Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija
Ziemeļvalstu Lauksaimniecības zinātnieku asociācija

LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

Zinātniski praktiskās konferences

Raksti

Jelgava 2022

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija
Ziemeļvalstu Lauksaimniecības zinātnieku asociācija

LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

Zinātniski praktiskās konferences
raksti

Jelgava 2022

Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava: LLU, 2022 – 166 lpp.

Atbildīgās par izdevumu:
Adrija Dorbe, LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts
Ilze Vircava, LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts
Diāna Ruska, LLU LF Dzīvnieku zinātņu institūts
Ilze Grāvīte, LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts
Kaspars Kampuss, LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts

Rakstus recenzēja:
Dr. agr. Aleksandrs Adamovičs, Dr. biol. Ina Alsiņa, Dr. sc. ing. Ingrīda Augšpole, Dr. biol. Biruta Bankina, Mg. agr. Rihards Berķis, Dr. agr. Gunita Bimšteine, Mg. agr. Madara Darguža, Mg. agr. Adrija Dorbe, Ph. D. Laila Dubova, Mg. agr. Ieva Erdberga, Dr. agr. Zinta Gaile, Dr. agr. Jānis Gailis, Dr. agr. Ilze Grāvīte, Dr. oec. Ingūna Gulbe, Dr. agr. Kaspars Kampuss, Mg. agr. Jānis Kaņeps, Dr. habil. agr. Aldis Kārkliņš, Dr. agr. Dzidra Kreišmane, Mg. agr. Imants Missa, Dr. agr. Aiga Nolberga-Trūpa, Dr. agr. Gundega Putniece, Dr. agr. Diāna Ruska, Mg. agr. Anda Rūtenberga-Āva, Dr. agr. Dace Siliņa, Mg. agr. Irina Sivicka, Mg. agr. Jana Vāle

Konferences organizācijas komiteja:
Mg. agr. Adrija Dorbe (vadītāja)
Dr. geol. Ilze Vircava (vadītāja)
Dr. agr. Dace Siliņa
Mg. agr. Madara Darguža
Dr. agr. Dzidra Kreišmane
Dr. agr. Zinta Gaile
Dr. agr. Diāna Ruska
Dr. agr. Ilze Grāvīte
Dr. agr. Kaspars Kampuss
Ph. D. Laila Dubova
Mg. agr. Renāte Sanžarevska

Latviešu valodas redaktore: Solvita Bukšāne

Angļu valodas redaktore: Inese Ozola

Datorsalikums: Inese Krastiņa

Vāka dizains: Evija Godiņa

Konference notika tiešsaistē 2022. gada 24. un 25. februārī Latvijas Lauksaimniecības universitātē, Lauksaimniecības fakultātē, Jelgavā, Lielajā ielā 2

© Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 2022

ISBN 978-9984-48-407-5 (tiešsaistes resursam)
ISSN 2500-9451 (tiešsaistes resursam)

SATURS

Strazdiņa V., Fetere V., Piliksere D., Ločmele I., Bleidere M., Legzdiņa L. Vasaras kviešu heterogēno populāciju un šķirņu maisījumu izvērtējums bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā 5

Švedenberga S., Jansone Z., Bleidere M. Vasaras miežu šķirņu sakņu morfoloģisko pazīmju novērtējums 10

Pluša L., Alsiņa I., Zute S. Dažādu mitruma režīmu ietekme uz auzu (*Avena sativa* L.) biomasas veidošanos 15

Švarta A., Vigovskis J., Sarkanbārde D. Vasaras kviešu ražība un ražas kvalitāte atkarībā no kompostu veida 20

Šalkovska L., Strazdiņa V., Fetere V. Kviešu cietās melnplaukas izplatība atkarībā no šķirnes un sēklu kodināšanas efektivitāte, izmantojot bioloģiskos augu aizsardzības līdzekļus 26

