunders comp., Philadelphia, 56–57.
25. Уиллард, М.Д., Тведтен, Г., Торнвальд, Г.Г. (2004) Нарушение аккумуляции жидкости в организме. *Лабораторная диагностика в клинике мелких домашних животных*. Москва, Аквариум Бук, 217–228.

The Resistance of Some Prebiotics and Probiotic Bacteria in the Stomach Model Environment

Dažu prebiotiku un probiotisko baktēriju rezistence kuņģa modelī

Mārtiņš Beķeris, Māra Grūbe, Dagnija Upīte, Elena Kaminska, Raimonds Linde, Elīna Pelce, Aleksejs Daņilevičs, Marita Gavare

Institute of Microbiology and Biotechnology, University of Latvia
LU Mikrobioloģijas un Biotehnoloģijas institūts
e-mail: Marita.Gavare@inbox.lv

Daina Kārklīņa

Department of Food Technology, LLU
LLU Pārtikas tehnoloģijas katedra

Abstract. This study was done to evaluate the resistance of 4% water solution of prebiotics (inulin, maltodextrin, and lactulose) and probiotic bacteria *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* in different stomach model environments. The simplest stomach model environment was an HCl water solution and an oat gruel filtrate with 0.46% of solids at pH 2. Fermentations of oat gruel water environments with or without prebiotics and/or probiotic bacteria were carried out at 37 °C for 30 or 60 min. In water as well as in oat gruel environments, lactulose and maltodextrin proved to be more resistant than inulin. After 60 min of incubation with raftiline, glucose, and albumin, probiotic bacteria *L. acidophilus* showed slightly higher viable cell count (VCC) than *B. lactis* Bb-12. Both cultures had similar good resistance in oat gruel-based stomach model system; however, *B. lactis* Bb-12 was found to be slightly more resistant than *L. acidophilus*. The biomass samples of *B. lactis* Bb-12 and *L. acidophilus* were discriminated by Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy according to the composition of growth environment in order to evaluate qualitative differences in the carbohydrate composition and quantitative differences in the content of total carbohydrates and proteins in bacterial cells. In the environment with raftiline and albumin, the amount of *B. lactis* biomass increased nearly twice and the intensity of the absorption band at 1040 cm⁻¹ increased significantly, which differed from the environment with glucose.

Key words: prebiotics, probiotic bacteria, stomach model environment, resistance.

Introduction

Prebiotics are nondigestible food components that selectively stimulate the growth and/or activity of one or a limited number of bacteria in the colon that can improve the host's health. Natural prebiotics are components of different foods and can be isolated from plants or synthesized enzymatically, for example from sucrose. The prebiotic must be stable in the stomach environment, not absorbed in the gastrointestinal tract but fermented by the gastrointestinal microflora, and must selectively stimulate the growth and/or activity of intestinal bacteria associated with health and wellbeing (Gibson, 1999; 2004; Wang, 2009). Well known prebiotics are lactulose, lactitol, oligofructose, fructooligosaccharides, inulin and galacto-oligosaccharides, isomaltooligosaccharides,

arabinogalactan, polydextrose and maltodextrin. Probiotics are microorganisms – certain species and strains of *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, and *Streptococcus* used as supplements of foods and beverages. However, not all bacteria present in fermented milk products or yogurt possess the probiotic effect. Foodstuffs with probiotic bacteria and prebiotic additives are called synbiotic or eubiotic functional foods that possess increased survivability of the administered probiotic and facilitate its inoculation in the large intestine (Scantlebury-Manning, Gibson 2004). Recent studies have shown that synbiotics modulate the gut microbiota, promoting its healthier composition; it appears that synbiotics can be more efficient than either pro- or prebiotics alone in inducing this effect (Saulnier, 2007).

There are many studies dealing with the effect of prebiotics on the organism *in vivo* experiments while few investigations are devoted to *in vitro* experiments on the impact of fructooligosaccharides on the growth of selected probiotic bacteria. The growth dynamics of *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079, *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242, *Bifidobacterium bifidum* DSM 20082, *Bifidobacterium bifidum* DSM 20215, *Bifidobacterium bifidum* DSM 20239, and *Bifidobacterium bifidum* DSM 20456 in media supplemented with various saccharides, including prebiotic preparations, were evaluated by Goderska, Nowak and Czarnecki (2008). An ideal probiotic would be one that can survive passage through the gastrointestinal tract, establish itself permanently in the small intestine and colon, and provide a specific health benefit for the host by eliciting an immune response; secretion, production, and synthesis of compounds such as short-chain fatty acids, lactic acid, and bacteriocins or another appropriate mechanism. As a source of energy this probiotic would selectively utilize a prebiotic, would be safe, and would have few, if any, side effects (Bezkorovainy, 2001).

Lactic acid-fermented foods have been shown to increase the absorption of iron (Fe) in human organism, possibly by lowering pH, activation of phytases, and formation of soluble complexes of Fe and organic acids. Bering, Suchdev and Sioltov (2006) tested the effect of an oat gruel fermented with *Lactobacillus plantarum* 299v on non-haem Fe absorption from a low-Fe bioavailability meal compared with pasteurized, fermented oat gruel and non-fermented oat gruels. It was shown that fermented gruel with live *L. plantarum* 299v significantly increased the absorption of Fe compared with the pasteurized and non-fermented gruels. Oat gruel is one of typical foods for infants and elderly people, and there are several oat-based functional food products on a market, thus the resistance of prebiotics in oat gruel-based stomach model environment should be estimated.

The aim of this study was to evaluate the resistance of some prebiotics (inulin, lactulose, and maltodextrin) and the growth of probiotic bacteria *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* in different simple stomach model environments.

Materials and Methods

Prebiotics under the study were: lactulose-based solution containing $\geq 67.0\%$ of lactulose (Duphalac, Netherlands), $\geq 10.0\%$ of galactose, and $\geq 6.0\%$ of lactose; inulin (Raftiline HP, Orafiti, Belgium), with

inulin content $\geq 99.5\%$, polymerization degree ≥ 5 , dry matter (DM) content – 97% ; and maltodextrin (Aldrich). The probiotic bacteria – freeze-dried *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* – were obtained from Chr. Hansen (Denmark).

The stomach model environment was an HCl water solution with pH 2 and an oat gruel filtrate with 0.46% of solids at pH 2. An oat gruel filtrate was prepared from 10 g of oat flacks per liter of water, boiled for 10 min. Water solutions of prebiotics – 4% of inulin, 4% of maltodextrin, or 4% of lactulose – were stored at $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 15, 30 or 60 min, at pH 2. Fermentations of 0.46% oat gruel water solution with or without prebiotics and/or probiotic bacteria were carried out at $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 30 and 60 min.

Prior to fermentation, *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* were twice cultivated in MRS (de Man, Rogosa and Sharpe) medium at $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 24 h, then centrifuged and the obtained biomass dissolved in 2 mL of peptone water, pH was regulated to 2, and $400\text{ }\mu\text{L}$ of culture were grown in water-prebiotic environment with 4% of raftiline, 4% of albumin, and 4% of glucose in several combinations at $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 60 min. The viable cell count (VCC mL^{-1}) was tested before and after the fermentation.

The concentration of total carbohydrates was measured after hydrolysis (10% HCl) by Lane-Eynon method, and was calculated as reducing sugars (RS). Free reducing sugars were determined without hydrolysis according to Velikaya, Suxodul and Tomasevich (Великая, Суходул, Томашевич, 1964). The DM of samples was determined gravimetrically after dehydration at $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. The content of inulin was determined according to the AOAC 999.03 and AACC 32.32 methods. Lactulose was determined chromatographically by Agilent 1100, using Aminex HPX-87H column (Biorad), the refraction index detector, at $45\text{ }^{\circ}\text{C}$, mobile phase – $0.005\text{ M H}_2\text{SO}_4$, the speed of mobile phase – 0.6 mL min^{-1} , and the sample volume – $20\text{ }\mu\text{L}$. The content of maltodextrin was determined as the concentration of glucose (Schmidt, 1961).

Fourier transform infrared (FTIR) absorption spectra were registered on an HTS-XT micro-plate reader (BRUKER, Germany). The samples of oat gruel media, prebiotic components ($10\text{--}20\text{ }\mu\text{L}$), and biomass of *Bifidobacterium lactis* Bb-12 ($5\text{--}10\text{ }\mu\text{L}$) were dried on a 384 place silicon plate at $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the spectra were collected over the wavelength range of $4000\text{--}600\text{ cm}^{-1}$, 32 scans, resolution –

Table 1

The concentration of prebiotics after fermentation in water solution

Prebiotics in water solution	Reaction time, min	Total carbohydrates, %	Glucose, %	Fructose, %	Inulin, %	Lactulose, %
Inulin, 4.00%	0	3.33	0.009	0.024	2.96	–
	15	3.25	0.010	0.040	2.76	–
	30	3.26	0.010	0.050	3.03	–
Lactulose, 4.00%	0	1.69	0.006	0.002	–	–
	15	1.55	0.005	0.003	–	1.89
	30	1.48	0.006	0.002	–	1.92
Maltodextrin, 4.00%	0	1.02	0.065	–	–	–
	15	0.98	0.060	–	–	–
	30	1.15	0.060	–	–	–

Table 2

The concentration of prebiotics after fermentation in stomach model environment with gruel filtrate

Prebiotics in stomach model environment	Reaction time, min	Total carbohydrates, %	Glucose, %	Fructose, %	Inulin, %	Lactulose, %
Inulin, 4.00%	0	3.60	0.011	0.029	3.17	–
	30	3.27	0.033	0.307	2.67	–
	60	3.32	0.055	0.578	2.29	–
Lactulose, 4.00%	0	1.64	0.006	0.003	–	1.808
	30	1.67	0.007	0.003	–	1.521
	60	1.57	0.007	0.004	–	1.617
Maltodextrin, 4.00%	0	1.32	0.072	–	–	–
	30	1.26	0.065	–	–	–
	60	1.24	0.068	–	–	–

6 cm⁻¹. Data were processed by software OPUS 6.5, and baseline corrected by the rubber band method, CO₂ bands excluded. For data processing, spectra with the absorption of 25–80% were used to ensure direct proportionality of the band intensity and concentration, and thus apply the semi-quantitative analysis. Data pre-processing for cluster analysis were vector normalization and frequency ranges 1501–727 cm⁻¹. The semi-quantitative analysis was based on the band integration (an integration area) – the vertical to the oblique line between the closest minimums of peaks: 1040 cm⁻¹ for carbohydrates, and 1543 cm⁻¹ for proteins (Amid II).

Results and Discussion

The resistance of prebiotics was studied in water solution and oat gruel as the simplest stomach model

environment. The concentrations of prebiotics after fermentation for 15, 30 or 60 min are shown in Tables 1 and 2. The concentration of inulin, lactulose and maltodextrin in a water solution practically did not change during 30 min; however, lactulose and maltodextrin were slightly more resistant than inulin (Table 1). The stomach model environment with a gruel filtrate contained oat origin substances, including carbohydrates and one of the prebiotics under the study. During fermentation for 60 min, lactulose and maltodextrin proved to be more stable than inulin as its concentration decreased from 3.17 to 2.29% (Table 2).

The resistance of prebiotics in oat gruel was evaluated also by means of FTIR spectroscopy (Fig. 1). Infrared (IR) absorption spectra of oat gruel and with three prebiotic components varied in

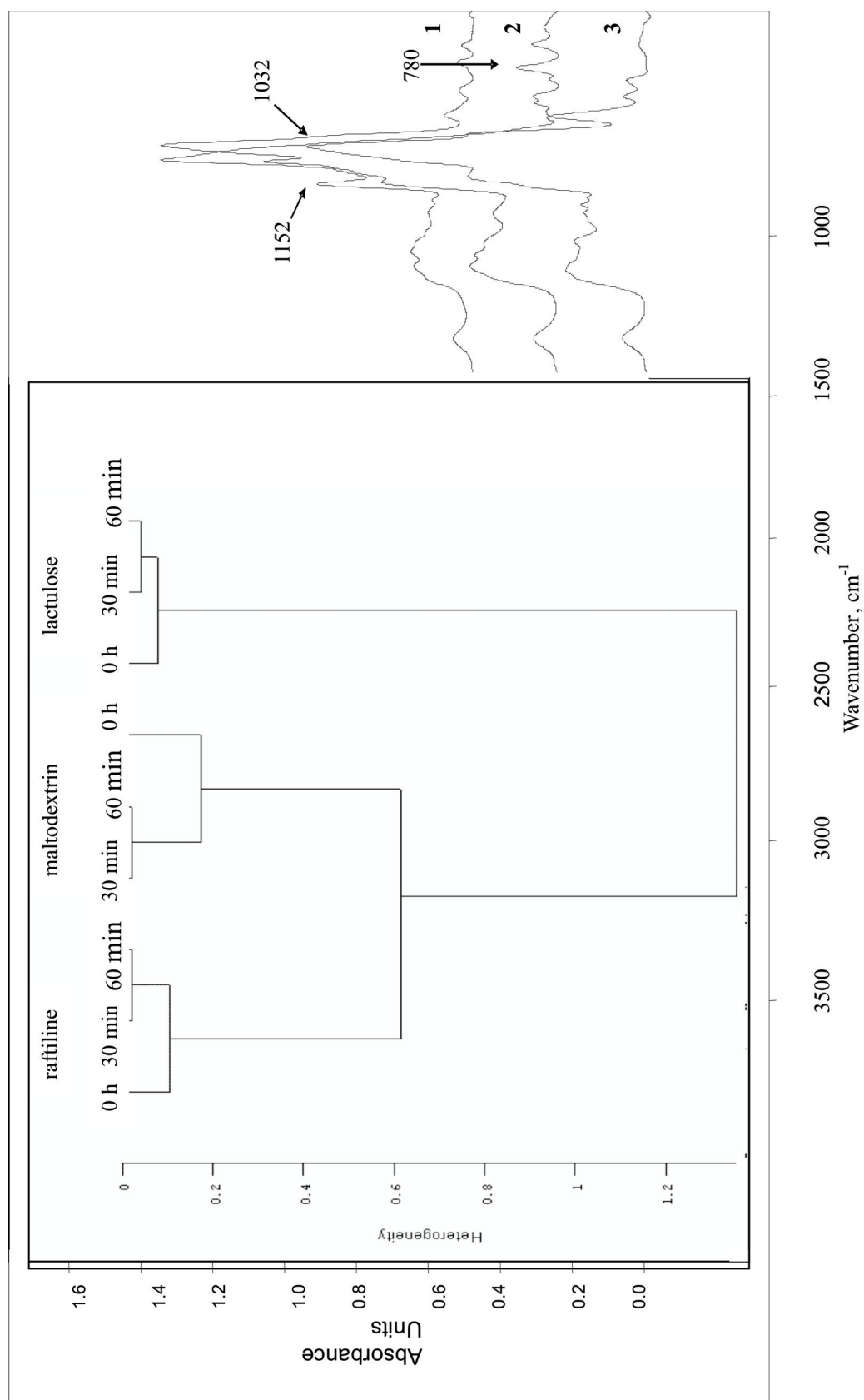


Fig. 1. FT-IR spectra of maltodextrin (1), lactulose (2) and raffinose (3), and the cluster of spectra of oat gruel-based environment with maltodextrin, or raffinose, or lactulose additives at different fermentation stages.

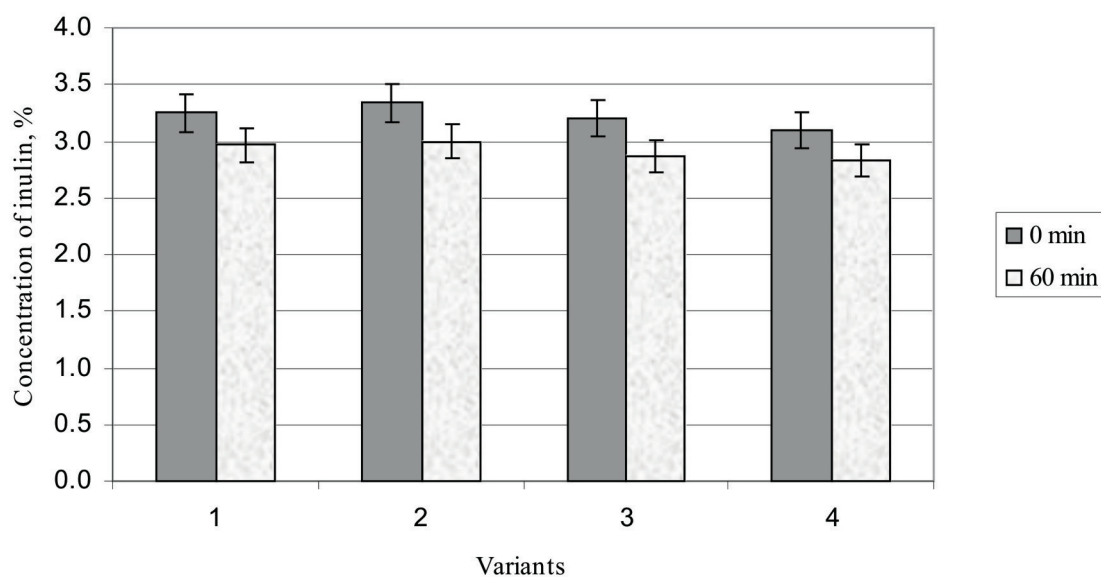


Fig. 2. The concentration of inulin in the stomach environment model during fermentation with:
1 – 4% raftiline powder in water solution; 2 – 4% raftiline + 4% glucose; 3 – 4% raftiline + 4% albumin;
4 – 4% raftiline + 4% albumin + 4% glucose.

Table 3

Viable cell count (VCC) of *Bifidobacterium lactis* Bb-12 in different stomach model environments

The stomach model environment and the reaction time	VCC, mL ⁻¹	Δ (30 min-60 min)
Control		
H ₂ O	(2.99±0.42) · 10 ⁷	
30 min	(23.45±2.19) · 10 ⁶	
60 min	(18.55±0.64) · 10 ⁶	4.90 · 10 ⁶
Raftiline, 4.00%		
30 min	(26.0±5.66) · 10 ⁶	
60 min	(17.35±0.49) · 10 ⁶	8.65 · 10 ⁶
Lactulose, 4.00%		
30 min	(24.85±7.28) · 10 ⁶	
60 min	(18.80±0.28) · 10 ⁶	6.05 · 10 ⁶
Maltodextrin, 4.00%		
30 min	(23.70±7.5) · 10 ⁶	
60 min	(19.25±0.35) · 10 ⁶	4.45 · 10 ⁶
Oat gruel, 0.46%		
30 min	(24.75±3.18) · 10 ⁶	
60 min	(17.40±0.57) · 10 ⁶	7.35 · 10 ⁶

the carbohydrate region of 900-1200 cm^{-1} (CO, CC, stretching vibrations and COH, COC deformation vibrations of carbohydrates) with maximums at 1080, 1075, or 1032 cm^{-1} in the maltodextrin, lactulose, or inulin additive samples correspondingly. The spectra of oat gruel and oat gruel with maltodextrin were similar, and no band can be assigned as a characteristic for maltodextrin in this mixture. Absorption bands of inulin and lactulose overlapped with oat carbohydrate bands thus changing the shape of total carbohydrate band. In the spectrum of oat gruel with lactulose, a separate band at 780 cm^{-1} was more pronounced than in oat gruel spectrum and therefore can be used for quantitative evaluations. In the spectrum of oat gruel with inulin, a separate band at 936 cm^{-1} was much higher than in oat gruel spectrum. Our previous studies showed that it can be assigned as a characteristic for inulin, and therefore was used to control the changes in inulin concentration in Jerusalem artichoke or chicory (Bekers, Grube, Upite, 2007). Evaluation of the spectra by cluster

analysis did not show any significant changes during the reaction time. Nevertheless, the cluster analysis demonstrated pronounced differences between the spectra depending on the applied prebiotic additive.

A more complicated stomach environment model was water solution of 0 or 4% of inulin/rafiline, albumin and glucose. The initial concentration of inulin as well as after 60 min of fermentation was determined, and the results are shown in Fig. 2. The study showed that albumin stimulates the destruction of inulin.

The benefits of probiotics depend on their viability and growth under specific environmental conditions. As probiotic bacteria are the most important components of the symbiotic complex acting in the intestine and effectively diminishing the risk of many illnesses, the effect of inulin, lactulose and maltodextrin in gruel filtrate and of albumin and glucose on the resistance of *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* was studied (Tables 3 and 4). Both cultures showed similar good resistance in an oat gruel-based stomach model

Table 4

Viable cell count (VCC) of *Lactobacillus acidophilus* in different stomach model environments

The stomach model environment and the reaction time	VCC, mL^{-1}	Δ (30 min-60 min)
Control		
H ₂ O	$(3.00 \pm 0.01) \cdot 10^6$	
30 min	$(10.70 \pm 0.61) \cdot 10^5$	
60 min	$(4.1 \pm 0.85) \cdot 10^5$	$6.60 \cdot 10^5$
Rafiline, 4.00%		
30 min	$(15.0 \pm 2.83) \cdot 10^5$	
60 min	$(6.95 \pm 1.34) \cdot 10^5$	$8.05 \cdot 10^5$
Lactulose, 4.00%		
30 min	$(9.95 \pm 1.34) \cdot 10^5$	
60 min	$(7.75 \pm 0.35) \cdot 10^5$	$2.20 \cdot 10^5$
Maltodextrin, 4.00%		
30 min	$(8.97 \pm 1.79) \cdot 10^5$	
60 min	$(4.93 \pm 0.9) \cdot 10^5$	$4.04 \cdot 10^5$
Oat gruel, 0.46%		
30 min	$(10.67 \pm 1.15) \cdot 10^5$	
60 min	$(5.0 \pm 1.0) \cdot 10^5$	$5.67 \cdot 10^5$

Table 5

Viable cell count (VCC) of *L. acidophilus* and *B. lactis* Bb-12 in environment with different prebiotics

The strain and the stomach model environment	VCC, mL ⁻¹
Control <i>L. acidophilus</i>	$(3.5 \pm 0.71) \cdot 10^7$
<i>L. acidophilus</i> + 4.00% raftiline	$(2.8 \pm 1.13) \cdot 10^7$
<i>L. acidophilus</i> + 4.00% raftiline + 4.00% glucose	$(3.1 \pm 0.14) \cdot 10^7$
<i>L. acidophilus</i> + 4.00% raftiline + 4.00% albumin	$(2.25 \pm 1.77) \cdot 10^7$
<i>L. acidophilus</i> + 4.00% raftiline + 4.00% albumin + 4.00% glucose	$(4.35 \pm 0.92) \cdot 10^7$
Control <i>B. lactis</i> Bb-12	$(8.9 \pm 0.14) \cdot 10^7$
<i>B. lactis</i> Bb-12 + 4.00% raftiline	$(2.15 \pm 0.76) \cdot 10^7$
<i>B. lactis</i> Bb-12 + 4.00% raftiline + 4.00% albumin	$(1.97 \pm 0.85) \cdot 10^7$
<i>B. lactis</i> Bb-12 + 4.00% raftiline + 4.00% albumin + 4.00% glucose	$(2.24 \pm 1.14) \cdot 10^7$

system; however, *Bifidobacterium lactis* Bb-12 was slightly more resistant than *Lactobacillus acidophilus* (VCC – 10^6 and 10^5 per mL correspondingly).

Growth of *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* in the stomach model environment with raftiline, albumin and glucose was studied. The VCC showed that both cultures, *L. acidophilus* and *B. lactis* Bb-12, were able to maintain their populations in different environments (Table 5). No significant differences were observed in the VCC after 60 min of incubation in the stomach

model water environment with raftiline (4%), and with raftiline and one of the additives – either albumin (4%) or glucose (4%). It was established that *L. acidophilus* had slightly higher VCC after 60 min of incubation in the stomach model environment with 4% of raftiline, 4% of glucose, and 4% of albumin. In the same environment, the VCC of *L. acidophilus* was slightly higher than that of *B. lactis* Bb-12. This suggests that prebiotic effect of raftiline/inulin might be somewhat more efficient in an environment with glucose and albumin.

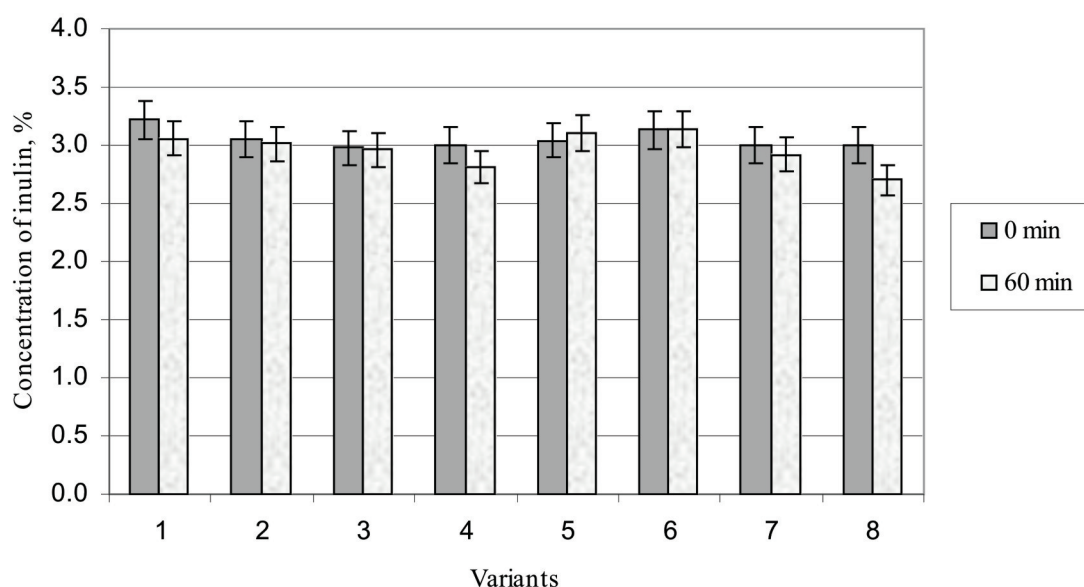


Fig. 3. The concentration of inulin in samples of *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* grown in water solution with different concentrations of raftiline, albumin and glucose:

- 1 – *L. acidophilus* + raftiline; 2 – *L. acidophilus* + raftiline + glucose;
 3 – *L. acidophilus* + raftiline + albumin; 4 – *L. acidophilus* + raftiline + glucose + albumin;
 5 – *B. lactis* Bb-12 + raftiline; 6 – *B. lactis* Bb-12 + raftiline + glucose;
 7 – *B. lactis* Bb-12 + raftiline + albumin; 8 – *B. lactis* Bb-12 + raftiline + glucose + albumin.

The concentration of inulin in environment with raftiline, albumin and glucose (0 or 4%) after 60-min fermentation with *Bifidobacterium lactis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* is demonstrated in Fig. 3. In environment with raftiline, glucose and albumin, the most significant loss of inulin was observed during fermentation with *Bifidobacterium*

lactis Bb-12, whereas inulin proved to be more stable in albumin-free environment with glucose fermented either with *Lactobacillus acidophilus* or *Bifidobacterium lactis* Bb-12. Thus, in artificial stomach model environment prebiotics may negatively influence the survival and growth of probiotic bacteria.

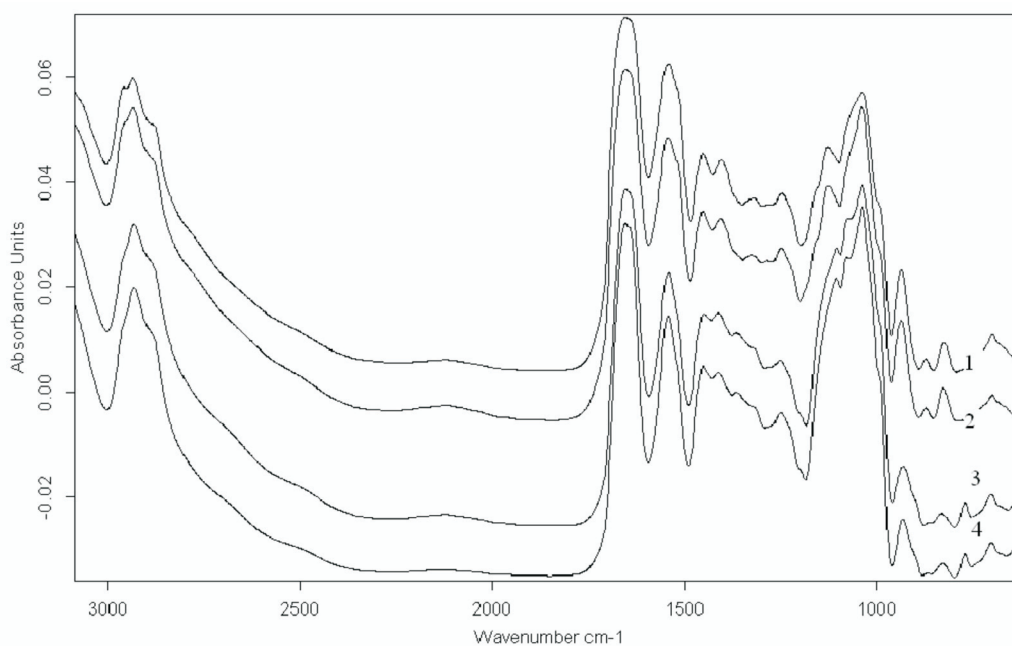


Fig. 4. FTIR spectra of the *Bifidobacterium lactis* Bb-12 biomass grown in various environments: 1 – raftiline + albumin before neutralization for 0 min; 2 – raftiline + albumin after neutralization for 60 min; 3 – raftiline + albumin + glucose after neutralization for 60 min; 4 – raftiline + albumin + glucose before neutralization for 0 min.

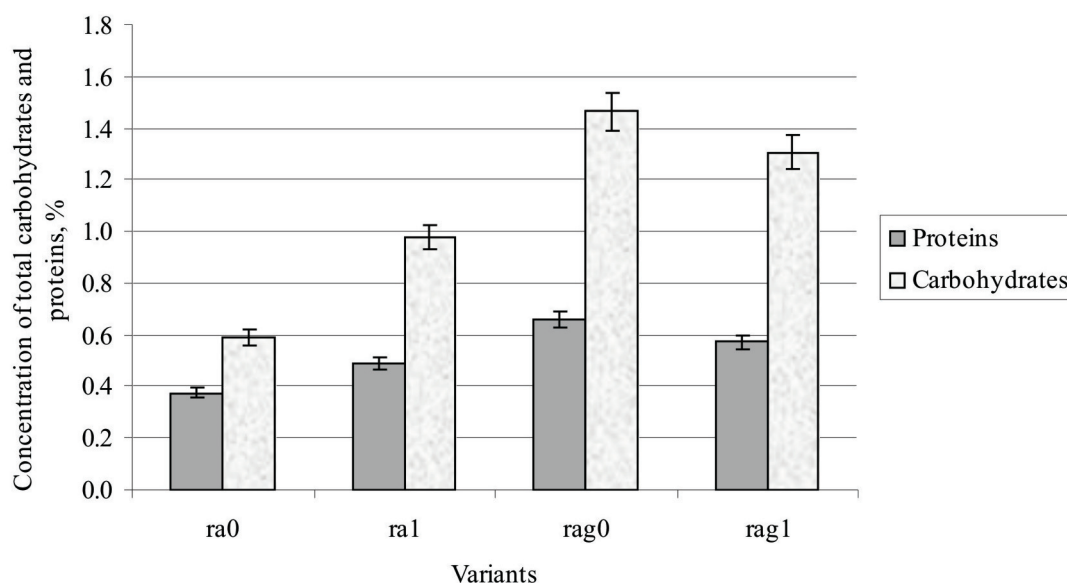


Fig. 5. The concentration of total carbohydrates and proteins in the *Bifidobacterium lactis* Bb-12 biomass grown in various environments containing: ra0 and ra1 – raftiline and albumin after 0 min and 1 h of growth; rag 0 and rag1 – raftiline, albumin and glucose after 0 and 1 h of growth.

FT-IR spectra of the *Bifidobacterium lactis* Bb-12 biomass after growth in environment with raftiline/inulin and albumin, and raftiline, albumin and glucose were recorded, and the obtained spectra are shown in Fig. 4. The spectra are qualitatively similar while the intensities of absorption bands are variable thus identifying changes in the content of carbohydrates, proteins and inulin during the growth of bacteria. Biomass samples were discriminated by cluster analysis according to the composition of the growth media and approved qualitative differences in the carbohydrate composition (profiles in the 870–1200 cm⁻¹ region) and the content of total carbohydrates and proteins (variable intensities of bands at 1040 and 1543 cm⁻¹) in biomass.

In an environment with raftiline and albumin, the content of total carbohydrates in *Bifidobacterium lactis* biomass increased nearly twice and also the intensity of the absorption band at 1040 cm⁻¹ increased significantly. In the spectra of the *Bifidobacterium lactis* biomass grown in environment with raftiline, albumin and glucose, the content of initial carbohydrates was higher due to the added glucose. After 60-min growth of *Bifidobacterium lactis*, the content of total carbohydrates as well as proteins slightly decreased. In order to compare all four samples, the spectra were normalized and integrals of carbohydrate and protein bands were measured (Fig. 5). The results showed that metabolism of *Bifidobacterium lactis* Bb-12 cells was significantly influenced by the growth environment, particularly by glucose.

Conclusion

This study showed that in a simple stomach model environment – water and prebiotics –, the concentration of inulin, lactulose and maltodextrin was stable during fermentation for 30 min. In oat gruel-based model environment, the loss of inulin reached 28% but lactulose and maltodextrin remained stable during 60-min fermentation. *Bifidobacterium lactis* Bb-12 proved to be more resistant than *Lactobacillus* in the stomach model environment with prebiotics, oat gruel, glucose and/or albumin. Probably some prebiotics and/or proteins can negatively influence the survival and growth of probiotic bacteria in a particular stomach environment.

Thus, in order to create and establish the benefits of synbiotic foodstuffs and offer them as valuable functional food products to the market it is necessary to study and control the resistance and

efficiency of prebiotics and probiotic bacteria and their synbiotic activity/value by complex studies of biochemical processes in variable *in vitro* and *in vivo* environments.

The stomach model systems *in vitro* certainly are very simplified as *in vivo* prebiotics and probiotic bacteria interact with enzymes, microflora and other systems of the stomach and more complex gut and intestine environment. However, this preliminary study showed the resistance of some prebiotics and probiotic bacteria and indicated the necessity and importance of subsequent studies evaluating the inhibitory effects of different food components on probiotic bacteria and symbiotic complexes.

References

1. Bekers, M., Grube, M., Upite, D., Kaminska, E., Linde, R., Scherbaka, R., Danilevich, A. (2007) Carbohydrates in Jerusalem artichoke powder suspensions tuber systems. *Nutrition and Food Science*, Vol. 37, No. 1, 42–49.
2. Bering, S., Suchdev, S., Sioltov, L., Berggeren, A., Tetens, I., Bukhave, K. (2006) A lactic acid-fermented oat gruel increases non-haem iron absorption from a phytate-rich meal in healthy women of childbearing age. *British Journal of Nutrition*, Vol. 96, No. 1, 80–85.
3. Bezkorovainy, A. (2001) Probiotics: determinants of survival and growth in the gut. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 73, No. 2, 399S–405S.
4. Gibson, G.R. (1999) Dietary Modulation of the Human Gut Microflora Using the Prebiotics Oligofructose and Inulin. *The American Society for Nutritional Sciences*, Vol. 129, 1438S–1441S.
5. Gibson, G.R. (2004) From Probiotics to Prebiotics and a Healthy Digestive System. *Journal of Food Science*, Vol. 69, No. 5, M141–M143.
6. Goderska, K., Nowak, J., Czarnecki, Z. (2008) Comparison of the growth of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* species in media supplemented with selected saccharides including prebiotics. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, Vol. 7, No. 2, 5–20.
7. Saulnier, D.M.A. (2007) Synbiotics: making the most of probiotics and prebiotics by their combinations? *Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods*, Vol. 4, No. 2, 9–19.

8. Scantlebury-Manning, T., Gibson, G.R. (2004) Prebiotics. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, Vol. 18, No. 2, 287–298.
9. Schmidt, F.H. (1961) Die enzymatische Bestimmung von Glucose und Fructose nebeneinander. *Klinische Wochenschrift*, Vol. 39, 1244–1247.
10. Wang, Y. (2009) Prebiotics: Present and future in food science and technology. *Food Research International*, Vol. 42, 8–12.
11. Великая, Е.И., Сүходул, В., Томашевич, В. (1964) *Общие методы контроля бродильных производств*. Москва, Пищевая промышленность, 85–86.

Anotācija

Pētījuma mērķis bija noskaidrot prebiotiku – inulīna, malto dekstrīna un laktulozes – 4% ūdens šķīduma un probiotisko baktēriju *Bifidobacterium lactis* Bb-12 un *Lactobacillus acidophilus* rezistenci kuņģa modeļa vidēs. Kā vienkāršākais kuņģa modelis tika izmantots sālsskābes ūdens šķīdums ar 0.46% auzu tumes filtrātu pie pH 2. Auzu tumes fermentācija ilga 15, 30 un 60 minūtes ar vai bez probiotiskajām baktērijām 37 °C temperatūrā. Laktuloze un malto dekstrīns ūdens vai auzu tumes vidē bija rezistentāki nekā inulīns. Salīdzinot ar *B. lactis* Bb-12, *L. acidophilus* koloniju veidojošo vienību skaits pēc 60 minūšu inkubācijas ar raftilīnu, glikozi un albumīnu bija nedaudz lielāks. Kuņģa vides modelī ar auzu tumi *B. lactis* Bb-12 bija rezistentāks par *L. acidophilus*. *B. lactis* Bb-12 un *L. acidophilus* biomasu paraugi tika diskriminēti, izmantojot Furjē transformācijas infrasarkanā spektra klastera analīzi, lai novērtētu kvalitatīvas atšķirības ogļhidrātu sastāvā un kvantitatīvas atšķirības kopējo ogļhidrātu un proteīnu daudzumā atkarībā no barotnes sastāva. Audzējot *B. lactis* kuņģa modeļa vidē ar raftilīnu/inulīnu un albumīnu, tika konstatēts gandrīz divkārtš biomasas palielinājums, bet vidē ar glikozi varēja novērot pretēju efektu. Mēģinājumi parādīja, ka kuņģa modeļa vidēs pārbaudītie probiotiķi ir rezistentāki par prebiotikiem.

Personality Competitiveness: Structure and Indications in Pedagogy **Personības konkurētspēja: struktūra un pazīmes pedagogijā**

Ilze Kalniņa, Irēna Katane

Institute of Education and Home Economics, LLU

LLU Izglītības un mājsaimniecības institūts

e-mail: Irena.Katane@ilva.lv

Abstract. Since 2005 the authors of the article have carried out the research on “human competitiveness” in several stages with the aim: as a result of experimental research to find out the view of the Latvian secondary school pupils about the semantic meaning of the concept “competitiveness”, as well as the evaluation of competitiveness features (indications) given by the youth. Latvian secondary school pupils evaluated the following competitiveness features (indications) as the most significant: persistence; readiness for risk; ability to work and respect towards work; clear aims for life/future; communicative skills; ability to be the leader; no fear to make a mistake; creativity; skills to convince others and to defend one’s own point of view; cooperation skills; readiness to overcome difficulties, including physical and mental endurance. In the pupils’ statements and evaluation regarding the competitiveness, the authors have indicated the following methodological approaches: biometrical, functional, and structural approach. Having evaluated separately the survey questionnaires of respondents from rural and city secondary schools, the authors concluded that there is no conformity of opinions neither in the group of rural respondents, nor in that of urban respondents. At the same time, having processed all the obtained data mathematically on the whole (comparing the sums of the mean classes of competitiveness indications), a conclusion was drawn that there is correspondence regarding the Latvian youth’s opinions on the main indications of marketable personality. These results show that, irrespective of the cultural difference between rural and urban environment, there is uniform youth’s subculture in Latvia, including uniform views, values, behavioural norms, etc.

Key words: changeable environment; competitive personality; ecological approach; evaluation; pupils’ opinions.

Introduction

The dynamics of socially economic activities and their growth is becoming the problem of global scale. Many processes make us question the possibilities of sustainable development and aims of activity. Material values have started to dominate over the mental values, including moral and ethical values. The imperative of today is the balanced and sustainable development of the environment: economic, natural and social environment. That can be compared to a pedagogical problem to be solved: personality and its comprehensive and harmonious development. It is believed in Latvia that the intellectual development of the youth nowadays is much faster than their moral development, the fact that makes us think about possible dangers of such processes. Egocentric thinking aimed at consumer-based attitudes dominates also in the behaviour of young people thus changing

their system of values, which in its turn has resulted from the changing priorities not only in the society in general but also in education.