Adamovičs A., Ančevska V. Tiešās sējas ietekme uz vasaras rapša sējumu produktivitāti 31

Berķis R., Adamovičs A. Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz ziemas rapša ražu un ražas kvalitāti 37

Grāvīte I., Feldmane D. Latvijas apstākļiem piemērotu bumbieru, plūmju un ķiršu jauno šķirņu vērtēšana 43

Adamovičs A., Balandiņa L., Afoņina K. Inovatīva digestāta un koksnes pelnu maisījuma mēslojuma ietekme uz kartupeļu produktivitāti 49

Petrova I., Brauna-Morževska E., Bimšteine G., Kaņeps J., Bankina B. *Botrytis* spp. patogenitāte dažādām pākšaugu sugām 54

Jermušs A., Sarkanbārde D., Kaško D., Jermuša G. Augšanas uzlabošanas līdzekļu efektivitāte graudaugos bioloģiskajā lauksaimniecībā 59

Pekša K., Stramkale V., Jansone I., Kroiča I. Rudzu un tritikāles raža un kvalitāte atšķirīgos Latvijas reģionos bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā 64

Larsson S., Vīksniņa V., Černova L., Stramkale V. Mikroorganismu izmantošana ražības palielināšanai bioloģiskajā un konvencionālajā lauksaimniecībā 69

Šterna V., Zute S., Damškalne M., Ence E., Štrausa E. Griķu šķirņu 'Aiva', 'Nojas', 'Lileja' potenciāls jaunu (bezglutēna) produktu ražošanai 74

Ieviņš Ģ., Andersone-Ozola U., Ruņģis D., Jēkabsone A., Karlsons A. Zemeņu āboliņa (*Trifolium fragiferum*) Latvijas populācijas bioloģiskās un ģenētiskās daudzveidības izvērtējums 80

Zuševica A., Dūmiņš K., Vendiņa V., Žīgure S., Lazdiņa D., Adamovičs A. Biogāzes digestāta un koksnes pelnu potenciālā izmantošana kokaugu mēslošanai 87

Dēķena Dz., Purmale L., Dance S., Griķe S., Ence E. Organominerālo mēslošanas līdzekļu ietekme uz krūmmelleņu ražības un kvalitātes rādītājiem Bulduru Dārzkopības vidusskolā 92

Kampuss K., Vintere S., Remese V., Sebre G., Dučkena L., Birzleja D. Sākotnējie pētījumi par miera periodu cidoniju (*Cydonia oblonga* Mill.) un čemuru eleagna (*Elaeagnus umbellata* Thunb.) sēklaudžu pumpuros 97

Dimiņš F., Cinkmanis I., Augšpole I., Ķeķe A. Dažādu fenolu savienojumu saturs kameņu un bišu medū 103

Urlovska G., Bimšteine G. Sīpolu slimību ierobežošana, izmantojot mikrobioloģisko preparātu Trihodermīns 108

Augšpole I., Sivicka I. Rozmarīna (*Rosmarinus officinalis* L.) sensorās kvalitātes novērtējums polietilēna (LDPE) maisiņa iepakojumā uzglabāšanas laikā 113

Strautiņa S., Laugale V., Kalniņa I., Krasnova I. Rudens avenes saldēšanai un desertam 118

Feldmane D., Erdberga I., Pole V., Vircava I. Makroelementu saturs un iznese ķiršiem 123

Bārzdiņa D., Proškina L., Šauers R. Ezera sapropeļa ietekme uz broilercāļu augšanas rādītājiem un kautķermeņa kvalitāti 128

Aplociņa E., Kreišmane Dz., Runce A., Muižniece I. Barības devas efektivitāte limuzīnu krustojumdzīvnieku nobarošanā bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā 134

PRAKTISKĀS PIEREDZES RAKSTI 141

Morozova I., Jansone I., Stramkale V., Zariņa L., Kroiča I. Lauka pupu šķirņu raža un kvalitāte bioloģiskās audzēšanas sistēmā 141

Zariņa L., Kukainis O., Zariņa L., Vīksniņa V. Augu augšanas veicinātāja *Green Cytokinin* lietošanas ietekme uz ziemas rapša morfoloģiskajiem rādītājiem un ražu 145

Rebāne A., Rancāne S., Jansons A., Vēzis I., Stesele V., Jermuša G. Zaļmēslojuma augu dažādība un to izvērtējums 148

SVEICAM 152

Inārai Turkai, profesorei, Dr. habil. agr. – 80 152

Aivaram Šņickovskim – 80 153

Silvijai Palmbahai – 80 154

Mārai Jansonei – 85 155

ATCERAMIES 156

Imants Gronskis 156

Profesors Dr. agr. Rainis Skujāns 157

Laimonis Pētersons 158

Egons Tauriņš 159

Jānis Ivans Bērziņš 160

Jānis Būcis 161

Jānis Rozenbahs 162

Fjodors Garkāvijs 163

ATVADĪJĀMIES 164

LLU Lauksaimniecības fakultātes docentu *emeritus*, Dr. agr. Kārli Bambergu pieminot 164

Pieminam emeritēto profesoru Uldi Osīti 165

VASARAS KVIEŠU HETEROGĒNO POPULĀCIJU UN ŠĶIRŅU MAISĪJUMU IZVĒRTĒJUMS BIOLOĢISKAJĀ SAIMNIEKOŠANAS SISTĒMĀ

EVALUATION OF SPRING WHEAT HETEROGENEOUS POPULATIONS AND VARIETY MIXTURES UNDER ORGANIC FARMING SYSTEM

Vija Strazdiņa, Valentīna Fetere, Dace Piliksere, Indra Ločmele, Māra Bleidere, Linda Legzdiņa
Agroresursu un ekonomikas institūts
vija.strazdina@arei.lv

Abstract. *Evolutionary breeding method by creating composite cross populations (CCPs) can increase resilience against environmental variation. In 2021 two heterogeneous spring wheat populations (CCP1 and CCP2) created in Latvia, mixtures of their parent varieties (Mix1 and Mix2), four heterogeneous populations from abroad (Denmark and Germany) and 11 spring wheat varieties were evaluated under organic farming system in three locations – in research centres (RC) in Priekuļi and Stende and farm "Brīvzemnieki". Grain yield and quality (TGW, protein, gluten content, and volume weight), nitrogen use efficiency (NUE) and weed suppressive ability were tested. The results of investigation showed that grain yield and quality differed between variants and investigations places. Grain yield of local CCP2 (2.3 t ha^{-1}) surpassed significantly ($p<0.05$) average trial yield in Priekuli RC, CCP1 (4.3 t ha^{-1}) had a significantly higher grain yield compared to the average in Stende RC, but heterogeneous population P2 (Denmark) (2.3 t ha^{-1}) was superior at farm "Brīvzemnieki". The highest grain quality (protein and gluten content, and Zeleny index) was for Danish population P2. NUE ranged from 33.9 to 49.9 g g^{-1} N with the highest for CCP1 and variety 'Cornetto'. Local CCPs and the mixtures had a tendency to suppress weeds better than homogeneous varieties.*
Key words: *spring wheat, composite cross populations, variety mixtures, yield, grain quality, nitrogen use efficiency, weed suppressive ability.*

Ievads

Alternatīva viendabīgu jeb homogēnu līnijšķirņu audzēšanai ir šķirņu maisījumi vai heterogēnas populācijas (Strazdiņa, Beinaroviča, Legzdiņa, 2012). Agroresursu un ekonomikas institūtā līdztekus līnijšķirņu selekcijai ir uzsākta vasaras kviešu kombinēto krustojumu populāciju (CCP) veidošana un to priekšrocību izvērtēšana. Šādas populācijas ietver pēcnācējus no krustojumiem starp lielāku šķirņu (vecākaugu) skaitu (5–10), krustojot visās iespējamajās kombinācijās, pavairojot un pakļaujot dabīgajai izlasei konkrētos audzēšanas apstākļos. Pētījuma mērķis bija noteikt heterogēnā vasaras kviešu materiāla saimnieciski lietderīgās īpašības (graudu ražu un kvalitāti), slāpekļa izmantošanās efektivitāti (NUE) un spēju nomākt nezāles bioloģiskos audzēšanas apstākļos.