Club of Rome: Aurello Peccei (Gnazzo, 2007), the founder of the world’s non-governmental organization of scientists, emphasized an idea that the search for the model of the world’s developmental management should be based on the cognition that an individual must learn to manage him/herself. The self-regulation should be conscious, comprehended and target-oriented. A. Peccei indicates that an individual is in dilemma: either to change as a personality under the changeable environment (..), or he/she is doomed.

The new paradigms in pedagogy: ecological paradigm and synergetic paradigm enable to study an individual as a self-developing, self-organizing and self-evaluating system that functions in the sphere of

education, learns to live, plan and forecast; constructs and gathers its own experience; that is able to choose and to be responsible for the consequences of its own actions under the conditions of modern rapidly changing environment (Katane, 2007a; 2007b).

The ecological and synergetic approaches enable to draw the conclusion that nowadays an individual must learn to live and change in the interaction with the changeable environment (Katane, 2007a; Katane, Pēks, 2006; Sterling, 2002).

As a result competitiveness has become one of the basic categories not only in economics but also in pedagogy. Moreover, personality is defined possessing the value which will enable it to become a competitive and respectable personality and a marketable specialist due to characteristic features and competencies acquired during life. It is important to be aware and get deeper understanding of the new meaning of the concept which is totally different from the old paradigm of competitiveness and the stereotypes connected with it. All over the world scientists (Bevan, Barber, Robinson, 1997; Covey, 1990; Floren, 1998; Gold, Libby et al., 1997; Hansen, 1998; Trunk Širca, Nastav et al., 2006; Андреев, 2006; Митина, 2003; Шаповалов, 2005; Ширококов, 2000; etc.) work out substantiations of the concept competitiveness of personality within the new paradigm of competitiveness and write about new pedagogical approaches in contemporary education and principles of human activities in modern society.

Therefore the aims of the article are the following: 1) to substantiate the competitiveness as one of the modern pedagogical categories, which has significantly changed its conceptual meaning at the turn of the 20th and the 21st century; 2) to present the results of the experimental research, where the authors have analysed and evaluated pupils' opinions and positions pertaining to indications of competitiveness.

Theoretical Substantiation of Competitiveness in Pedagogy

The mission of pedagogy nowadays is to find answers to the following questions: what kind of pedagogical approach is needed in the educational process so that the new generation would be able to live, self-develop and self-actualize successfully under the conditions of modern changeable environment; how can the formation and development of every young individual as a valuable society member and the person's competitiveness be promoted; how to ensure the personality's adequate adaptation and

integration in the rapidly changing, heterogeneous environment.

An individual's ability to accept the environmental changes is the important precondition to get on with these changes. In order to ensure that the changes become the driving forces of an individual's self-development, instead of being an obstacle, while performing pedagogical activities it is indispensable to take into consideration the following conclusions, presented by various authors (Fulans, 1999; Šmite, 2004; Zīds, 2003).

- The knowledge on the changes should be provided in order to prevent the disappointment, confusion and depression.
- The necessity for the change should be indicated, understood, felt and experienced. Therefore the feeling of safety should be ensured, creating the feeling – everything that is happening is for the better.
- Enough time should be provided to understand and accept the changes. It is important to be interested in the changes, thinking about them and feeling them. There should be the right conditions ensuring that the idea about the changes could be accepted as one's own.
- The overtness towards the dialogue enables an individual to take part in the changes in all the possible ways. Such ways could be debate, discussions, expressing one's position, the declaration presenting an opposition, etc.

The questions arise: How can we evaluate whether the personality is competitive? Is she able to live and self-actualize under the circumstances of changing environment? How can we measure and/or evaluate that?

Russian academician V. Andreyev (Андреев, 2006) implemented a new concept – concurrentology – and characterized it as the research trend in pedagogy on an individual's/personality's competitiveness.

Our research (Katane, Kalniņa, 2008; 2009) shows that there are several approaches to the substantiation of competitiveness in pedagogy: 1) functional approach – competitiveness is substantiated by describing the manifestations of personality's competitiveness, as well as readiness for various actions, including interaction with the external environment; 2) biometrical approach – competitiveness is characterized as a totality of personality's several qualities (individual features, competencies, other qualities), where these qualities serve as the indicators of competitiveness;

3) structural approach – there is a structural model of competitiveness provided, emphasizing several components.

Functional approach. Russian scientist A. Kirsanov (Кирсанов, 2000) provided the functional characterization of competitiveness by defining competitiveness: competitiveness is a socially oriented system of personality that comprises abilities, features, qualities, which 1) characterize potential possibility of this personality to achieve progress in studies, professional or non-professional sphere of life, 2) determine adequate behavior of an individual under the changing circumstances, and 3) ensure internal harmony, self-confidence and confidence about the others. According to scientist L. Mitina (Митина, 2003), who studies the problems related to the competitiveness of a personality since the beginning 1990s, there are at least three spheres of the development of competitiveness: 1) sphere of activities; 2) interaction with the external environment, including communication with other people; and 3) personality's self-development, including self-awareness and self-determination.

Speaking about the sphere of activity, it is important that modern young people would gather different activity experience within the educational process and as a result of these activities – the catalogue of formed and developed skills (A. Leontyev's term; Леонтьев, 1975) would be as wide as possible. According to O. Potyemkina (Потемкина, 2004), competitiveness manifests in activities. One of the spheres of these activities is the professional development of a specialist and the choice of one's own career, planning, forecasting of future and promotion of career development.

Modern youth needs to acquire new socio-economic and professional experience. In order to become a competitive personality, it is very important that young people acquire adequate views about themselves and professional environment: their abilities, interests, needs, and aims in their lives and self-actualization opportunities in the particular environment.

The youth professional self-determination, when choosing the future profession is a very responsible task. In Latvia the career education helps to fulfill this task. This education is being integrated into the formal and informal educational content of schools. Within the process of career education the young people start to understand and study: 1) their abilities, interests,

needs, aims of their lives and their correspondence to the chosen profession; 2) supply of educational environment within the context of their professional aims; 3) the motives, why they have chosen particular professions. The youth of schools must know that due to the scientific progress the world of professions is very dynamic and changing: more and more new professions emerge and many old professions "die". Many professions are topical only for 5–15 years (Muchinsky, 2003; Зеер, 2006; Климов, 1996).

Thus we can draw a conclusion that youth's competitiveness largely depends on the choice of profession.

Structural approach. Scientist V. Andreyev (Андреев, 1998; 2006) has substantiated the structure of competitiveness by emphasizing 10 elements of competitiveness: need and motive; applied activity; self-organization; intellect; volition; culture; moral; confidence; and communicative element of psychological structure. L. Mitina (Митина, 2003) emphasizes three elements in the structural model of competitiveness: personality's progression; competences; and flexibility – emotional, intellectual and activities. But B. Parigin (Парыгин, 1994) emphasizes the following structural elements of competitiveness: 1) psycho-physical element; 2) element of values, faith, internal/external prohibitions and restrictions; 3) professional element; and 4) element of psychological readiness to participate in competition. V. Shapovalov (Шаповалов, 2005) emphasizes within the structure of competitiveness: 1) paradigmatic-prognostic element – internal, subjective meaning and understanding of individual's competitiveness, manifestation of individual perspective of behavior; 2) informative-content element – totality of knowledge, related to "I-conception", establishment of strategy, choice of competitive behavior, decision making, self-evaluation, communicative and regulatory activities; 3) operational or activity element that consists of cognitive, communicative, regulatory etc. parameters, which determine competitive behavior, abilities and skills; 4) element of motivation and values that reflects personality's values orientation, progression towards the self-perfection, the necessity for self-actualization, self-confidence, self-expression, self-development; and 5) volition and emotional element, which is a totality of features/indications, comprising responsibility, independence, initiative, self-confidence, compassion and self-control. As it was pointed out by the Russian scientist E. Ionina (Ионина, 2003), competitiveness

of the young should be examined in two aspects: 1) the acquired professional competencies, and value and competitiveness in the educational and/or professional activities, and 2) personal qualities that witness of readiness for life, self-development, and self-actualization in the conditions of changing social environment.

Biometrical approach. We will mention also some examples of biometrical approach to the characterization of personality's competitiveness. For example, V. Andreyev (Андреев, 1998; 2006) in his works has developed his model of competitiveness, pointing out indicators that characterize competitive personality. He emphasizes that only the synthesis of several different features can ensure individual's competitiveness. Competitive personality should be: determined, heuristic, decisive, flexible, self-rigorous and particular towards others, independent, energetic, respected as an authority, optimistic, with practical experience, principled, communicable, with leader's abilities, innovative, intelligent, revolutionary, reformist. Russian scientist V. Shapovalov (Шаповалов, 2005) emphasizes the following essential indications of a personality's competitiveness: intellectual potential, self-actualization, adequate self-evaluation, self-education, communicability, internality, moral imperative, and ability to make responsible decisions, orientation towards adequate values, and readiness for professional self-determination. But O. Potemkina (Потемкина, 2004) emphasizes such indicators of competitiveness, when providing substantiation of personality's competitiveness: values orientation; motivation to work; peculiarities of professional's life (factor of experience) and reflection; readiness for self-perfection and self-development in the field of chosen profession by improving professional skills on an ongoing basis. Psychologist L. Mitina (Митина, 2003), when characterizing the competitive personality, first of all as a leader, points out the following particularly important features/qualities: independence, social venture (venture to express one's own point of view, which might be opposite to the majority's view, etc.), ability to risk (venture to risk), confidence, and adequate self-evaluation. Scientist from the University of Omsk S. Shirobokov (Широбок, 2000), who studied the problems of competitiveness, while he lived in the USA, when characterizing the students of pedagogy as future marketable specialists, points out the following indications of marketability: professional knowledge;

level of communicative culture; aspiration for the improvement of professional skills; reflection ability.

Indications of Personality Competitiveness: Latvian Pupils' Opinions and Evaluation

The diagnostic experimental research without the researchers' influence (Albrehta, 1998; Lasmanis, 1999; 2002) took place from 2006 to 2008 at general secondary educational institutions of Latvia. The aim of research: investigate, analyse and evaluate the students' opinion on competitive personality and find indications of competitiveness in accordance with our theoretical research. The respondents were chosen from schools which are involved in the project on the national scale "Be the Leader!". Project "Be the Leader!" has been offered to the Latvian pupils since September 1, 2001. Since the development of secondary school pupils' competitiveness is possible in the corresponding pedagogical environment, in 2006 the Latvia Academy of Entrepreneurship and Management was trusted the project "Professional Perfection Programme for the Teachers of Economics "Commercial Studies at a Secondary School", which was financed from the structural funds of the European Union (75%) and state budget (25%). There were 20 books written within the framework of the project (10 textbooks for pupils and 10 books on methodology issues for teachers). There was also implemented "Professional Perfection Programme for the Teachers in the Sphere of "Career"". The process of teachers' professional perfection was implemented also in a form of several seminars. At present there are 2450 pupils and 140 teachers involved in the activities facilitating competitiveness. The project "Be the Leader!" is implemented in all 26 districts of Latvia. There are 127 schools participating in the project: 74 city schools and 53 rural schools.

Material and Methods

The research was divided into two phases. The first phase: the young people had to write an essay with the task describing their notion and ideas about competitive personality, naming at least 10 indications of competitiveness. The result of the content analysis of the projective essays was the list of indications of competitiveness mentioned by not less than 50% of the respondents; the questionnaire used during the second phase was worked out based on the obtained results. The second phase: inquiry was carried out and the respondents had to arrange the indications of competitiveness included in the questionnaire

according to their importance, attaching the ordinal numeral to each indicator; then the obtained data were compiled and compared using mathematical statistics and finally the results were analysed and evaluated by the authors.

In the beginning of the experiment, 30 base schools, which had been involved in the project “Be the Leader!” for several years and had acquired certain experience, were invited to take part in the first phase of the research. The total number of respondents was 498: 1) 338 respondents from 20 rural secondary schools, and 2) 160 respondents from 9 urban schools. The proportion of the number of students coming from rural or urban schools characterises the whole group of participants of the project as the main goal of the project was to involve as many students from the countryside as possible. The envisaged result of the project activities was provision of competitiveness of students as regards the choice of career and during the process of their professional determination, formation and development. During the second phase of the research the choice of respondents was different: 10 of the general secondary educational establishments that had taken part in the first phase of the research as base schools were picked out and agreed to participate in the second phase on voluntary basis. In order to carry out comparative research and ensure the objectivity and validity of the obtained results the authors determined the following criteria for selection of schools to be involved in the second phase of the research: 1) equal number of rural and urban schools; 2) representing all four regions of Latvia – Kurzeme, Latgale, Vidzeme and Zemgale –, as well as the capital of Latvia Riga and Riga district; 3) member school at least for 2 years in the project “Be the Leader!”, taking an active part in various activities of the project; 4) representatives from the same regions and districts (the project “Be the Leader” member schools come from all over Latvia representing its 26 districts).

As a result, 5 rural and 5 urban schools were chosen and the total number of respondents during the second phase of the research was 203: 1) 111 students of urban general education secondary schools and 92 students of rural secondary schools. The slight difference in the number of urban youth was caused by the fact that there are more students in each class in the towns or cities whereas the number of students in rural school senior classes

is smaller; 2) 149 respondents were females and 54 were males; 3) 111 respondents studied in form 10, 62 respondents – in form 11, and 30 students in form 12.

The methods of the experimental research:

1) methods of obtaining data – projective essay with the task, essay content analysis, questionnaire; 2) data processing methods – determination of average ranges, Kendall’s Concordance Test, Kendall’s Correlation Test and Spearman’s Range Correlation Test, using SPSS computer programme.

Results and Discussion

Analysing the students’ essays written during the first phase of the research the authors have found and compiled 26 indications of competitiveness:

- clear goals for life/future;
- operational capability and enjoyment for work;
- creativity;
- readiness for risk;
- independence and freedom of decision-making;
- being success-oriented and belief in oneself;
- lack of fear to make mistakes;
- cooperation skills;
- perseverance;
- self-criticism and self-evaluation skills;
- time management;
- readiness to overcome difficulties, physical and mental endurance;
- stress resistance;
- communication skills;
- skill of individual studies;
- skill of using different sources of information;
- skill of using one’s knowledge in extraordinary situations;
- skill to change one’s thinking, attitudes and action depending on the obtained information, situation as well as external conditions;
- skill to insist on one’s opinion and persuade other people;
- skill to fascinate and inspire others;
- talent of being the leader;
- desire of constant self-development;
- ability to adapt to unfamiliar environment;
- desire to improve oneself in different spheres;
- desire to achieve high results;
- need for positive evaluation expressed by others.

Two approaches were used by the students when formulating the characteristics of a competitive personality, and they supplement one another:

Table 1
Average Range of Competitiveness as Evaluated by Rural and Urban Secondary School Respondents

No.	Indications of competitiveness	Rural secondary schools							Urban secondary schools						
		A	B	C	D	E	sum of average range		A	B	C	D	E	sum of average range	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.		9.	10.	11.	12.	13.	14.	
1	Clear goals for life/future	11.85	9.89	12.58	9.33	10.78	54.43		13.55	11.88	10.90	11.57	7.58	55.48	
2	Operational capability and enjoyment for work	14.10	11.67	5.00	11.87	9.00	51.64		9.91	10.53	7.57	11.17	6.08	45.26	
3	Creativity	13.05	12.78	9.17	13.53	10.44	58.97		11.36	10.76	10.10	12.13	10.75	55.1	
4	Readiness for risk	11.05	9.70	8.08	10.07	9.67	48.57		10.73	7.88	10.71	7.91	8.33	45.56	
5	Independence and freedom of decision-making	16.75	14.04	15.58	11.60	16.11	74.08		14.09	13.76	15.95	14.48	15.83	74.11	
6	Being success-oriented and belief in oneself	17.90	16.74	16.50	14.87	15.89	81.9		15.18	17.94	14.29	15.74	17.58	80.73	
7	Lack of fear to make mistakes	12.70	11.37	11.58	13.53	9.61	58.79		12.27	11.82	7.81	11.57	8.33	51.8	
8	Cooperation skills	14.45	12.07	10.42	10.53	12.06	59.53		12.82	11.18	11.76	12.17	10.67	58.6	
9	Perseverance	11.50	7.67	7.25	11.53	7.78	45.73		10.27	9.12	10.14	10.78	5.58	45.89	
10	Self-criticism and self-evaluation skills	13.65	17.67	18.58	15.20	16.28		81.38	15.45	18.59	16.05	18.35	19.25		87.69
11	Time management	15.70	17.70	19.92	16.73	17.78	87.83		18.64	13.06	13.05	13.52	15.33	73.6	
12	Readiness to overcome difficulties, physical and mental endurance	16.45	12.33	11.50	11.27	10.50	62.05		9.73	15.47	11.95	9.43	12.08	58.66	
13	Stress resistance	14.15	15.22	16.08	16.80	13.11	75.36		14.73	19.65	14.81	17.65	12.17	79.01	
14	Communication skills	12.75	9.41	9.83	10.87	13.00	55.86		13.91	7.59	11.95	6.96	11.58	51.99	
15	Skill of individual studies	14.70	16.52	16.33	15.40	12.83	75.78		15.09	15.35	17.00	16.26	17.50	81.2	

Table 1 (concluded)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
16	Skill of using different sources of information	13.40	17.37	17.25	15.00	15.94	78.96	18.09	17.35	15.71	14.57	17.00	82.72
17	Skill of using one's knowledge in extraordinary situations	11.85	13.81	13.50	14.40	12.72	66.28	13.00	15.35	13.86	15.09	20.33	77.63
18	Skill to change one's thinking, attitudes and action depending on the obtained information, situation as well as external conditions	14.90	18.59	18.58	16.67	17.06	85.8	16.55	17.71	17.48	19.30	17.75	88.79
19	Skill to insist on one's opinion and persuade other people	11.15	11.74	12.58	12.60	11.39	59.46	10.09	11.29	13.19	10.78	16.75	62.1
20	Skill to fascinate and inspire others	10.55	17.00	11.25	12.87	14.50	66.17	13.91	13.41	17.52	15.91	18.92	79.67
21	Talent of being the leader	13.25	7.63	14.42	11.73	8.89	55.92	9.36	8.76	11.14	10.74	8.83	48.83
22	Desire of constant self-development	12.25	11.33	16.42	13.27	17.67	70.94	11.45	14.12	17.33	12.48	15.25	70.63
23	Ability to adapt to unfamiliar environment	13.85	15.22	13.17	16.13	16.89	75.26	15.27	11.47	15.57	15.35	17.50	75.16
24	Desire to improve oneself in different spheres	9.85	9.48	15.00	16.20	16.67	67.2	14.55	12.82	12.57	12.61	10.33	62.88
25	Desire to achieve high results	12.15	11.22	12.33	11.60	15.67	62.97	11.91	13.76	12.90	14.13	11.83	64.53
26	Need for positive evaluation expressed by others	14.95	21.96	17.17	17.87	17.67	89.62	16.55	20.71	20.43	21.43	18.08	97.2

1) *biometrical approach* – paying attention to personality features/qualities, including personal touches, skills and abilities; 2) *functional approach* when competitiveness is manifested in action, including planning and management of one's activities, as well as in interaction with other people. Analysis and evaluation of the obtained results has led to the conclusion that the competitiveness indicators that were mentioned by the majority of students form the structure of competitiveness, and it consists of three main components: 1) personality advance component; 2) competence component; and 3) personality flexibility component.

The questionnaire used during the second phase of the research was worked out pursuant to the results described above. The respondents had to arrange competitiveness indications/indicators according to their importance (starting with the most relevant – 1 – to the least relevant one – 26).

The data obtained from all the respondents were compiled and analysed in a way that allowed the authors to compare the opinion expressed by students living in cities and in the country. The average ranges of competitiveness indications were calculated in both the groups – rural and urban secondary school selection groups (Table 1).

At the beginning of data processing the authors determined whether there is the unity or similarity of evaluation comparing the opinion of respondents separately in urban and in rural school group. We determined the coefficient of concordance by means of Kendall's Test. Since the $p\text{-value}=0.934 > \alpha=0.05$ and Kendall's Coefficient of Concordance $W=0.008$, the authors have come to the conclusion that there is

no unity as regards the opinion about the importance of competitiveness indications expressed by urban school students and the evaluation differences are great.

The results of the Kendall's Concordance Test toward rural pupils opinion about competitive person/personality show that $p\text{-value}=0.977 > \alpha=0.05$ and Kendall's Coefficient of Concordance $W=0.004$ which leads to the conclusion that there is no unity as regards the opinion about the importance of competitiveness indications expressed also by rural school students. Their evaluation differences are relevant as well.

The last task of the data processing was to compare the sums of competitiveness indications average ranges in both the selection groups: in urban and in rural school respondent groups. Kendall's Correlation Test and Spearman's Range Correlation Test results give evidence that there is correlation between the two indication sample groups: the sums of competitiveness indications average ranges as evaluated by urban and rural school students as Kendall's Correlation Coefficient $W=0.785$ and Spearman's Range Correlation Coefficient $r_s=0.919$.

That means there is no significant difference between the opinion and ideas about personality competitiveness and its indications expressed by urban school students and rural school students. The ecological approach and system approach in pedagogy (Katane, 2007a; Sterling, 2002) help to explain this phenomenon. We have two explanations.

1. The above approaches in educational ecology, cultural ecology, cultural pedagogy and culturology help to substantiate concepts

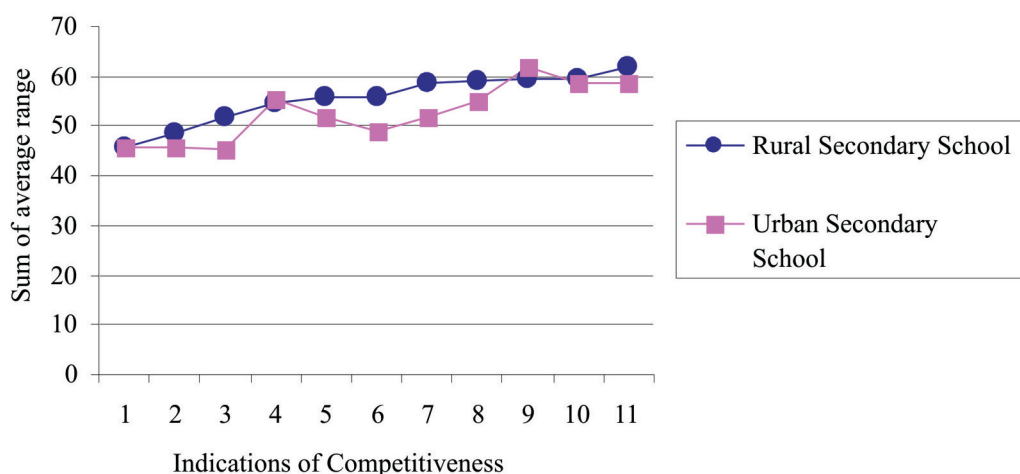


Fig. 1. The contingency between evaluating by both respondents' groups: the pupils of the rural and urban secondary schools (the most important 11 indications of competitiveness after the sums of the average range).

of culture and subcultures, including youth subculture (Katane, Apermane, Baltu ģite, 2007; Dirba, 2003; 2006). Therefore despite the specific cultural environment of urban and rural schools we should not forget about peer or generation subculture which includes united subculture characteristic to the youth. Consequently, young people are united by the same values, norms of behaviour, etc.

2. All respondents (from both urban and rural schools) developed their opinion about competitive personality in the framework of the project on the national scale "Be the Leader!" It means that they learned the subjects in the framework of the common (joint) business educational program.

The sums of average range of competitiveness indications as evaluated by both urban and rural school student groups give evidence that the most important competitiveness indicators are 11, and the respondents have chosen the following indications (see Fig. 1): 1) perseverance; 2) readiness for risk; 3) operational capability and enjoyment for work; 4) clear goals for life/future; 5) communication skills; 6) talent of being the leader; 7) lack of fear to make mistakes; 8) creativity; 9) skill to insist on one's opinion and persuade other people; 10) cooperation skills; and 11) readiness to overcome difficulties, physical and mental endurance.

Conclusions

1. It is important to study the younger generation's understanding about competitiveness, as well as to promote its development. The results of the average index of competitiveness indications according to the evaluation provided by pupils of both urban and rural secondary schools shows that 11 most significant indicators of competitiveness according to respondents' point of view are: persistence; readiness for risk; operational capability and enjoyment for work; clear aims for life/future; communication skills; ability to be the leader; no fear to make a mistake; creativity; skills to convince others and to defend one's own point of view; cooperation skills; and readiness to overcome difficulties, and physical and mental endurance.
2. There are three approaches for substantiation of personality competitiveness in the pupils' opinion and evaluation: 1) biometrical approach;

2) functional approach; and and 3) structural approach. Our research testifies that structural approach is the combined approach.

3. The obtained results testify that: 1) there is not concordance/unity in the evaluation provided by the pupils of urban schools regarding the significance of competitiveness indications; 2) there isn't concordance/unity in the evaluation provided by the pupils of rural schools as well; in both cases we diagnosed disparities.
4. There is a correlation between two selections of indications: the sums of the average ranges of competitiveness indications according to the evaluation provided by pupils of urban and rural schools. It means that there are no differences between urban and rural respondents' views regarding the significance of competitiveness indications which characterize competitive person/personality, because, in spite of the specificity of cultural environment of urban and rural schools and peculiarities of individual thinking, on the whole there exists a uniform subculture of generations, including youth subculture, with common basic values, norms of behavior, etc.

References

1. Albrehta, Dz. (1998) *Pētīšanas metodes*. Rīga, Mācību grāmata, 104 lpp.
2. Bevan, S., Barber, L., Robinson, D. (1997) *Keeping the Best: A Practical Guide to Retaining Key Employees*. Institute for employment studies: IES Report 337: <http://www.employment-studies.co.uk/summary/summary.php?id=337> – Accessed on July 8, 2010.
3. Covey, S. R. (1990) *The 7 Habits of Highly Effective People*. The Rockefeller Center, Free Press, New York, USA, 358 pp.
4. Dirba, M. (2003) *Latvijas identitāte: pedagoģiskais aspekts*. Rīga, RaKa, 137 lpp.
5. Dirba, M. (2006) *Mīkultūru izglītības daudzveidība*. Rīga, RaKa, 139 lpp.
6. Floren, G. L. (1998) *Marketable skills and attitudes*. MiraCosta College, California: <http://www.miracosta.edu/home/gfloren/market.htm#Careers> – Accessed on July 8, 2010.
7. Fulans, M. (1999) *Pārmaiņu spēki: izglītības reformu virzieni*. Rīga, Zvaigzne ABC, 167 lpp.
8. Gnazzo, D.V. (2007) *The New World Order*: <http://www.financialsense.com/fsu/editorials/>

- gnazzo/2007/nworder/0109.html – Accessed on July 8, 2010.
9. Gold, J.A., Libby, C.R., Lindner, M.A., Ryckman, R.M., Van Den Borne, B. (1997) Values of Hypercompetitive and Personal Development Competitive Individuals. *Journal of Personality Assessment*, Vol. 69, Iss. 2, 271–184.
10. Hansen, K. (1998) *Dynamic Cover Letters for New Graduates*. The 1st edition. Ten Speed Press, Berkeley, CA, California, 178 pp.
11. Katane, I. (2007a) *No ekoloģiskās paradigmas līdz vides modelim izglītības pētniecībā*. Sērija „Izglītības ekoloģija”. Jelgava, LLU, 239 lpp.
12. Katane, I. (2007b) *Paradigmas Latvijas izglītības vidē mūsdienās*. Sērija „Izglītības ekoloģija”. Jelgava, LLU TF IMI, 117 lpp.
13. Katane, I., Apermāne, B., Baltušīte, R. (2007) Development of Students’ Readiness for the Professional Activities in the Educational Environment of School. *Acta Pericemonologica. Rerum ambientum*, Vol. 2, 206–220.
14. Katane, I., Kalniņa, I. (2008) Competitiveness as a Pedagogical Concept: from Theoretical Substantiation to Pupuls’ Opinions and Evaluation. *Proceedings of the 4th Annual International Scientific Conference: New Dimensions in the Development of Society. Jelgava: Faculty of Social Sciences at Latvia University of Agriculture*, 238–244.
15. Katane, I., Kalniņa, I. (2009) Concept of Personality’s Competitiveness in Contemporary Pedagogy. *Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 10 (10), 57–68.
16. Katane, I., Pēks, L. (2006) *Izglītības ekoloģija: starpdisciplinārs virziens mūsdienu izglītības pētniecībā*. Sērija „Izglītības ekoloģija”. Jelgava, LLU IMI, 56 lpp.
17. Lasmanis, A. (1999) *Pedagoģijas un psiholoģijas pētījumu plānošana un norise*. Rīga, Mācību apgāds, 49 lpp.
18. Lasmanis, A. (2002) *Datu ieguves, apstrādes un analīzes metodes pedagoģijas un psiholoģijas pētījumos*. Rīga, Izglītības soli, 236 lpp.
19. Muchinsky, P.M. (2003) *Psychology Applied to Work. An Introduction to Industrial and Organizational Psychology*. 7th edition. Wadsworth/Thomson Learning, 549 pp.
20. Sterling, S. (2002) Sustainable Education. Re-visioning Learning and Change. *Schumacher Breifing*, No. 6. Publisher by Green Books, 96 pp.
21. Šmite, A. (2004) *Izglītības iestādes vadība. 1. daļa. Pedagoģs. Organizācija. Pārmaiņas*. Rīga, RaKa, 256 lpp.
22. Trunk Širca, N., Nastav, B., Lesjak, D., Sulčič, V. (2006) The Labour Market, Graduate Competences and Study Programme Development: A Case Study. *Higher Education in Europe*, Vol. 31, No. 1, 53–64.
23. Zīds, O. (2003) Pārmaiņu spēki: tēze un antitēze. *Skolotājs*, (4), 27–31.
24. Андреев, В.И. (2006) *Конкурентология*. Казань, Центр инновационных технологий, 470 с.
25. Андреев, В.И. (1998) *Педагогика творческого саморазвития*. Книга 2. Казань, КГУ, 600 с.
26. Зеер, Э.Ф. (2006) *Психология профессий*. Москва, Академический Проект; Фонд “Мир”, 336 с.
27. Ионина, Е.С. (2003) *Формирование конкурентноспособной личности в современных условиях*: <http://college.biysk.secna.ru/konf2003/ionbarn.htm> – Accessed on July 8, 2010.
28. Кирсанов, А.А. (2000) *Методологические проблемы создания прогностической модели специалиста*. Казань, Изд-во КГТУ, 229 с.
29. Климов, Е.А. (1996) *Психология профессионала*. Москва, Изд-во Институт практической психологии. Воронеж, НПО «МОДЭК», 400 с.
30. Леонтьев, А.Н. (1975) *Деятельность, сознание, личность*. Москва, Политиздат, 304 с.
31. Митина, Л.М. (2003) *Психология развития конкурентноспособной личности*. Москва, МПСИ, 400 с.
32. Парыгин, Б. Д. (1994) *Практикум по социально-психологическому тренингу*. СПб., СКФ “Россия-Нева”, 307 с.
33. Потемкина, О.Ф. (2004) Психологическая диагностика конкурентоспособности профессионала. Статьи конференции «Психологическая диагностика и тестирование персонала”: <http://www.psychology.ru/library/technologies/events/875> – Accessed on July 8, 2010.
34. Шаповалов, В.И. (2005) Конкурентоспособность личности в парадигме инновационного педагогического менеджмента. *Ярославский Педагогический Вестник*: <http://www.yspu.yar.ru/vestnik/>

- pedagoga_i_psichologiy/22_5/ – Accessed on July 8, 2010.
35. Ширококов, С. (2000) Оценка качества подготовки конкурентоспособного специалиста в России и Соединенных Штатах Америки. Материалы конференции «Гражданские свободы и образование на рубеже веков и континентов»: <http://www.prof.msu.ru/publ/conf/conf46.htm> – Accessed on July 8, 2010.

Anotācija

Kopš 2005. gada raksta autores vairākos posmos ir veikušas „cilvēka konkurētspējas” pētījumus ar mērķi eksperimentālo pētījumu ceļā noskaidrot Latvijas vidusskolu jauniešu viedokli par jēdziena „konkurētspēja” semantisko nozīmi, jauniešu doto konkurētspējas pazīmju (indikatoru) izvērtējumu. Latvijas vidusskolēnu vērtējumā konkurētspējas visnozīmīgākās pazīmes (indikatoru) ir: neatlaidība; spēja uzdrīkstēties; darbaspējas un darba mīlestība; skaidri dzīves/nākotnes mērķi; komunikatīvās prasmes; spēja būt līderim; nebaidīšanās kļūdīties; radošums; prasme pārliecināt citus un aizstāvēt savu viedokli; sadarbības prasmes; gatavība pārvarēt grūtības; fiziskā un garīgā izturība. Skolēnu dotajos konkurētspējas formulējumos un vērtējumos autores ir nodalījušas šādas metodoloģiskās pieejas: biometriskā, funkcionālā un strukturālā pieeja. Atsevišķi izvērtējot lauku un pilsētu vidusskolu respondentu aptaujas anketas, tika secināts, ka nepastāv vienprātība konkurētspējas vērtējumos ne lauku respondentu grupā, ne arī pilsētu respondentu grupā. Tajā pašā laikā, matemātiski apstrādājot visus iegūtos datus kopumā (salīdzinot konkurētspējas indikatoru vidējo rangū summas), varēja secināt, ka pastāv sakritība Latvijas jauniešu viedokļos par konkurētspējīgas personības galvenajām pazīmēm. Šie rezultāti liecina par to, ka, neskatoties uz lauku un pilsētu kultūrvides atšķirībām, Latvijā pastāv vienota jauniešu subkultūra, t.sk. vienoti uzskati, vērtības, uzvedības normas u.c.

Pedagogu tālākizglītības programmas realizācija Implementation of Further Education Program for Teachers

Anita Aizsila

LLU Izglītības un mājsaimniecības institūts
Institute of Education and Home Economics, LLU
e-mail: aizsila@llu.lv

Abstract. The twenty first century is characterized by changes in the life of society. Those changes are caused by the process of globalization and development of science and technology, especially information technologies. With that, the importance of education increases and becomes topical. Participation of Latvia in the global processes of today's world requires essential reevaluation of the aims and tasks of the educational system – to ensure modernization of the system of education and to introduce new content and methods of education. Those activities are related to training of the in-service teachers, to further education possibilities and to development of new study programs that would provide competitive and flexible labor force. Therefore the utmost attention is devoted to improvement of the teacher education and professional competency, as well as of their social status. The aim of the research was to analyze theoretically, to test practically and to substantiate the necessity of further education in compliance with the changing requirements of the professional competency of the teachers. The courses of further education are designed for in-service teachers therefore the research was based on the methodological principles of action research and case study. The acquisition of the teacher further education program was analyzed. The theoretical research was based on the statements of Latvian and foreign educators and psychologists on adult life-long learning and learning as a necessity for personal self-development.

Key words: further education, life-long education.

Ievads

Divdesmit pirmais gadsimts ir raksturīgs ar pārmaiņām sabiedrības dzīvē, ko ienes globalizācijas procesi un zinātnes un tehnikas, jo īpaši informācijas tehnoloģiju, attīstība. Līdz ar to mūsdienās aktualizējas un palielinās izglītības nozīme.

Pedagogu kompetences pilnveide ir aktuāls jautājums, jo tā aptver izglītības un tālākizglītības procesu un kopumā ir viens no izglītības sistēmas attīstības un modernizācijas nozīmīgākajiem faktoriem. Tas nozīmē, ka izglītības sistēmas darbības efektivitāte un atdeve vispirms ir atkarīga no pedagogu sagatavotības līmeņa un atbilstības darbam. Izglītība ir viena no sabiedrības garīgās un materiālās dzīves kvalitātes rādītājiem. Tas savukārt sasniedzams tad, ja valstī ir izstrādāta un funkcionē mūsdienu prasībām atbilstoša pedagogu sagatavošana un ir nodrošinātas tālākizglītības iespējas. Tālākizglītība Latvijā pazīstama kā izglītības turpināšana pēc formālās izglītības ieguves un darba gaitu uzsākšanas.

Prasme papildināt savas zināšanas ir viens no būtiskākajiem priekšnoteikumiem mūžizglītības idejas īstenošanai. Mūsdienās arvien biežāk tiek lietots jēdziens „sabiedrība, kas mācās”, akcentējot mācīšanās nepārtrauktību visa cilvēka mūža garumā. Atvērtas izglītības koncepcija un mūžizglītība (*life-long education, life-long learning*) kļūst par vienu no svarīgākajām un vadošajām nostādnēm mūsdienu sabiedrībā. Pašā nosaukumā ielikts jēdziena skaidrojums – izglītība kā process, kas sākas no dzimšanas un nepārtraukti turpinās visu dzīvi. Tādējādi šajos terminos tiek ietverti formālās un neformālās izglītības līmeņi un tipi un tiek integrētas un ietvertas visas izglītības struktūras un pakāpes pa vertikāli, horizontāli un hronoloģiski, un visu dzīves situāciju kontekstā.

Rakstā analizēta un apkopota pedagogu tālākizglītības pieredze Latvijas Lauksaimniecības universitātē (LLU) un skaidrots, kā šī problēma risināta Izglītības un mājsaimniecības institūtā (IMI). Viena no profesionālās meistarības pilnveides

iespējām ir tālākizglītība. Tā ir strādājošiem pedagogiem pieejamākais un elastīgākais veids, kā regulāri un sistemātiski sekot jaunākajām nostādnēm pedagoģijā.

Latvijas iekļaušanās mūsdienu pasaules globālajos procesos liek būtiski pārvērtēt izglītības sistēmas mērķus un uzdevumus – nodrošināt izglītības sistēmas modernizāciju un panākt jauna izglītības satura un metodikas ieviešanu. Šie pasākumi ir saistīti ar topošo pedagogu sagatavošanu un tālākizglītības iespējām, jaunu studiju programmu izstrādi, kas nodrošinātu konkurētspējīga un elastīga darbaspēka attīstību. Tādēļ maksimāla uzmanība tiek veltīta pedagogu izglītības un profesionālās meistarības pilnveides sistēmas attīstībai, viņu sociālā statusa paaugstināšanai.

Iekļaujoties Eiropas izglītības sistēmā, Latvijas izglītības sistēma tiek pilnveidota, lai tā atbilstu starptautiskajai izglītības klasifikācijai. Tās attīstība tiek plānota saskaņā ar starptautiski noteiktām pamatnostādnēm izglītības jomā.

Iespēja iegūt labu izglītību un to regulāri pilnveidot lielā mērā ir saistīta ar valsts izglītības politiku, ko tā realizē ar atbilstošu dokumentu izstrādi un, galvenais, īstenošanu dzīvē. Likumos un normatīvajos dokumentos, kuri regulē izglītību, piemēram, LR Izglītības likumā (1998), Izglītības attīstības stratēģiskajā programmā (1998), Mūžizglītības memorandā (2000, 2005), Izglītības attīstības koncepcijā 2007.–2013. gadam (2006), Nacionālās attīstības plānā 2007.–2013. gadam (2006) un ilgtermiņa konceptuālajā dokumentā „Latvijas izaugsmes modelis: Cilvēks pirmajā vietā” (2005) akcentēta doma par visu cilvēku mācīšanos neatkarīgi no viņu vecuma.

Pētījumā no visu izglītības sistēmu reglamentējošo dokumentu klāsta tika atlasīti tie, kas attiecas uz pedagogu profesionālās pilnveides iespējām tālākizglītībā, kā arī uz programmu izstrādi un realizāciju.

Pedagogu tālākizglītība ir attīstībā esošs process, ko raksturo gan mūžīgās vērtības, gan mainīgais saturs. Tālākizglītībā īpaša uzmanība tiek pievērsta sadarbības prasmju attīstībai, sevis apliecināšanai un inovatīvu metožu apguvei. Inovatīvas idejas dod relatīvu labumu un praktisku pielietojamību mācību procesā. Svarīgi, lai pedagogs apzinātos un regulāri pilnveidotu savu profesionalitāti pašizglītības un tālākizglītības ceļā. Profesionālā pilnveide dod iespējas izmantot jaunas mācību metodes, tehnoloģijas, veidot atbilstošu izglītības vidi un paaugstināt darba kvalitāti.