Materiāli un metodes

Vasaras kviešu saimnieciski lietderīgo īpašību noteikšanai 2021. gadā trīs vietās bioloģiskajā (B) saimniekošanas sistēmā izmēģinājumu laukos Priekuļu un Stendes Pētniecības centros (PC) un zemnieku saimniecībā (ZS) "Brīvzemnieki" (Talsu novads, Lībagu pagasts) iekārtoja izmēģinājumus ar 11 vasaras kviešu šķirnēm, divām Latvijā veidotām kombinēto krustojumu populācijām CCP1 un CCP2, diviem šķirņu maisījumiem Mix1 un Mix2 (veidoti no attiecīgajā populācijā izmantotajiem vecākaugiem), kā arī ar divām Vācijā un divām Dānijā izveidotām populācijām. CCP1 izveidē izmantoti 10 genotipi ('Uffo', astoņas ārzemju šķirnes un viena vietējo ģenētisko resursu līnija), savukārt CCP2 veidota, savstarpēji krustojot četras izmēģinājumā iekļautās ārvalstu populācijas ar šķirnēm 'Robijs', 'Imanta' un 'Uffo'. Lauciņu lielums bija 10–12.3 m^2, tie bija izvietoti randomizēti četros atkārtojumos, izsējas norma 500 dīgtspējīgas sēklas m^{-2}. Vasaras kviešu sēja visās izmēģinājumu vietās veikta optimālā termiņā – 20. aprīlī. Stendes PC un ZS "Brīvzemnieki" priekšaugs bija āboliņš, Priekuļu PC – rudzi. Visās izmēģinājumu vietās augsnes tips bija velēnu podzolētās mālsmilts augsnes; pH variēja no 4.74 līdz 5.74, organiskās vielas saturs – no 1.68 līdz 2.2%. Augstākais nodrošinājums ar K_2O un P_2O_5 augsnē bija Stendes PC – 138 un 236 mg kg^{-1}, zemākais ZS "Brīvzemnieki" 99.8 un 155.7 mg kg^{-1}, Priekuļu PC 112 un 182 mg kg^{-1}. Graudu raža pārrēķināta pie 100% tīrības un bāzes mitruma 14%. Graudu kvalitātes rādītāji (proteīna un lipekļa saturs, *Zeleny indekss* un tilpummasa) tika analizēti, izmantojot analizatoru *Infratec Nova 6*. Datu apstrādei izmantota dispersijas analīze.

Lai noteiktu slāpekļa izmantošanās efektivitāti (NUE, kg graudu kg N^{-1}) 2021. gadā Stendes PC, pirms ražas novākšanas no katra atkārtojuma ievākti virszemes augu biomasas paraugi no 0.1 m^2 platības. NUE aprēķināta pēc (1) formulas (Moll et al., 1982):