Viens no problēmu risinājuma veidiem, ko īsteno LLU Izglītības un mājsaimniecības institūts, ir piedāvāt pedagogiem apgūt profesionālās pilnveides programmas „Augstskolu didaktika”, „Pamatkurss pedagoģijā” un „Inovācijas pedagoģijā”. Situācijas izpēte norāda uz tēmas zinātnisko aktualitāti un praktisko nozīmīgumu. Lai tālākizglītība sasniegtu savus mērķus, jāizveido elastīga, jebkuram cilvēkam atbilstoša izglītības sistēma.

Pētījuma jautājums: pedagogu tālākizglītības aktualitāti ietekmēs izglītības politikas valstī un izstrādāto programmu piedāvājums.

Pētījuma mērķis: teorētiski analizēt, praktiski pārbaudīt un pamatot tālākizglītības nepieciešamības atbilstību arvien mainīgajām prasībām pedagogu profesionālajā kompetencē. Apzināt tālākizglītības vajadzību kā jaunu realitāti.

Virzībai uz mērķi risināti uzdevumi:

- tālākizglītības politikas jautājumu izpēte starptautiskajos un nacionālajos stratēģiskajos dokumentos;
- jēdziena „tālākizglītība” izpratnes skaidrojums zinātniskajā literatūrā;
- izstrādāta un aprobēta pedagogu tālākizglītības programma „Pamatkurss pedagoģijā”;
- noskaidrots pedagogu viedoklis par tālākizglītības nepieciešamību;
- izvērtēta tālākizglītības piedāvājuma un kvalitātes atbilstība personības iespējām un sabiedrības vajadzībām.

Materiāli un metodes

Tēmas izpēte balstās uz darbības pētījuma (*action research*) metodoloģiskajiem principiem un metodēm, izmantojot atsevišķu gadījumu izpēti (*case study*). Pētījumā izmantots pārskata analītiskais un empīriski aprakstošais pētījuma veids. Rakstā autore uzmanību pievēršusi pedagogu tālākizglītības programmas apguves analīzei.

Teorētisko pamatu veido ārvalstu un Latvijas izglītības pētnieku, pedagogu un psihologu atziņas par pieaugušo mācīšanos mūža garumā un mācīšanos kā personības pašattīstības vajadzību. Pētījuma veikšanā izmantotie avoti:

- Latvijas valdības un Eiropas Savienības institūciju reglamentējošie dokumenti, kas saistīti ar pedagogu tālākizglītības politiku. Ar 2007. gada 1. septembri stājās spēkā Ministru kabineta noteikumi Nr. 570 „Vispārējās izglītības pedagogu un interešu izglītības pedagogu profesionālās pilnveides kārtība”. Noteikumi izdoti saskaņā ar Izglītības likuma 15. panta 14.

- punktu, kas paredz, ka Izglītības un zinātnes ministrija nosaka un koordinē pedagogu profesionālās pilnveides kārtību.;
- humānistiskās psiholoģijas teorētiskās atziņas par personības attīstību un pašrealizācijas nepieciešamību: E. Eriksons (1998), A. Markova (Маркова, 1996), V. Reņģe (2005);
 - andragoģijas teorijas: Ž. Delors (2001), T. Koķe (1999), D. Lieģeniece (2002), G. Svence (2003);
 - pedagoģiskās teorijas – kritiskais konstruktīvisms, darbības pieeja, pieredzes loma jaunu zināšanu veidošanā: Dž. Džūijs (Dewey, 1938), D. Kolba (Kolb, 1984), G. Krīgers (Krüger, 1987), I. Žogla (2001);
 - holisma skatījums tiek pamatots ar E.I. Siliņa (2002) idejām;
 - izglītības vadības jaunākās nostādnes: I. Beļickis (1995), A. Broks (2000), M. Fulans (1999), H. Gudjons (1998), A. Šmite (2004);
 - tālākizglītības programmu raksturīgākās iezīmes un metodes darbā ar pieaugušajiem: R. Andersone (2007), B. Lonstrupa (Lonstrup, 2002), T. Koķe (1999), D. Prets (2000), A. Rogers (1996) u.c.

Pētījums veikts laikā no 2002. līdz 2008. gadam. Tālākizglītības programmas izvērtējumā piedalījās 372 respondenti – Latvijas vispārizglītojošo skolu un profesionālās izglītības iestāžu pedagogi. Rakstā analizēts tālākizglītības programmas vērtējums dalībnieku skatījumā. Pētījuma praktiskai daļai vajadzīgie dati iegūti, īstenojot ESF projektu „Akadēmiskā personāla un skolotāju kompetences paaugstināšana LLU”, kura vadību veica raksta autore.

Pētniecības metožu izvēlē tika respektētas kognitīvās mācīšanās teorijas atziņas, apkopojot iepriekšējo pētnieku (Lonstrup, 2002; Koķe, 1999; Lieģeniece, 2002; Prets, 2000 u.c.) pieredzi šajā jomā. Pedagogu tālākizglītības stratēģijas pētīšanai un kompetences paaugstināšanas noskaidrošanai tika izmantota autore izstrādātā aptaujas anketa. Datu apstrādē un analizē izmantotas MS Excel statistikas funkcijas, datu grupēšanas, analīzes un sintēzes pētījumu metodes. Konstruētajās histogrammas analizēts dalībnieku skaits pa mācību gadiem, vecuma struktūra un mācību programmas vērtējums.

Ar kvantitatīvo un kvalitatīvo metožu palīdzību iegūtie dati savstarpēji cits citu papildināja un

veidoja pilnīgāku priekšstatu par pētāmo rezultātu. Secinājumi izdarīti, pielietojot loģiski konstruktīvo metodi.

Rezultāti un diskusija

Sabiedrības dzīvē notiekošās pārmaiņas būtiski ietekmē arī izglītības sfēru. Ja vēlamies veidot sabiedrību, kura mācās un kurā pieaugušajiem ir nodrošinātas iespējas mācīties mūža garumā, tad izglītībai ir jābūt kvalitatīvai un pieejamai ikvienam Latvijas iedzīvotājam. Konkurētspējīgu valsts attīstību var nodrošināt kvalitatīva izglītība un tajā iesaistīto speciālistu saskaņota rīcība, kuri ieguvuši tādu mācīšanās pieredzi, kas ļauj vispusīgi vērtēt situāciju un brīvi un adekvāti rīkoties. Izglītības mērķis ir radīt ikvienam cilvēkam iespējas veidoties par garīgi un fiziski attīstītu, brīvu un atbildīgu radošu kultūras personību (LR Izglītības likums, 1998).

Aktuāla problēma ir pedagoģiskās izglītības kvalitāte. Skolotājiem ir jāmaina sava domāšana, jāpilnveido kompetence, lai audzinātu atbildīgu, radošu, mācīties spējīgu jauno paaudzi. Mācīties spējīga sabiedrība nevar pastāvēt bez mācīties spējīga skolotāja (Fulans, 1999). Formālajā izglītībā iegūtās zināšanas un prasmes noveco arvien ātrāk. Mūsdienās neviens vairs nevar cerēt, ka skolas gados uzkrātās zināšanas pietiks visam mūžam. Doma, ka izglītības procesam ir jāturpinās visu mūžu, nav jauna. Sabiedrības attīstības vērieni liek arvien nopietnāk pievērsties tālākizglītības jautājumam un meklēt optimālākos risinājumus, kā organizēt un nodrošināt mūžizglītības iespējas visplašākajam cilvēku lokam (Koķe, 1999). Izglītība vairs nav attiecināma uz kādu konkrētu vecuma posmu. Palielinās cilvēka vajadzība sevi bagātināt, kas ir pamats personības pašrealizācijai. Informācijas un jaunu tehnoloģiju laikmetā strauji mainās arī pedagoga profesionālās darbības specifika. Arvien biežāk pedagogi sastopas ar situāciju, kad iegūtā izglītība ir nepietiekama, lai pilnvērtīgi iekļautos mūsdienu dzīves aprītē. Izglītības nākotni lielā mērā noteiks tas, kāda būs valsts izglītības politika, kāds būs izglītības prestižs sabiedrībā un cik zinoši un radoši būs pedagogi. Nākotne būs sabiedrībai, kas mācīsies (Delors, 2001). Rodas aktuāla nepieciešamība pilnveidot mācību saturu, kā arī metodes, kuras ir saistītas ar cilvēka gatavību pilnvērtīgai dzīvei, ar spēju pielāgoties mainīgajai pasaulei un uz personīgās pašizpaušmes un profesionālās kompetences bāzes sekmēt sabiedrības attīstību. Jaunie apstākļi izglītībā prasa no pedagoga pētniecisko darbu un atbilstošu kompetenci, kā arī pedagoģiskās darbības kreativitāti.

Pozitīvi vērtējams profesionālās pilnveides programmu piedāvājums pedagogu tālākizglītībai. Jāņem vērā, ka programmas ir ar dažādu stundu skaitu un mācību ilgumu. Pieaugušo izglītības koncepcijā norādīts, ka tālākizglītības galvenais mērķis ir nodrošināt iespēju paplašināt zināšanas un prasmes atbilstoši individuālajām interesēm, vajadzībām, vecumam un iepriekš iegūtajam izglītības līmenim (Nacionālās izglītības ..., 2000). Pedagoģis ir reglamentēta profesija valstī, un valsts nosaka prasības izglītībai, kvalifikācijai, profesionālajai meistarībai un tās pilnveidei.

Valsts dokumentos un normatīvajos aktos ir uzsvērtā izglītības nozīme kā garants zinātnu ietilpīgas tautsaimniecības attīstībai. Cilvēkresursi ir lielākā valsts bagātība. Cilvēku izglītošanai ir jābūt ikvienas nācijas galvenajai prioritātei (Lisabonas stratēģija, 2000). Skaidri formulēta arī nepieciešamība pilnveidot izglītības sistēmu, kas veicinātu uz zināšanām balstītas, demokrātiskas un sociāli integrētas sabiedrības attīstību.

Kādam jābūt izglītības saturam un tā realizēšanas procesam, lai varētu veidoties sabiedrība, kura visu mūžu mācās un kura spēj uzņemties atbildību? Zinātnieks E. Siliņš (2002) norāda, ka atvērta pasaule ir tā, kurā katra tauta var sevi apliecināt tik lielā mērā, cik lielu ieguldījumu tā spēj dot kopējai kultūrai un cik var palīdzēt citiem ar savu pieredzi un resursiem. Latvijas izglītības politikā, kas ir viena no valsts politikas prioritātēm, tiek izvērtētas pedagoģiskās attiecības un to attīstība no izglītības mērķu, satura, realizācijas apstākļu, to iedarbīguma efektivitātes un rezultativitātes viedokļa. Neskatoties uz realizētajām reformām izglītības sfērā, pedagoģiskā prakse ir pretrunu pilna. Pedagogu tālākizglītībā ir vairākas neatrisinātas problēmas:

- visos reģionos pedagogiem nav līdzvērtīgu iespēju iesaistīties tālākizglītībā;
- jākoordinē tālākizglītības programmas;
- pastāv pretruna starp izglītības funkcijām un pedagogu faktiskajām interesēm un vajadzībām.

Tālākizglītības mērķis ir profesionālo zināšanu, prasmju un kompetences pilnveidošana formālajā vai neformālajā izglītības sistēmā (Pedagoģijas terminu ..., 2000).

Veiksmīgu izglītības pārmaiņu pamatā nav tikai spēja ieviest jaunas pieejas un metodes, bet arī spēja mainīties pašiem pedagogiem. Pedagogiem sevi jāuzskata par prasmīgiem pārmaiņu dinamikas nesējiem, kuri spēj nepārtraukti attīstīties un pilnveidoties, lai nodrošinātu konkurētspējīgas

izglītības attīstību. Prioritārie izglītības reformu virzieni ir izglītības kvalitātes paaugstināšana, efektīva resursu izmantošana, izglītības pieejamības nodrošināšana un institucionālā attīstība (Izglītības attīstības ..., 1998).

Pedagoga profesija ir viena no komplicētākajām un atbildīgākajām profesionālās darbības jomām, jo tieši viņa darbs ietekmē daudzu cilvēku dzīvi, vērtību orientāciju un vēlmi pašrealizēties.

Pedagoga profesionalitātes veidošanās ir sarežģīts process, ko ietekmē teorētiskās zināšanas un praktiskās darbības vienotība. Pēc zinātnieka D. Kolba pētījumiem, pieauguša cilvēka mācīšanās process sekmē un nodrošina optimālai mācīšanai nepieciešamās spējas, t.i., pieredzes realizēšanu un bagātināšanu, novērošanu, kas balstās uz refleksiju, abstraktu jēdzienu veidošanu, aktīvu eksperimentēšanu (Kolb, 1984).

Apzinoties, ka mācīšanās ir indivīda iekšēja darbība, kas saistīta ar informācijas uztveri, tās jēgas un vērtības apzināšanos, rosinot individuāli oriģinālas domāšanas un mācīšanās prasmes attīstību un zināšanu praktisku pielietojumu, izglītības procesā ir svarīgi aktualizēt un rast līdzsvaru starp zināšanu apguvi, darbības prasmju apguvi un personības pašapziņas un pašaktualizācijas pilnveidi.

Cilvēkam ir tieksme pašaktualizēties, kas motivē mācīšanos. Jaunas pedagoģiskās un psiholoģiskās pieredzes apgūšana ir personisks process, kurā nozīmīgu vietu ieņem sadarbības un pieredzes pedagoģija. Pamatojoties uz Dž. Džūija (Dewey, 1938) norādītajiem savstarpējās sadarbības un nepārtrauktības principiem kā galvenajiem pieredzes veidošanās pamatiem, var secināt, ka jaunas zināšanas veidojas uz pieredzes pamata, pievienojoties jau esošajām zināšanām. Mijiedarbības attiecības starp indivīdu un vidi simbolizē pieredzes divas nozīmes. Viena ir subjektīvā, personīgā, kas attiecas uz indivīda iekšējo stāvokli, otra – objektīvā, kas veidojas vides ietekmē. Mijiedarbībā ar apkārtējo vidi indivīda iekšējās attīstības potences tiek rosinātas un darbinātas, līdz tās iegūst neatkarīgu attīstības sniegumu (Dewey, 1938).

Pēc vācu pedagoga G. Krīgera (Krüger, 1987) teorijas, profesionālās pedagoģiskās kompetences struktūrā viens no svarīgākajiem komponentiem ir priekšmeta kompetence – prasme saistīt mācību vielu ar dzīvi, praksi un teoriju.

Mūsdienās daudz tiek diskutēts par pedagoga kvalifikāciju, akadēmisko un profesionālo kompetenci un jaunu kadru piesaistīšanu izglītības institūcijām (Mana skola ..., 2004).

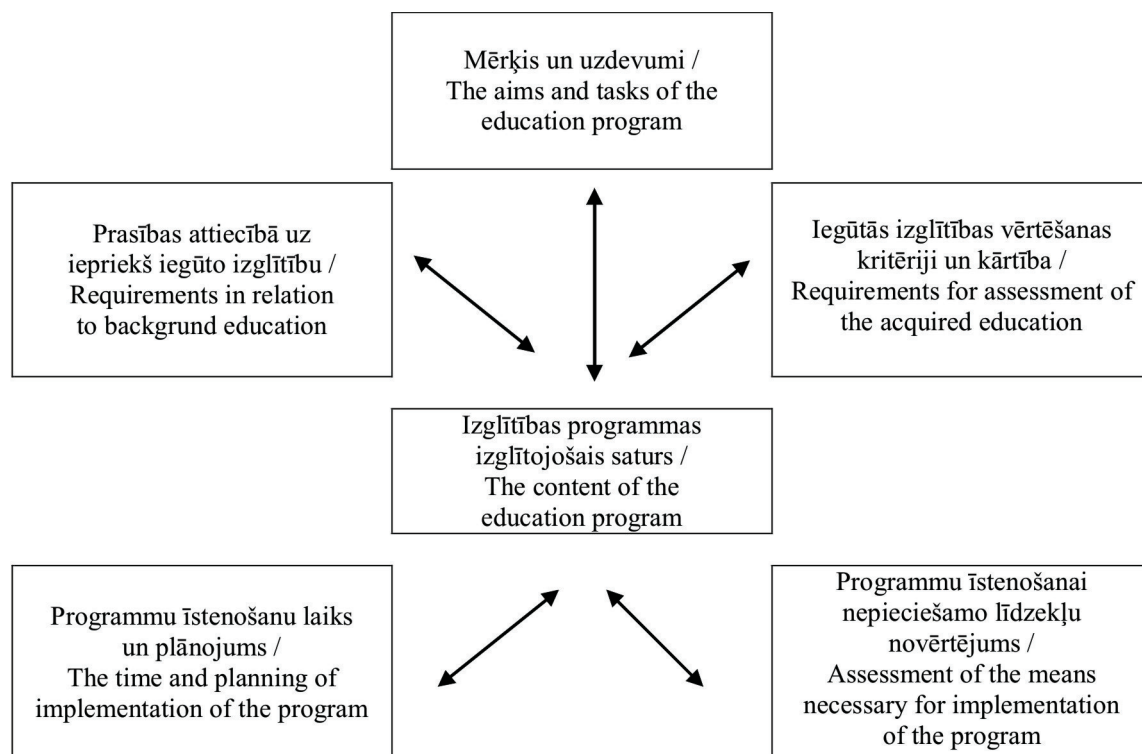
Izglītības paradigmas maiņas apstākļos (Beļickis, 1995) jāizvērs un jāaktivizē tālākizglītības darbs. Tādēļ tiek izstrādātas programmas un darbojas dažādi kursi, semināri, nodarbību cikli. Mūsdienās izglītības programmu izstrāde ir ļoti dinamiska un spēj dot pedagogiem praktiskus un efektīvus padomus, jo iepazīstina ar pieredzi, kas mācīšanas un mācīšanās procesā ir uzkrāta pēdējo gadu laikā. Tā ir diskusija par teorētisko un metodisko priekšmetu samēru studiju un pedagogu tālākizglītības programmās. Lai izveidotu programmas, jāpārzina attiecīgo zinātņu nozaru attīstība un jāizpēta sabiedrības vajadzības, kā arī jāņem vērā spējai sajūst laikmeta pārmaiņas (Andersone, 2007).

Pedagoģijas terminu skaidrojošajā vārdnīcā (2000) jēdziens „izglītības programma” definēts šādi: tas ir izglītības sistēmas organizācijas pamatdokuments, kas atbilstoši izglītības pakāpei, veidam, mērķgrupai un valsts izglītības standartam un attiecīgiem normatīviem nosaka izglītības iestādes piedāvāto izglītības saturu, tā apguves procesa nosacījumus un nodrošinājumu, pamatojoties uz vietējo vajadzību un apstākļu izpēti un to maiņas iespējām.

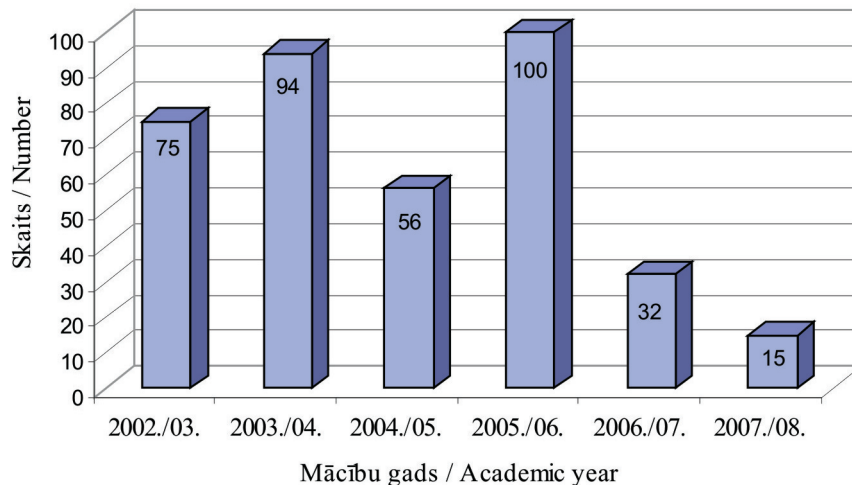
Tālākizglītības programmas iepazīstina klausītājus ar jaunākajām atziņām pedagoģijā, psiholoģijā, izglītības filozofijā, dažādām darba metodēm, jaunākajām tehnoloģijām, mācību priekšmetu novitātēm u.c. jautājumiem. Par svarīgu cilvēka dzīves mērķi tiek uzskatīta zināšanu apguve, domāšanas izkopšana, darbošanās, izaugsme, pieredzes bagātināšana un cilvēka paša esamība. D. Prets (2000) uzskata, ka par cilvēka izaugsmes galveno virzītājspēku tiek uzskatītas savstarpējās attiecības un par visieteicamāko mācību veidu – tiešā personiskā pieredze. D. Prets nodala četrus izglītības programmas veidošanas galvenos virzienus.

1. Kultūras transmisijas virziens, kas uzsver tradicionālās akadēmiskās disciplīnas.
2. Sociālais virziens, kas akcentē politiskās un sociālās pārmaiņas.
3. Individuālās pilnveides virziens, kas uzsver personības izaugsmi, pašizpausmi un cilvēku attiecības.
4. Feministiskās pedagoģijas virziens, kas norāda uz taisnīgāku līdzsvaru starp dzimumu atšķirību raksturojumiem un interesēm (Prets, 2000).

Pētot izglītības programmu veidošanas virzienus, jāsecina, ka izglītības programmas „Augstskolu



1. att. Izglītības programmas elementi.
Fig. 1. Elements of education programs.



2. att. Dalībnieku skaits.
Fig. 2. The number of participants.

didaktika”, „Pamatkurss pedagogijā” un „Inovācijas pedagogijā”, ko īsteno LLU Izglītības un mājsaimniecības institūts, veidotas pēc individuālās pilnveides virziena prasībām, kas uzsver personības izaugsmi, cilvēku attiecības, pašizpausmi un ir saskaņotas ar dzīves situācijām un pakārtotas klausītāju gatavībai mācīties.

Zinātnieks V. Voigts (Voigt, 1975) norāda, ka izglītības programmas ir visaptveroša mācību mērķu, satura, metožu, materiāla un līdzekļu, mācību organizācijas un kontroles sistēma. Savukārt A. Rogers (1996) izglītības programmā akcentē vides nozīmi, kurā notiek mācīšanās.

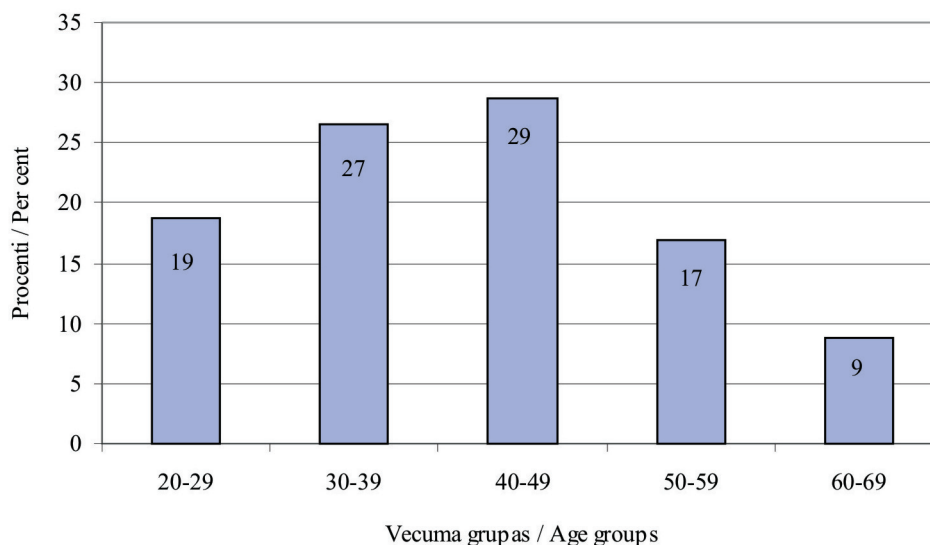
Mūsdienām aktuāli izglītības orientieri un vadlīnijas atrodami UNESCO izstrādātajos dokumentos, kur noteikts, ka katrā izglītības programmā būtu ietverami pieci aspekti: mācīties, kā apgūt zināšanas, patstāvīgi piekļūstot informācijai; iemācīties inovatīvi rīkoties, pielietojot apgūtās zināšanas un prasmes; rīkoties atbildīgi un patstāvīgi, veicot dažādas lomas un funkcijas sabiedrībā; iemācīties sadarboties sabiedrībā; radīt vajadzību pēc nepārtrauktās izglītības (Delors, 2001).

Pamatojoties uz zinātnieku atziņām (Andersone, 2007; Delors, 2001; Koķe, 1999; Krüger, 1987; Lieģeniece, 2002; Prets, 2000 u.c.) par tālākizglītības programmu izstrādi un saturu, raksta autore secina, ka tālākizglītības programmas LLU izstrādātas atbilstoši izglītības normatīvo dokumentu prasībām. Pedagogu tālākizglītības programmas tiek veidotas noteikti

mērķauditorijai atbilstoši klausītāju iepriekš iegūtajai izglītībai, un programmas saturs tiek orientēts uz klausītāju vajadzībām (Aizsila, 2004a).

Izglītības programmas saturs ir saistīts ar izvirzīto izglītības programmas mērķi un uzdevumiem, bet svarīgs faktors ir klausītāju iepriekš iegūtā izglītība, kā arī programmas plānotais norises laiks un zināšanu vērtēšanas kritēriji (1. att). Sabiedrības attīstības tendences nosaka nepieciešamību izstrādāt zinātniski pamatotu, uz ilgspejīgu attīstību vērstu pedagogu tālākizglītības sistēmu (Aizsila, 2004b).

Izglītības sistēmā strādājošiem ir iespēja papildināt savas zināšanas, mācoties tālākizglītības programmā „Pamatkurss pedagogijā”. Dalībnieku sastāvs analizēts sešos mācību gados – no 2002./2003. līdz 2007./2008. (2. att.). Atbildība par profesionālās meistarības pilnveidi tiek prasīta no pašiem pedagogiem, jo viņi ir izglītības reformu īstenotāji. Pedagogi ir tie, kas organizē pedagoģisko procesu. Tādēļ, lai mainītu pedagoģisko procesu, jāmainās pašiem pedagogiem. Skaitliskie dati liecina (2. att.), ka vislielākais dalībnieku skaits programmas apguvē bija 2003./2004. un 2005./2006. m.g., ko var izskaidrot ar pārmaiņām likumdošanā par pedagogu izglītību, t.i., no 2004. gada 1. janvāra izglītības iestādēs strādājošiem skolotājiem bija vajadzīgs atbilstošs augstāko profesionālo izglītību apliecinošs dokuments, kas dod iespēju strādāt skolā, vai arī viņiem bija jāmacās attiecīgajās programmās.



3. att. Dalībnieku vecuma grupas.

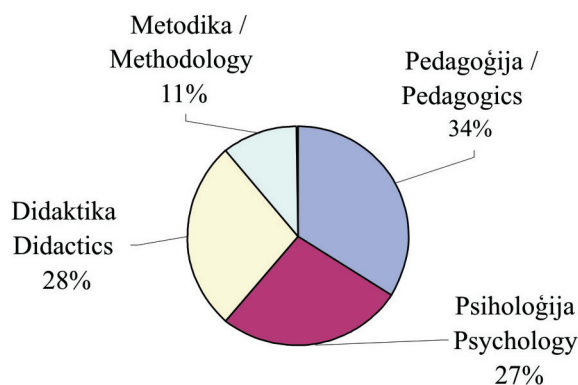
Fig. 3. The age groups of participants.

Dalībnieku sastāva analīze procentos liecina (3. att.), ka zināšanas papildina augstskolu tikko absolvējuši speciālisti (19%). Ir pieaudzis jauno skolotāju skaits, kuri vēlas padziļināt zināšanas pedagoģijā un pētījumu metodoloģijā (Aizsila, 2006). Puse tālākizglītības programmas dalībnieku ir vecumā no 30 līdz 49 gadiem. Izprotot jaunās nostādnes pedagoģijā, programmas apgūvē iesaistās arī cienījama vecuma pedagogi (9%). Statistisko datu analīze rāda, ka no tālākizglītības kursu dalībnieku kopskaita 66% ir sievietes. Joprojām pastāv sieviešu dominante skolotāju vidū.

Katru gadu tiek veikta tālākizglītības dalībnieku anonīma aptauja, lai noskaidrotu dalībnieku vēlmes un pilnveidotu mācību saturu un metodes (Aizsila, 2004b, 2006). Kursu dalībniekiem 2006./2007. mācību gadā bija jāatbild uz anketas jautājumiem

par programmas īstenošanas lietderību un jāvērtē docētāju darbs (1. tabula). Respondentiem vajadzēja izdarīt izvēli 4 līmeņos – augsts, labs, pietiekams un nepietiekams. Rezultātu analīze rāda, ka visaugstāk tika vērtēts programmas apguves un mērķa lietderīgums (90%). Tālākizglītības programmas dalībnieki uzskata, ka mācību saturs atbilst mērķim un plānotajam rezultātam (55%) un mācībspēki ir kompetenti un spēj reaģēt atbilstoši mācību situācijai (augsts līmenis – 55%, labs – 35%).

Apkopojot anketās izteiktās respondentu domas par mācību priekšmetu nozīmīgumu, pirmajā vietā ir novērtēta pedagoģija (34%), otrajā vietā – didaktika (28%), un trešajā – psiholoģija (4. att.). Respondenti uzskata, ka visas tēmas programmā bija aktuālas un lietderīgas un ieguvēji bija



4. att. Tālākizglītības kursu dalībnieku vērtējums pa mācību priekšmetiem.

Fig. 4. Teaching subject assessment by participants of further education courses.

1. tabula / Table 1

Skolotāju tālākizglītības programmas īstenošanas vērtējums
(kritēriju novērtējums procentos)
Assessment of implementation of teacher further education program
(criteria assessment in per cent)

Vērtēšanas kritēriji / Assessment criteria	Vērtējuma līmenis* / Assessment level*			
	A	L	P	N
1. Programmas mērķis un saturs / The aim and content of the program				
1.1. Mērķa lietderīgums / Effectiveness of the aim	90	10	–	–
1.2. Saturs atbilst mērķim un plānotam rezultātam / The content complies with the aim and the planned result	55	35	10	–
1.3. Labākie mācību priekšmeti / The best courses				
Pedagoģija / Pedagogy	65	15	–	–
Psiholoģija / Psychology	50	15	–	–
Didaktika / Didactics	45	20	–	–
Mācīšanas metodika / Teaching methods	20	5	–	–
2. Nodarbības / Sessions				
2.1. Organizācijas formas, metožu un paņēmieni lietderīgums / Forms of organization, effectiveness of methods and techniques	40	50	10	–
2.2. Laika izmantošana / Usage of time	50	30	20	–
2.3. Tehnisko līdzekļu nodrošinājums / Technical means	45	20	35	–
2.4. Mācību telpu piemērotība nodarbību vajadzībām / Suitability of classrooms for the needs of sessions	45	40	15	–
3. Programmas un nodarbību vadītāji / Programs and teachers				
3.1. Kompetence un spēja reaģēt atbilstoši mācību situācijai / Competency and ability to react in accordance with the teaching situation	55	35	10	–
3.2. Mācību priekšmetu nozīmīgums / Importance of the courses	50	45	5	–
4. Mijiedarbība starp dalībniekiem un programmas īstenotājiem / Interaction among the participants and teachers				
4.1. Sadarbības un savstarpējo attiecību kvalitāte / Quality of co-operation and mutual relations	25	65	10	–
4.2. Iespējas savstarpēji bagātināties pieredzē / Possibilities of enriching mutual experience	45	45	10	–

* – A – augsts / high; L – labs / good; P – pietiekams / sufficient; N – nepietiekams / insufficient.

kā programmas dalībnieki, tā mācībspēki. Kā ierosinājumu respondenti ieteica vairāk stundas veltīt pedagoģisko pētījumu metodēm. Aptaujas rezultāti parādīja jaunus akcentus, kam būtu jāpievērš īpaša uzmanība skolotāju tālākizglītībā.

Tālākizglītības kursu dalībnieki zināšanas papildina atbilstoši savām vēlmēm un iespējas mācīties meklē, pamatojoties uz iekšējo un ārējo motivāciju. Par to liecina programmas dalībnieku tālākās studijas maģistrantūrā un doktorantūrā.

Teorētiskās zināšanas un profesionālās prasmes attīstās, pilnveidojoties pieredzei. Dalībnieku

vidū var nodalīt vairākus profesionālās darbības kvalitatīvos līmeņus: iesācēja līmenis, kompetences līmenis, lietpratības līmenis un ekspertu līmenis (Žogla, 2001).

Pedagogu tālākizglītības programmas veidotas, pamatojoties uz pedagogu vajadzību apzināšanu, analīzi un izpēti, tomēr pieaugušo mācībās jāievēro vairākas būtiskas iezīmes: tālākizglītības dalībnieki sevi apzinās kā patstāvīgu, pašapzinīgu personību; viņu dzīves pieredze ir svarīga; viņiem ir izteikta motivācija un vēlme mācību procesā risināt aktuālas problēmas un sasniegt noteiktus mērķus, un apgūtās

zināšanas pielietot praksē; mācību darbību determinē laika, sadzīves, profesionālie un sociālie faktori.

Tālākizglītības kursu dalībniekiem, ierodoties uz kursiem, ir diezgan skaidra koncepcija par to, ko viņi vēlas uzzināt mācību laikā. Viņi cenšas pārbaudīt savu līdzšinējo pieredzi un vēlas pārliecināties, vai jauniegūtās prasmes noderēs darbā. Pētījuma gaitā iegūtie dati liecina, ka tālākizglītības kursu dalībniekiem ir liela interese par inovatīvo metožu izmantošanu mācībās un viņi ir vērsti uz jaunu prasmju apguvi un problēmu risināšanu.

Praktiskā darba pieredze rāda, ka profesionālās pilnveides programmas ir pieprasītas un nepieciešamas, jo pedagogi apzinās savas profesionālās pilnveides vajadzības. Uzskatu, ka jāieklausās pedagogu vēlmēs pēc tālākizglītības programmu pieprasījuma un jānodrošina to realizācijas iespējas tuvāk dzīves vietai un tuvāk pasūtītājam.

Sabiedrības attīstības tendences liecina, ka palielinās pieprasījums pēc cilvēkiem, kuri ir spējīgi uz izaugsmi un ir pietiekami elastīgi, lai atrastu savu vietu mainīgajā pasaulē. Vienlaicīgi valstī ir jābūt nodrošinātām nepārtrauktās izglītības iespējām visplašākajā mērogā un spektrā. Izglītības kvalitāte ir tieši atkarīga no pedagoga darba rezultātiem. Pilnvērtīga un apzināta mācīšanās mūža garumā nodrošina personības rezultatīvu darbību profesionālajā jomā, kā arī indivīda un sabiedrības dzīves kvalitātes paaugstināšanos.

Pamatojoties uz vairāku gadu pētījumu pieredzi, ir iemesls apgalvot, ka daudzi tālākizglītības programmu dalībnieki apzinās, ka dinamiskās pārmaiņassabiedrībā izvirzā aizvien daudzveidīgākas un sarežģītākas prasības pedagogiem, kas liek aktualizēt tālākizglītības nepieciešamību izglītības jomā.

Secinājumi

1. Dzīves straujais attīstības temps prasa arī nepārtrauktu profesionālās kvalifikācijas paaugstināšanu. Pedagogu tālākizglītība nevar būt vienreizējs pasākums, jo modernās tehnoloģijas attīstās ļoti strauji, tāpēc ir svarīgi pilnveidot tālākizglītību kā mūžizglītības sistēmas sastāvdaļu. Šīs sistēmas pamatā jābūt sadarbībai starp visām ar tālākizglītību saistītām institūcijām, sākot ar Izglītības un Zinātnes ministriju un beidzot ar pašiem pedagogiem.
2. Pedagogu profesionālās pilnveides programmas LLU Izglītības un mājsaimniecības institūtā veidotas, balstoties uz pedagogu

vajadzību apzināšanu, analīzi un izpēti. Tālākizglītība kļūst mobilāka un intensīvāka, un tajā cilvēka vecumam ir relatīvs raksturs (9% tālākizglītības dalībnieku ir cienījama vecuma pedagogi ar lielu darba stāžu un pieredzi, un 19% veido dalībnieki vecumā no 20 līdz 29 gadiem).

3. Risināms ir jautājums par ilglaicīgu un pēctecīgu pedagogu profesionālās pilnveides sistēmas izveidi ne tikai augstskolas ietvaros, bet arī visā valstī. Tā kā pētījums veikts uz vienas augstskolas (LLU) bāzes, tā rezultātus nevar uzskatīt par reprezentatīviem valstij kopumā. Tomēr tas dod iespēju aktualizēt dinamisku zināšanu, prasmju, attieksmju, spēju, vērtību un personības īpašību kombināciju pedagogu profesionālās darbības īstenošanai tālākizglītības ietvaros.
4. Pagaidām nav nodrošinātas vienlīdzīgas tālākizglītības iespējas visiem pedagogiem, jo pastāv disproporcija starp pilsētu un lauku pedagogu iesaisti tālākizglītības programmās. Viens no izglītības politikas veidotāju uzdevumiem ir nodrošināt nemītīgu atbalstu pedagogu profesionalitātes pilnveidei un aktīvai līdzdalībai tajā.
5. Nepieciešamība paaugstināt izglītības kvalitāti ir saistīta ar pedagogu iesaistīšanos dažādos nacionālos un starptautiskos projektos, un tas prasa tādas jaunas prasmes, kādas agrāk nebija aktuālas. Šo prasību sekmīgai izpildei jāpamatojas uz pedagogu pētnieciskās darbības un problēmu risināšanas prasmēm un atbildību par savas profesionalitātes nemītīgu pilnveidi, ko sekmē iesaistīšanās tālākizglītības programmu apgūvē (90% respondentu augstu vērtē tālākizglītības lietderību).
6. Līdzšinējā pieredze liecina, ka tālākizglītības programmās iesaistīto dalībnieku skaits ir pietiekams, tās motivē pedagogus profesionālai pilnveidei, paplašina sadarbību un prot piesaistīt un izmantot Eiropas Sociālā fonda finansiālo atbalstu.

Literatūra

1. Aizsila, A. (2004a) Further Education in Educators Professional Development. *Innovations in the Higher School Pedagogy. Proceedings of the International Conference.* Rēzekne, 5–9.
2. Aizsila, A. (2004b) Coordination of the Needs of a Person and Society in Continuing Education.