$$NUE = NUpE * NUtE \quad (1)$$

Slāpekļa uzņemšanas efektivitāte (NUpE) noteikta, kopējo N koncentrāciju graudu un salmu biomasā (Nt), dalot ar kopējo N daudzumu augsnē pirms sējas (Ns, kg ha^{-1}) (Ortiz-Monasterio et al., 2001). Ns noteikšanai aprēķināts augsnes aramkārtas svars 0.2 m dziļumā, izmantojot datus par augsnes tilpummasu (Kārkliņš, 2008). Slāpekļa izmantošanas efektivitāte (NUtE) aprēķināta, graudu sausnas ražu dalot ar kopējo N koncentrāciju graudu un salmu biomasā. Kopējo N koncentrāciju graudu un salmu biomasā un augsnes paraugos noteica ar *Kjeldala* metodi (ISO 20483:2013). Sausnas saturu noteica, paraugus žāvējot 130°C 2 h (ISO 712:2009). Vasaras kviešu spēju nomākt nezāles visās izmēģinājumu vietās vērtēja pēc Hoad et al. (2008) ieteiktās metodikas trīs reizes veģetācijas sezonā (31.–39. AE, 59.–65. AE, 87.–92. AE), salīdzinot ar lauciņiem, kur nezālēm bija atļauts augt brīvi.

Meteoroloģiskie apstākļi. Stendē mitruma daudzums augsnē un gaisa temperatūra 2021. gada aprīlī bija optimāla, lai vasaras kviešu sējumi abās izmēģinājumu vietās sadīgtu un attīstītos vienmērīgi. Jūnijā gaisa temperatūra pārsniedza normu par 4.2º C, bet nokrišņu šajā laikā bija maz – 30% no ilggadēji vidējā rādītāja. Sākoties karstumam un sausumam, sējumu stāvoklis pasliktinājās. Karstajam laikam turpinoties, sākās pāragra graudu nogatavošanās. Augusta pirmajā un otrajā dekādē, sākoties lietavām, nebija iespējams savlaicīgi novākt graudu ražu, līdz ar to pasliktinājās graudu kvalitāte. Priekuļos pavasaris bija vēss un mitrs. Nokrišņu daudzums arī vasaras mēnešos bija lielāks nekā Stendē, jūnija trešajā dekādē tas pārsniedza ilggadēji vidējo rādītāju par 172.9%. Paaugstināta gaisa temperatūra (4.5 līdz 6.5°C virs normas) novērota no jūnija otrās dekādes līdz jūlija trešajai dekādei.

Rezultāti un diskusijas

Izmēģinājumos iegūtā vasaras kviešu graudu raža bija atšķirīga ne tikai starp variantiem, bet arī izmēģinājumu vietām. Vidējā vasaras kviešu raža Stendes PC iegūta 4.1 t ha^{-1}, ZS "Brīvzemnieki" vidēji 2.1 t ha^{-1}, Priekuļu PC vidēji 1.9 t ha^{-1} (1. tabula).

1. tabula */Table 1*

Graudu raža un 1000 graudu masa (TGM) trīs izmēģinājumu vietās 2021. gadā
Grain yield and thousand grain weight (TGW) at three locations in 2021

Šķirne, maisījums, CCP / *Variety, mixture, CCP*	Graudu raža t ha^{-1} / *Grain yield*			TGM, g/TGW		
	Priekuļu PC/*RC*	Stendes PC/*RC*	ZS "Brīvzemnieki"/ *Farm*	Priekuļu PC/*RC*	Stendes PC/*RC*	ZS "Brīvzemnieki"/ *Farm*
Vidēji līnijšķirnēm / *Average of homogenic varieties*	2.0	4.2	2.1	28.5	31.7	29.1
Min.	1.6	3.7	1.9	24.4	29.2	26.5
Max.	2.4	4.7	2.3	35.7	37.5	33.2
Vecākaugu šķirņu maisījums Mix1 / *Mixtures of CCP1 parent varieties*	1.8	4.1	2.0	28.1	29.3	28.2
CCP1	1.8	4.3	2.0	28.3	30.7	28.9
Vecākaugu šķirņu maisījums Mix2 / *Mixtures of CCP2 parent varieties*	2.0	3.8	2.0	28.5	31.2	27.2
CCP2	2.3	4.2	1.9	30.7	33.5	27.8
Convento C (Vācija)	1.8	4.0	2.1	27.5	31.6	30.8
Convento E (Vācija)	1.8	4.1	2.0	29.2	32.8	26.7
P1 (Dānija)	1.7	4.2	2.1	30.0	33.2	24.4
P2 (Dānija)	1.6	3.6	2.3	26.4	34.1	25.2
$RS_{0.05}$ LSD	***0.47***	***0.45***	***0.62***	***2.10***	***2.31***	***2.52***