- Research for Rural Development International Scientific Conference Proceedings*. Jelgava, 228–231.
3. Aizsila, A. (2006) Skolotāju tālākizglītība. *Pedagoģija: teorija un prakse IV. Zinātnisko rakstu krājums*. Liepāja, LPA, 24–30.
 4. Andersone, R. (2007) *Izglītības un mācību priekšmetu programmas*. Rīga, RaKa, 202 lpp.
 5. Beļickis, I. (1995) *Izglītības humānā paradigma un Latvijas izglītības reforma*. Rīga, PIAC, 82 lpp.
 6. Broks, A. (2000) *Izglītības sistemoloģija*. Rīga, RaKa, 175 lpp.
 7. Delors, Ž. (2001) *Mācīšanās ir zelts*. Ziņojums, ko Starptautiskā Komisija par izglītību 21. gs. sniegusi UNESCO. Rīga, LNK, 235 lpp.
 8. Dewey, J. (1938) *Experience and Education*. New York, Macmillan Publishing Company, 19–21.
 9. Eriksons, E. (1998) *Identitāte: jaunība un krīze*. Rīga, Jumava, 270 lpp.
 10. Fulans, M. (1999) *Pārmaiņu spēki: izglītības reformu virzieni*. Rīga, Zvaigzne ABC, 166 lpp.
 11. Gudjons, H. (1998) *Pedagoģijas pamatatziņas*. Rīga, Zvaigzne ABC, 394 lpp.
 12. *Izglītības attīstības koncepcija 2007.–2013. gadam*. (2006): http://www.aip.lv/kocept_doc_att-kocep.htm – Resurss aprakstīts 2010. gada 20. jūlijā.
 13. *Izglītības attīstības stratēģiskā programma*. (1998) Rīga, LR IZM, 7–8.
 14. Koķe, T. (1999) *Pieaugušo izglītības attīstība: raksturīgās iezīmes*. Rīga, Mācību apgāds NT, 103 lpp.
 15. Kolb, D.A. (1984) *Experiential Learning. Experience as a Source of Learning and Development*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 178 pp.
 16. Krüger, G. (1987) Sozialpädagogik an Hauptschulen. *Berichte des Fachbereich Sozialpädagogik*, No 5, Hamburg, 15–21.
 17. *Latvijas izaugsmes modelis: Cilvēks pirmajā vietā*. (2005) http://www.saeima.lv/bi8/lasa?dd=LM_0815_0 – Resurss aprakstīts 2010. gada 20. jūlijā.
 18. Lieģeniece, D. (2002) *Ievads androgoģijā*. Rīga, RaKa, 183 lpp.
 19. *Lisabonas stratēģija*. (2000): <http://www.lps.lv/es/doc/Lisstrat.doc>. – Resurss aprakstīts 2010. gada 20. jūlijā.
 20. Lonstrup, B. (2002) *Teaching adults with openness*. KLIM, 124 pp.
 21. LR Izglītības likums. (1998) *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 343/344, 1998. g. 17. novembris.
 22. *Mana skola Eiropas Savienībā*. (2004) Latvijas izglītības vadītāju un pedagogu forums. Rīga, LPF, 82 lpp.
 23. Ministru kabineta noteikumi Nr. 570 „Vispārējās izglītības pedagogu un interešu izglītības pedagogu profesionālās pilnveides kārtība”. (2007) <http://www.likums.lv/doc.php?id=162381> – Resurss aprakstīts 2010. gada 20. jūlijā.
 24. *Mūžizglītības memorands*. (2000) Latvijas Pieaugušo izglītības apvienības tulkojums. Rīga, PIA, 18 lpp.
 25. *Mūžizglītības memorands*. (2005) http://www.muzizglitiba.lv/view_52578.html – Resurss aprakstīts 2010. gada 20. jūlijā.
 26. *Nacionālās attīstības plāns 2007–2013*. (2006): <http://www.nap.lv/> – Resurss aprakstīts 2010. gada 20. jūlijā.
 27. *Nacionālās izglītības politikas analīze. Latvija*. (2000) Rīga, OECD, 109 lpp.
 28. *Pedagoģijas terminu skaidrojošā vārdnīca*. (2000) Rīga, Zvaigzne ABC, 248 lpp.
 29. Prets, D. (2000) *Izglītības programmu pilnveide*. Rīga, Zvaigzne ABC, 383 lpp.
 30. Reņģe, V. (2005) *Organizāciju psiholoģija*. Rīga, Kamene, 127 lpp.
 31. Rogers, A. (1996) *Teaching adults*, 2nd ed. Open University Press, Bucingham, 248 pp.
 32. Siliņš, E.I. (2002) *Lielo patiesību meklējumi*. Rīga, Jumava, 509 lpp.
 33. Svence, G. (2003) *Pieaugušo psiholoģija*. Rīga, RaKa, 180 lpp.
 34. Šmite, A. (2004) *Izglītības iestādes vadība. Pedagoģs. Organizācija. Pārmaiņas*, 1. d. Rīga, RaKa, 256 lpp.
 35. Voigt, W. (1975) *Einführung in die Berufs und Wirtschaftspädagogik*. München, Juventa Verlag, 135 S.
 36. Žogla, I. (2001) *Skolas pedagoģija*. Rīga, LU PPI, 24 lpp.
 37. Маркова, А.К. (1996) *Психология профессионализма*. М., Просвещение, 218 с.

Teacher Education for the Sustainability of Rural Cultural Environment in Latvia Skolotāju izglītība lauku kultūrvides ilgtspējībai Latvijā

Irēna Katane, Svetlana Kruglija

Institute of Education and Home Economics, LLU

LLU Izglītības un mājsaimniecības institūts

e-mail: Irena.Katane@inbox.lv

Abstract. In order to ensure a balanced and sustainable development of the varied environment of Latvian schools, the prospective teachers should be ready to integrate into the varied cultural environment of Latvian schools. The education of prospective teachers should be based on ecological approach, which ensures the ecological perspective and an opportunity for students to develop their ecological competence. Ecological competence is one of the most important components for the teachers' readiness for their professional activities. In the study year 2008/2009 there was a pilot research performed on a separate case (case study) within a framework of a particular programme "Home Environment and Information Technologies in Education" with the participation of the 4th (final) study-year students of pedagogy studying at the Institute of Education and Home Economics (IMI) at the Latvia University of Agriculture (LLU). The aim of the research was to find out the choice of students as prospective teachers regarding their future workplace in the cultural environment of a rural/urban school, as well as to identify the factors influencing this choice. A questionnaire was developed where the respondents had to answer questions related to the choice of the environment for their future professional activities on the basis of their previously obtained experience. The research showed that LLU IMI's prospective teachers, having acquainted themselves with the cultural environment of urban and rural schools, are ready to work in the cultural environment of any school where a new teacher is welcomed, taking into consideration the specificity of the particular cultural environment.

Key words: ecological approach, cultural environment, rural school, sustainable development of Latvian schools, teacher education.

Introduction

Nowadays the educational environment of schools is characterized by its heterogeneous nature. One of the priority activities carried out by representatives of the Institute of Education and Home Economics of the Latvia University of Agriculture (LLU IMI) is facilitation of sustainable development of rural schools, providing the rural areas with educated specialists in the field of education. In order that a balanced and sustainable development of the varied environment of Latvian schools is ensured, the prospective teachers, when starting their independent professional activities, should be ready to integrate into the environment of any Latvian school. In our case, the environment is considered to be all the conditions and factors which affect the organism, or even a whole organism system throughout its life or existence. The modern concept

of environment encompasses all surrounding reality (Capra, 1996).

Nowadays, under the conditions of crisis, when the problem of the sustainability of rural educational environment has become particularly topical in Latvia, it is important to perform research in the field of professional education of teachers, taking into consideration the future perspective in the educational content (Katane, Kruglija, 2009; Roga, 2008; Salīte, 2002).

Lately it has been possible to observe a decrease in the number of teachers in Latvia, including the number of new teachers, which exposes to danger the sustainability of schools (particularly the sustainability of rural schools). Our observation proves that until now sufficient attention has not been paid to the readiness of the new teachers to integrate into the educational environment of any

school, where a new specialist is welcomed. One of the problems is the provision of rural schools with new specialists: 1) not all young people are ready to live and work in the countryside, integrating into the educational and cultural environment of a rural community and a rural school; 2) the specificity of small rural schools does not allow to provide the new specialists with a full workload (21 classes a week) in their specialty. According to the authors' point of view, the sustainable development of rural schools mostly depends on the readiness of prospective teachers to: 1) work at rural schools, 2) live and work in the rural area of any region of Latvia, 3) become active members of the school staff by participating in the strategic planning, elaboration of the conceptions and programmes for the sustainable development of schools and local society (community), forming their own civic viewpoint and participating in social and cultural activities (Latvijas Statistika ... , 2010). It is very important that a teacher, working at a rural school, is creative, selfless and ready to take upon him/herself additional duties, because the rural schools in Latvia are transforming into multifunctional centres now. The new teachers should be able to show initiative, to take upon themselves the risk of changing something in their lives and to adapt to changes, improving their professional skills on an ongoing basis. They should feel the call and be aware of their mission to facilitate the sustainable development of rural areas.

Students should learn to think in conformity with their new, social role to be acquired during the pedagogical practice – a teacher; they should clearly understand educator's tasks and functions, the range of which has significantly broadened nowadays within the context of sustainable development. The main aims of the students as the prospective teachers' pedagogical practice are: 1) development of systemic ecological thinking, 2) successful integration into the educational environment of a comprehensive school, and 3) formation and development of the competences necessary for the teacher's professional activities. The process of formation and development of competences takes place in the educational environment of a school as an interaction system.

Ecological approach in teacher education facilitates formation of a friendly attitude towards a school as an educational environment, including pupils and their parents, teachers, various other specialists, and people employed at school. This friendly attitude, in its turn, promotes mutual understanding, respect and co-operation, including joint actions, the basis of which is the prospective

teacher's psychological readiness and readiness for professional activities. During the pedagogical practice, students should develop reflection skills at the level of meta-cognition in order they could adequately view, develop and evaluate themselves as an integral part of the educational environment of a school, the subject of an interaction system.

In order to facilitate the achievement of these aims, we have a mind to point that it is important to respect the **basic principles of environmental education** (cited in: Disinger, 1993; Palmer, 1998) in **teacher education** (Katane, Krugļija, 2009).

- Education about environment. The students should acquire knowledge about the diverse cultural environment of the schools of Latvia and, at the same time, to be aware that the educational environment of Latvia is an integral part of global multicultural educational environment, but each school in Latvia (both city and rural schools).
- Education in environment. There should be offered opportunities for professional development of prospective teachers in the diverse school environment, acquainting them with peculiarities of the cultural environment of city and rural schools within the context of cultural and historical regions of Latvia (Kurzeme, Latgale, Vidzeme, and Zemgale). This would enable obtaining diverse pedagogical experience already during the study period.
- Education for environment. In relation to the students as prospective teachers there should be facilitated: the formation of an insight into the sustainable development of educational environment and its preconditions, aims and objectives; the development of friendly attitude towards the school environment; the balance of ego-centrism and eco-centrism in the prospective teachers' thinking and pedagogical activities; readiness to integrate into the school environment, where the new specialist is expected, irrespective of the fact, whether the school is situated in Kurzeme, Latgale, Vidzeme or Zemgale, in a city or a rural area, thus ensuring the qualitative performance and sustainable development of the school.

The result of an ecological approach in teacher education is the formed ecological competence of each student. Ecological competence is an interdisciplinary concept and is studied in different fields: ecological competence in biology and environmental science (Weller, Thomashow et al., Pierson, 1992); ecological competence in economics (Dobers, Halme, 2009);

ecological competence in engineering (Beder, 1994); ecological competence in social sciences (DeBerry, Scarr, Weinberg, 1996); ecological competence in pedagogy (Katane, Kruglija, 2009; Roga, 2008; Дзятковская, Захлебный, 2008, 2009).

Ecological competence in pedagogy provides **teacher's readiness to the professional activity** and **successful integration into varied cultural environments of schools**, considering their specificity.

Therefore the necessity for the integration of environmental education and career education becomes more and more topical for the education of prospective teachers. The psychological and social readiness of prospective teachers depends on their ecological competence and values orientation, which influences the attitude towards rural areas. In the teacher education, including organization of pedagogical practice at Latvian schools, it is important to apply ecological approach, which, during the practice, provides students with an opportunity to obtain knowledge, as well as pedagogical experience in the varied educational and cultural environment of schools, including rural schools. It is important to substantiate scientifically and to show the ecological perspective in teacher education, which has already become an important precondition for the sustainable development of rural educational and cultural environment. Ecological approach should become the imperative in the education of new educators for the ensuring of sustainable development of rural areas.

The aim of the research was to find out the choice of students as prospective teachers regarding their future workplace in the cultural environment of a rural or an urban school, as well as to identify the factors influencing this choice.

The hypothesis of the research: the prospective teachers, studying at LLU IMI, are ready to work in the cultural environment of any school, where a new teacher is welcomed if they have acquainted with the cultural environment of urban and rural schools.

Materials and Methods

The object of the research: the prospective teacher's readiness for their professional activity in the cultural environment of various schools. The research type: separate cases study.

Methods of data collection: survey, reflection on students' pedagogical experience.

Methods of data mathematical processing: Friedman test, Lambda test, Goodman and Kruskal tau test, and Cramer's V test.

The base of the research: the 4th (final) study-year students as prospective teachers (in total: 15 respondents) at the LLU IMI.

Results

In the study year 2008/2009, a pilot research on a separate case (case study) was performed within a framework of a particular programme "Home Environment and Information Technologies in Education" at LLU IMI. The programme is unique due to the fact that during the study period students acquire two qualifications – a teacher of household/home economics and a teacher of information technologies. The research allowed diagnosing the readiness of prospective teachers (the 4th year students of pedagogy studying at the LLU) to integrate into the varied environment of Latvian schools.

The authors of the research were interested in the following research problems: What is the specific weight of choices of rural schools being preferred by prospective teachers as their future workplaces? Is there a correlation between: 1) the cultural environment of a school, chosen as a future workplace, and the place of residence in childhood and youth; 2) the cultural environment of a school, chosen as a future workplace, and the cultural environment of a school, where the student has studied in the childhood and youth; 3) the cultural environment of a school, chosen as a future workplace, and the cultural environment of a school/schools, where the student has had the pedagogical practice during the study period?

There was a questionnaire developed for the purposes of survey, where the respondents had to answer questions related to the choice of the environment for their future professional activities on the basis of their previously obtained experience, while living, studying and working in the rural and/or urban cultural environment. It should be added that during the research, the prospective teachers had already obtained their first experience of professional activities during their pedagogical practice (practice of observation, assisting and teaching).

The results of the research performed by the authors shows that 31% of prospective teachers are ready to start their pedagogical activities at rural schools, explaining that with the positive pedagogical and psychological environment at small rural schools, as well as the individual approach to the education of pupils, which is difficult to implement in the forms of the large number of pupils at urban schools. It is our point of view that the important fact is that

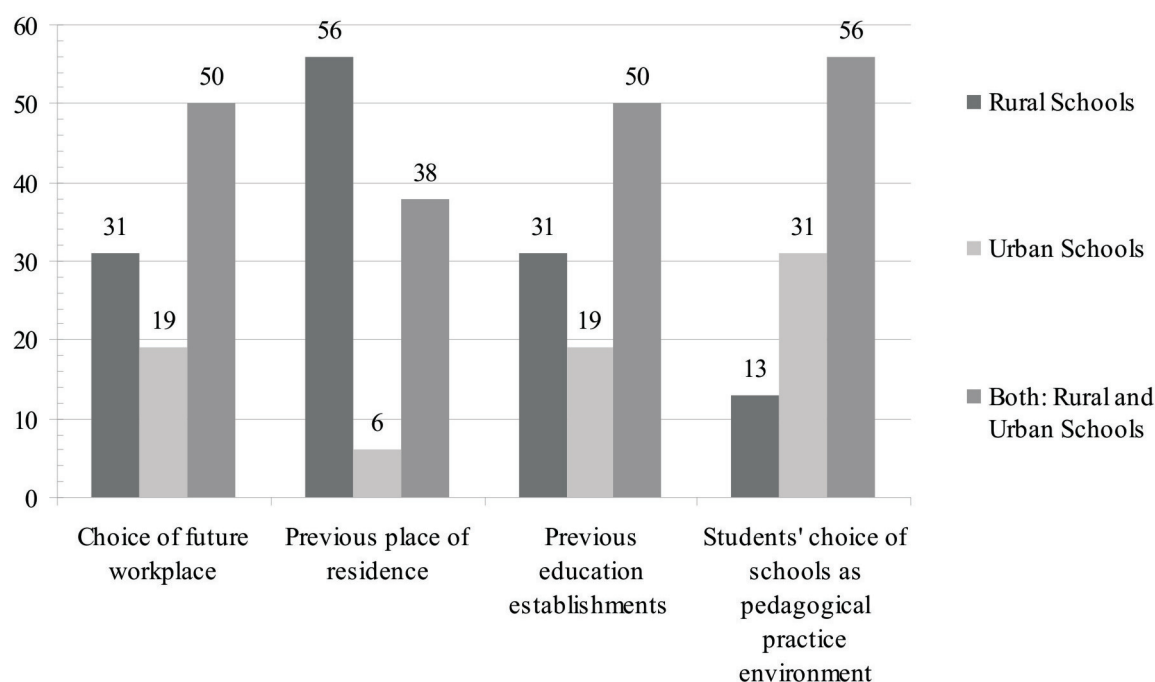


Fig. 1. The prospective teachers' choice of their future workplace and the factors influencing it.

19% of respondents were ready to be very flexible regarding their choice, because they answered that they could similarly integrate into the cultural environment of rural and urban schools. It should be admitted that 50% of respondents from the students of pedagogy at LLU would like to work only at urban schools (Fig. 1):

- 56% of respondents were born and lived in the countryside;
- 31% of respondents had studied only at rural schools;
- at the same time only 13% of respondents chose rural schools as the place for their practice.

But 31% of prospective teachers chose only urban schools as the place for their practice.

A conclusion can be made that the 4th year students of pedagogy at LLU have obtained different experience as prospective teachers. It is the authors' point of view that it is the obtained experience, including knowledge about environment, skills of adaptation to and integration into the environment, and the corresponding attitude towards the rural and/or urban cultural environment, which allow comparing and performing a correct evaluation of the advantages and disadvantages of the specificity of the particular environment and facilitate the development of the prospective teachers' ecological competence. The fact that students of LLU IMI have different experience is proved also by the results obtained during our research (Fig. 1):

- 38 % of all respondents in their childhood and youth have lived in the countryside and in a city;
- 50% of respondents, before they entered the higher educational establishment, had studied at both rural and urban schools;
- during their study period, 56% of students had practice at both rural and urban schools.

As it was mentioned above, important aspects for professional development of the prospective teachers are: the insight into the school environment obtained within the lifetime, as well as the insight into the rural and/or urban cultural environment, which is closely related to the students' life and work experience obtained in a particular environment. When answering, whether the students have sufficient knowledge on the specificity of rural and urban cultural environment to perform the choice, based on competences and experience, 38% of respondents recognized their knowledge to be good, 50% of respondents pointed out that they possess more sufficient than insufficient knowledge, but 12% of respondents admitted that their knowledge is insufficient (Fig. 2).

We were also interested in the students' self-assessment of their knowledge on the specificity of rural and urban cultural environment (Fig. 2). Unfortunately, only 12% of the respondents confirmed that their knowledge is good. Majority of respondents – 56% – had doubt and were not so sure, providing the answer that their knowledge is

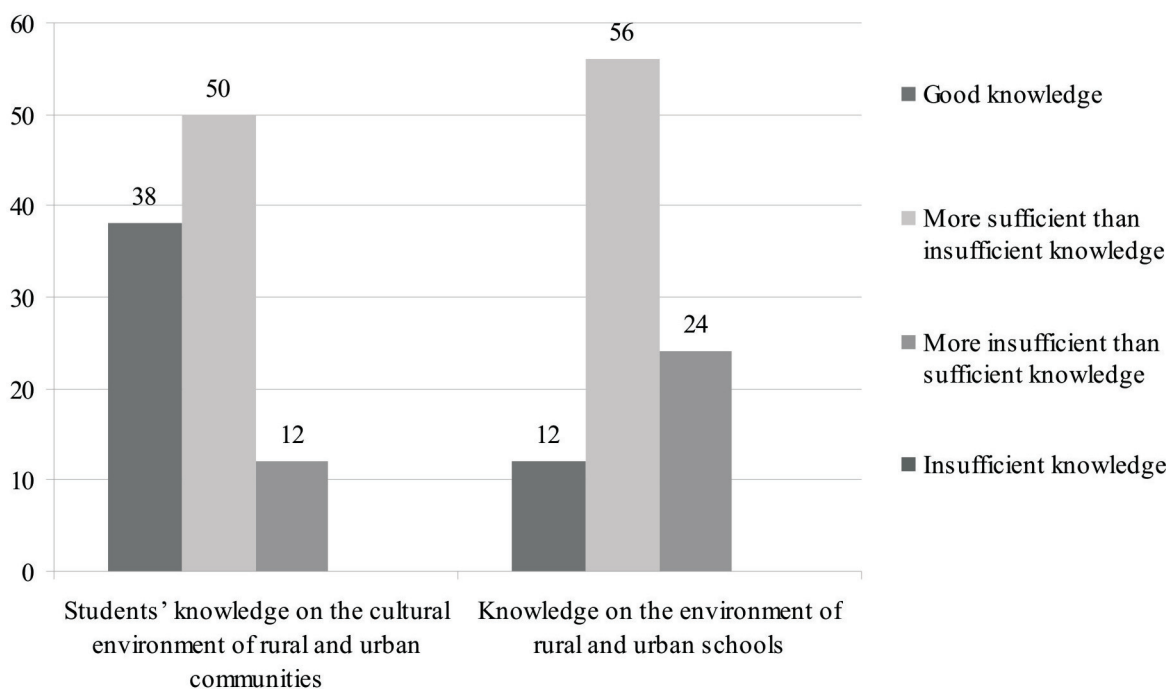


Fig. 2. The students' self-estimation of their knowledge on urban/rural cultural environment's specificity.

rather sufficient (more sufficient than insufficient). Unfortunately, we found out that 24% of students considered their knowledge to be insufficient to make the informed choice regarding their future workplace.

After the primary processing of the data, obtained during the research, secondary processing of data was performed to acquire the concluding statistics.

The research problem was as follows: is there a correlation between the indices of the specific weight indications of the cultural environment of students' chosen future workplace and: 1) those of the cultural environment of the previous place of residence, 2) those of the cultural environment of the previous educational establishment (a school), and 3) those of the cultural environment of the schools of students' pedagogical practice?

For the processing of data, the Friedman test was applied to compare the metric scale (indices of the specific weight indications). The obtained results (Table 1) prove that there is a correlation between the indices of the specific weight indications of the cultural environment of students' chosen future workplace and: 1) those of the cultural environment of the previous place of residence, 2) those of the cultural environment of the previous educational establishment (a school), and 3) those of the cultural environment of the schools of students' pedagogical practice.

The data were processed also by means of other methods. It was necessary to find out whether there is a correlation between the selection of indications of the students' preferable cultural environment of future workplace and: 1) that of the cultural environment of the previous place of residence, 2) that of the cultural environment of the previous school, and 3) that of the cultural environment of the schools chosen for pedagogical practice during the study period.

In order to compare the nominal scales of two related selections of indicators, the following nonparametric methods were applied: Lambda test, Goodman and Kruskal tau test, and Cramer's V test.

The obtained results (Table 2) prove that there is no direct correlation between the selection of indications of the students' preferable cultural environment of future workplace and: 1) that of the cultural environment of the previous place of residence, 2) that of the cultural environment of the previous school, 3) that of the cultural environment of the schools chosen for pedagogical practice during the study period.

There emerges the question, why there are contradictions between the results, obtained by means of different data processing methods. The explanation is as follows.

The results of Table 1 prove only that the indices of the specific weight of students from

Table 1

Results of the Friedman test

Selections of indications to be compared	Obtained results
Indices of the specific weight indications of the cultural environment of previous place of residence – Indices of the specific weight indications of the cultural environment of chosen future workplace	p-value=0.564> α =0.05
Indices of the specific weight indications of the cultural environment of previous educational establishments – Indices of the specific weight indications of the cultural environment of chosen future workplace	p-value=1.000> α =0.05
Indices of the specific weight indications of the cultural environment of the schools of pedagogical practice – Indices of the specific weight indications of the cultural environment of chosen future workplace	p-value=0.564> α =0.05

Table 2

Results of the Lambda test, Goodman and Kruskal tau test, and Cramer's V test

Selections of indications to be compared	Data processing methods by SPSS	Obtained results
Cultural environment of previous place of residence – Preferable cultural environment of future workplace	Lambda	p-value=0.472> α =0.05
	Goodman and Kruskal tau	p-value=0.173> α =0.05
	Cramer's V	p-value=0.173> α =0.05
Cultural environment of previous educational establishment – Preferable cultural environment of future workplace	Lambda	p-value=0.704> α =0.05
	Goodman and Kruskal tau	p-value=0.445> α =0.05
	Cramer's V	p-value=0.381> α =0.05
Cultural environment of the schools of pedagogical practice – Preferable cultural environment of future workplace	Lambda	p-value=0.404> α =0.05
	Goodman and Kruskal tau	p-value=0.108> α =0.05
	Cramer's V	p-value=0.138> α =0.05

the countryside and/or cities, corresponds to the indices of the specific weight of choices made by students regarding their future workplaces (the indices of the specific weight of the chosen future workplaces – rural and/or urban schools). But it does not indicate that the same students, originally from the countryside, would definitely all return to the countryside. This information is provided by the research results (Table 2). The second example of the result explanation is that not all respondents, who had graduated urban schools, chose urban schools to be their future workplaces, because a part of them would like to work in the countryside. But instead of them, the young people who had studied at both rural and urban schools would return to the urban schools as teachers.

These results allow concluding that the 4th year students have made a free and informed choice based on competences, regarding their future workplace. This choice was facilitated by their experience obtained during the lifetime, school-time, and during the pedagogical practice. The young people, who expressed a desire to work at rural schools, have made their choice being aware of advantages and disadvantages of rural environment and living in the countryside, they have been aware of their inner self-developmental and self-realization potential and the opportunities existing for this purpose in the rural environment, as well as they have been ready to overcome certain difficulties while living in the countryside.

Within the context of their sustainable development, rural schools should consider that, while implementing career education, they should educate their pupils to become the prospective teachers at rural schools. Particular attention should be paid also to the local patriotism and responsibility for the preservation and further sustainable development of region.

Discussion

The main aims of the students as the prospective teachers' pedagogical practice are: 1) development of systemic ecological thinking, 2) successful integration into the educational environment of a comprehensive school, and 3) formation and development of the competences necessary for the teacher's professional activities. The process of formation and development of competences takes place in the educational environment of a school as an interaction system.

When educating the prospective teachers, the university teaching staff should base this educational process on ecological approach, which allows implementing the principle of balance between ego-centered and eco-centered thinking and activities (Capra, 1996; Vaines, 1990) in the teacher education (Salite, 2002). Our point of view is that taking account of this principle in the teacher education allows balancing individual goals, needs and future career plans of the students, studying at different study programmes of LLU (including the students of pedagogy), with the rural community's developmental goals concerning its cultural environment, the community's needs and the plans concerning the sustainable development of rural cultural environment.

Ecological approach towards education of prospective teachers would facilitate adaptation and integration of the young people, who originally are from cities but are getting ready to become teachers at rural schools, into the environment of rural schools.

Our research proves (Katane, Kruglija, 2009) that readiness of the prospective and new teachers to start their professional activities and to integrate into the diverse environment of schools considerably depends on the ecological competence. Our point of view is that ecological competence is one of the most important components of the teachers' readiness for their professional activities within the cultural environment of a particular school.

If the prospective teacher has developed ecological competence and is motivated to work as a teacher,

it is easier for him/her to adapt to and integrate into the rural cultural environment of a school and local rural community. Ecological competence will help the prospective teacher to form the view that the rural school is an integral part of a particular rural community's cultural environment. Thus there will be developed thinking and the corresponding performance, which would be oriented towards: 1) **I within a rural school**, instead of **I and a rural school**; 2) **I within the rural community**, instead of **I and the rural community**.

Conclusions

1. The prospective teachers' choice regarding their future workplace is influenced by several factors: 1) experience, obtained in the previous life and educational environment; 2) experience, obtained during the study period, including the professional practice in a (rural and/or urban) school environment; 3) ecological competence, including knowledge on the rural and urban community and school cultural environment, perfected during the study period.
2. There is no close correlation between the above mentioned two groups of factors, but it is indirect or mediated. It is because the previously obtained experience is acquired within the framework of a pupil's and/or a student's social role; besides, each individual possesses a very subjective, positive or negative experience. It is important that the influence of the experience and insight, acquired during the school-time, on the students' view concerning the rural or urban schools had diminished, when they were the 4th year students.
3. The prospective teachers-respondents, during their study period, have acquired good and sufficient knowledge on rural and urban cultural environment and schools. Therefore it was ecological and professional (pedagogical) competence that most considerably influenced the choice of the 4th year students of pedagogy regarding their future workplace, because during the research they started to identify themselves with the teacher's profession and to assess the potential of their professional development, to plan their career and to evaluate its possibilities in a particular cultural environment, to be aware of their mission and to feel their inner call for performing the educator's functions in the rural and/or urban environment, to evaluate

professionally the advantages and disadvantages of a rural and urban school environment.

4. The authors find it to be a positive fact that 69% of respondents (the prospective teachers) are ready to work at rural schools in Latvia.

References

1. Beder, S. (1994) The role of technology in sustainable development. The Nature of Sustainable Development: <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=http://ieeexplore.ieee.org/iel1/44/7867/00334601.pdf%3Farnumber%3D334601&authDecision=-203> – Accessed on 6 July 2010.
2. Capra, F. (1996) *The Web of Life: A New Scientific Understanding of Living Systems*. Anchor Books, Doubleday, New York, 368 pp.
3. DeBerry, K.M., Scarr, S., Weinberg, R. (1996) Family Racial Socialization and Ecological Competence: Longitudinal Assessments of African-American Transracial Adoptees. *Child Development*, 67, 2375–2399.
4. Disinger, J.F. (1993) Environment in the K-12 Curriculum: An Overview in Environmental Education. *Teacher Resource Handbook*. Ed. Wilke R.J. Arlington, Virginia, 23–43.
5. Dobers, P., Halme, M. (2009) Corporate Social Responsibility and Developing Countries. *Corporate Social Responsibility*, Vol. 16, 237–249.
6. Katane, I., Kruglija, S. (2009) Ecological perspective on the prospective teachers' education in the context of sustainable education. *Sustainable Development. Culture. Education*. Proceedings of the 7th International JTEFS/BBCC Conference 2009. Daugavpils, Daugavpils University, 75–89.
7. Latvijas Statistika: Izglītības un zinātnes statistika. Vispārīzglītojošās skolas. (2010) Centrālās Statistikas Pārvaldes datu bāze: <http://www.csb.gov.lv/csp/content/?cat=2302> – Accessed on 6 July 2010.
8. Palmer, J.A. (1998) *Environmental Education in 21st century*. Routledge, London and New-York, UK, USA, 280 pp.
9. Roga, V. (2008) *Sociālā pedagoga ekoloģiskās kompetences veidošanās lauku kopienā*. Promocijas darbs sociālajā pedagogijā. Rīga, LU, 232 lpp.
10. Salīte, I. (2002) Teachers' Views on the Aim of Education for Sustainable Development. *Journ. of Teach. Educ. and Train.*, 1, 68–80.
11. Vaines, E. (1990) Philosophical orientations and home economics: an introduction. *Canad. Journ. of Home Econ.*, 40, 6–11.
12. Weller, D.M., Thomashow, L.S., Mazzola, M., Cook, R.J., Pierson, L.S. (1992) Contribution of phenazine antibiotic biosynthesis to the ecological competence of fluorescent pseudomonads in soil habitats. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58 (8), 2616–2624.
13. Дзятковская, Е.Н., Захлебный, А.Н. (2008) *Экологическая компетенция как новый планируемый результат экологического образования*. Москва, Институт содержания и методов обучения РАО: http://mosecoobr.narod.ru/d2008/zaxleb_dzat.doc. – Accessed on 6 July 2010.
14. Дзятковская, Е.Н., Захлебный, А.Н. (2009) Культурологический подход к общему экологическому образованию. *Педагогика*, 9, 35–43.

Anotācija

Lai nodrošinātu Latvijas skolu daudzveidīgās vides līdzsvarotu un ilgtspējīgu attīstību, topošiem skolotājiem ir jābūt gataviem integrēties Latvijas skolu daudzveidīgajā kultūrvidē. Topošo skolotāju izglītībai ir jābalstās uz ekoloģisko pieeju, kas paver ekoloģisko perspektīvu un iespējas studentiem attīstīt un pilnveidot ekoloģisko kompetenci. Ekoloģiskā kompetence ir viens no svarīgākajiem topošo skolotāju gatavības profesionālai darbībai komponentiem daudzveidīgajā skolu kultūrvidē. 2008./2009. studiju gadā tika veikts atsevišķa gadījuma pilotpētījums, kurā piedalījās Latvijas Lauksaimniecības universitātes Izglītības un mājsaimniecības institūta (LLU IMI) 4. kursa pedagogijas studenti. Pētījuma mērķis bija noskaidrot studentu kā topošo skolotāju nākamās darba vietas izvēli, kā arī šo izvēli ietekmējošos faktorus. Tika izstrādāta aptaujas anketa ar jautājumiem, kas bija saistīti ar respondentu profesionālās darbības vides izvēli nākotnē, balstoties uz iepriekš iegūto pieredzi. Pētījums liecināja, ka LLU IMI topošie skolotāji, iepazīnuši gan pilsētas, gan lauku skolu kultūrvidi, ir gatavi strādāt jebkurā skolu kultūrvidē, kur gaida atnākam jaunu skolotāju, ievērojot noteiktās kultūrvides specifiku.

LLU Raksti Nr. 24 (319)
Atbildīgais redaktors Aldis Kārklīņš
Iespiests SIA “Drukātava”
Līliju iela 95/1, Mārupe

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTES RAKSTI

AUTORU IEVĒRĪBAI

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Raksti ievieto publikācijas par nozīmīgiem oriģināliem, teorētiskiem un eksperimentāliem pētījumiem, kas interesē zinātnieku un nozares speciālistu auditoriju. Publicē arī nozares zinātnes pārskatus un hronikas rakstura materiālus.

Manuskriptus autori iesniedz tehniskajam redaktoram vai nu latviešu, vai angļu valodā. Personas, kas iesniedz manuskriptu, to paraksta un pilnībā atbild par iesniegtā manuskripta īpašuma tiesībām un zinātnisko līmeni. Redkolēģijai ir tiesības pakļaut manuskriptus tālākai izvērtēšanai un izņēmuma gadījumos arī noraidīt, ja tie neatbilst vispārējiem publikācijas kritērijiem vai tiek uzskatīti kā nepiemēroti *LLU Rakstiem*. Iesniedzot manuskriptus publicēšanai, autors(i) apliecinā, ka darbs nav iepriekš publicēts, nav paredzēts publicēšanai citos izdevumos, un to izlasījuši un atzinuši par labu visi autori. Autori piešķir ekskluzīvas tiesības Latvijas Lauksaimniecības universitātei iesniegtā raksta publicēšanai.

Vēlamā rakstu struktūra: **virsraksts** (raksta valodā un angļu valodā); **autors** vai autori – pilni vārdi un uzvārdi, darba vietas nosaukums (raksta valodā un angļu valodā), pilna pasta adrese, tālruna numurs, fakss, e-pasta adrese; **abstract** – kopsavilkums angļu valodā līdz 250 vārdiem vienā rindkopā izsmēloši informē par rakstā iekļauto datu būtību; **key words** – ne vairāk kā 5 (angļu valodā); angļu valodā iesniegtiem rakstiem **kopsavilkums** – latviešu valodā vienā rindkopā; **ievads** – situācija un hipotēze; **materiāli un metodes** – pētījuma objekts, metodes un metodika, lai ikviens gūtu priekšstatu par pētījumu gaitu; **rezultāti** – teksta, tabulu, attēlu veidā ar atbilstošu datu ticamības novērtējumu un rezultātu analīzi; **diskusija** – pētījumu rezultātu interpretācija, salīdzinājums ar citu autoru līdzīgiem pētījumiem, jaunākajām zinātnes atziņām; **secinājumi**; **literatūras saraksts**. Manuskriptu apjomam nevajadzētu pārsniegt 15 lappuses – oriģinālrakstam, 20 lappuses – apskata rakstam un 6 – īsiem ziņojumiem. Manuskriptā jānumurē lappuses, attēli, tabulas un formulas.

Teksts

Darbs jānoformē datorsalikumā programmā *MS Word* uz A4 formāta lapām, lietojot *Unicode* fontu *Times New Roman* ar izmēru 12. Pamatteksts sastāv no rindkopām. Sarežģītu un optiski grūti uztveramu burtu veidu lietošana pamattekstā nav pieļaujama. Teksta attālums no kreisās lapas malas 30 mm, no pārējām – 25 mm. Rindstarpu attālums – 1.5. Skaitļos kā decimāldalītājs jālieto punkts, nevis komats. Manuskriptā lietojamas SI sistēmas mērvienības un arī attiecīgie saīsinājumi.

Tabulas

Tabulām jābūt veidotām programmā *MS Word* vai *Excel* un tās novietojamas teksta beigās uz atsevišķām lapām. Teksta izmērs tabulās – ne lielāks par 10 punktiem. Tabulu virsraksti, teksts tajās un paskaidrojumi pie tām tulkojami arī angļu valodā. Tabulām jābūt saprotamām arī tad, ja teksts nav lasīts. Tabulu numuri rakstāmi ar arābu cipariem labajā pusē virs tabulas virsraksta. Tās nedrīkst pārsniegt apdrukai paredzēto lapas laukumu, un tabulu zemteksta piezīmēm jābūt uz tās pašas lapas. Ja tabula turpinās uz vairākām lappusēm, tabulas galva bez virsraksta jāatkārto katrā lapā, virsraksta vietā rakstot «.....tabulas turpinājums» vai «.....tabulas nobeigums». Nav ieteicams veidot tabulas, kurām rindu vai kolonnu skaits mazāks par trīs. Kolonnās skaitļiem jābūt nolīdzinātiem. Daudzzīmju skaitļi jāsadala grupās pa trim. Ja kolonnā uz leju atkārtojas tas pats skaitlis vai teksts, tas jāraksta atkārtoti, nedrīkst likt atkārtojuma simboliku.

Attēli

Diagrammas, zīmējumus un fotogrāfijas uzskata par attēliem. Attēliem jābūt melnbaltā izpildījumā un tie novietojami teksta beigās uz atsevišķām lapām. Skanētos attēlus, digitālās fotogrāfijas un zīmējumus var veidot jebkurā grafiskajā programmā, bet ievietot tos *MS Word* kā attēlus (*Picture*), nevis kā attiecīgās programmas objektus. Diagrammas ieteicams veidot *MS Excel* vai *MS Word*, izmantojot *Microsoft Graph*. Diagrammās vēlams izvairīties no fona tonējuma un ierāmējuma līniju lietošanas, tīklu līniju biezums – ½ pt, rakstzīmju izmērs – ne lielāks par 10 punktiem. Attēlos jāizvairās no uzrakstiem uz tiem. Uzrakstu vietā lietojami simboli vai cipari, kas atšifrējami zem attēla. Paraksts zem attēla sākas ar attēla numuru, tad seko nosaukums, kas atklāj vai raksturo attēlā redzamo, un tad attēlā lietoto ciparu, simbolu atšifrējums. Attēla nosaukums un visi paskaidrojumi tajā tulkojami arī angļu valodā.

Formulas

Formulas jāraksta *MS Equation* programmā. Formulas tekstā raksta atsevišķā rindā pa vidu. Formulas numurē, numuru rakstot tajā pašā rindā starp divām apaļajām iekavām lapas labajā pusē. Formulās lietotajam pamatvienību lielumam jābūt tādām pašām kā pamattekstā. Kursīvā rakstāmi pieņemto apzīmējumu simboli. Formulās ietvertu lielumu mērvienības raksta aiz to nosaukumiem vai skaitliskajām vērtībām tekstā. Formulu paskaidrojumi rakstāmi aiz formulas, katrs savā rindā. Starp paskaidrojumu un mērvienību liek defisi, bet aiz mērvienības – semikolu, un aiz pēdējās mērvienības paskaidrojuma – punktu.

Citējumi

Atsauces tekstā pieraksta, apaļajās iekavās ierakstot izmantotā izdevuma autoru un izdošanas gadu, piem. (Monod, 1963).

Literatūras saraksts darba beigās jānoformē alfabēta kārtībā, atsevišķus darbus pierakstot šādi: **žurnālu raksti** – Hahey, R., Senseman, S., Krutz, L., Hons, F. (2002) Soil carbon and nitrogen mineralization as affected by atrazine and glyphosphate. *Biol. Fertil. Soils*, 35, pp. 35-40; **grāmatas** – *Lauksaimniecības ilgtermiņa investīciju kreditēšanas programma*. (2001) LR Zemkopības ministrija, Rīga, 20 lpp.; **grāmatu nodaļas** – Carrey, E. A. (1989) Peptide mapping. In: *Protein Structure*. Creighton, T. E. (ed.) ILR Press, Oxford, pp. 191-224.; **INTERNET resursu apraksts** – Veselību noteicošie faktori. Vide kā dzīvības un veselības resurs: <http://www.liis.lv/vid-ves/faktori.htm> – Resurs apraksts 2009. gada 9. jūnijā.

Atsaucēm tekstā jāsakrīt ar literatūras sarakstā minētajiem avotiem, un tiem jābūt publiski pieejamiem.

Fināls

Recenzēto un attiecīgi papildināto manuskripta pēdējo versiju autors(i) elektroniskā veidā kopā ar izdruku iesniedz tehniskajam redaktoram.

Tikai precīza visu iepriekš minēto prasību ievērošana sekmēs sagatavoto manuskriptu ātrāku publicēšanu.

Atkāpes no šo noteikumu prasībām pieļaujamas, iepriekš saskaņojot ar *LLU Rakstu* redkolēģiju.

LLU Rakstu redkolēģijas adrese:

Lielā iela 2, Jelgava, LV 3001

Telefons: 630 05671; fakss: 630 05685;

e-pasts: Inga.Skuja@llu.lv

Papildu informācija par *LLU Rakstiem*

pieejama *LLU* mājas lapā <http://www.llu.lv>

sadaļā *Pētniecība: Raksti un publikācijas: LLU Raksti*.