Pētījumi ārvalstīs un Latvijā apliecina, ka stabilas graudu ražas un labas kvalitātes graudu iegūšanai bioloģiskajā audzēšanas sistēmā sekmīgi var izmantot heterogēnu materiālu – populācijas un maisījumus. Priekuļu PC būtiski augstāka raža ($p < 0.05$), salīdzinot ar izmēģinājuma vidējo, bija populācijai CCP2 – 2.3 t ha^{-1} (otrā ražīgākā aiz šķirnes 'Corneto'), Stendes PC – populācijai CCP1 – 4.3 t ha^{-1} (atpalika no trīs šķirnēm), bet ZS "Brīvzemnieki" – Dānijā izveidotajai populācijai P2 – 2.3 t ha^{-1} (līdzīgi divām ražīgākajām šķirnēm). CCP1 un CCP2 redzama tendence uz augstāku ražu nekā attiecīgajiem maisījumiem izmēģinājumā Stendes PC, bet Priekuļu PC – tikai CCP2. Tas varētu būt saistīts ar CCP spēju pielāgoties Stendes apstākļiem, kuros tās ir izveidotas un audzētas pirms šī izmēģinājuma. Savukārt Priekuļu PC labāki ražas rezultāti ir CCP2, kas ietver lielāku ģenētisko daudzveidību, līdz ar to varētu būt ar labāku pielāgošanās spēju atšķirīgiem apstākļiem. Viens no svarīgākajiem graudu ražu un kvalitāti raksturojošiem rādītājiem ir 1000 graudu masa (TGM), kas populācijām CCP1 un CCP2 visās trijās pārbaudes vietās nebija būtiski augstāka, salīdzinot ar to izveidošanā izmantoto genotipu maisījumiem Mix1 un Mix2. Dānijā izveidotajai populācijai P1 TGM Stendes un Priekuļu PC bija līdzvērtīga šķirnei 'Arabella' (30.0–33.2 g), bet būtiski zemāka tā bija ZS "Brīvzemnieki" – 24.4 g. Visaugstākā TGM visās audzēšanas vietās bija šķirnei 'Cornetto' (1. tab.).

Meteoroloģiskie apstākļi 2021. gada vasarā Stendē un Priekuļos, karstums un sausums vasaras kviešu ziedēšanas un graudu aizmešanās laikā nelabvēlīgi ietekmēja pilnvērtīgu ražas veidošanos. Rezultātā graudi bija sīki, ar zemu tilpummasu. Visās trīs pētījuma vietās augstākā graudu tilpummasa bija populācijai P1 (Dānija) 72.4–77.6 kg L^{-1} un šķirnei 'Cornetto' 72.0–77.2 kg L^{-1}. Proteīna un lipekļa saturs graudos, olbaltumvielu kvalitāte (sedimentācija jeb *Zeleny* indekss), kā arī graudu raža un tilpummasa bija atšķirīga starp variantiem un audzēšanas vietām. Visās trīs pētījuma vietās augstākā graudu tilpummasa bija populācijai P1 (Dānija) 72.4–77.6 kg L^{-1} un šķirnei 'Cornetto' 72.0–77.2 kg L^{-1}. Visaugstākais proteīna un lipekļa saturs un olbaltumvielu kvalitāte, salīdzinot ar pārējiem vasaras kviešu genotipiem, bija Dānijā izveidotajai populācijai P1. Vietējo populāciju proteīna un lipekļa saturs, kā arī *Zeleny* indekss bija līdzvērtīgi izmēģinājuma vidējiem rādītājiem visās audzēšanas vietās (2. tab.).

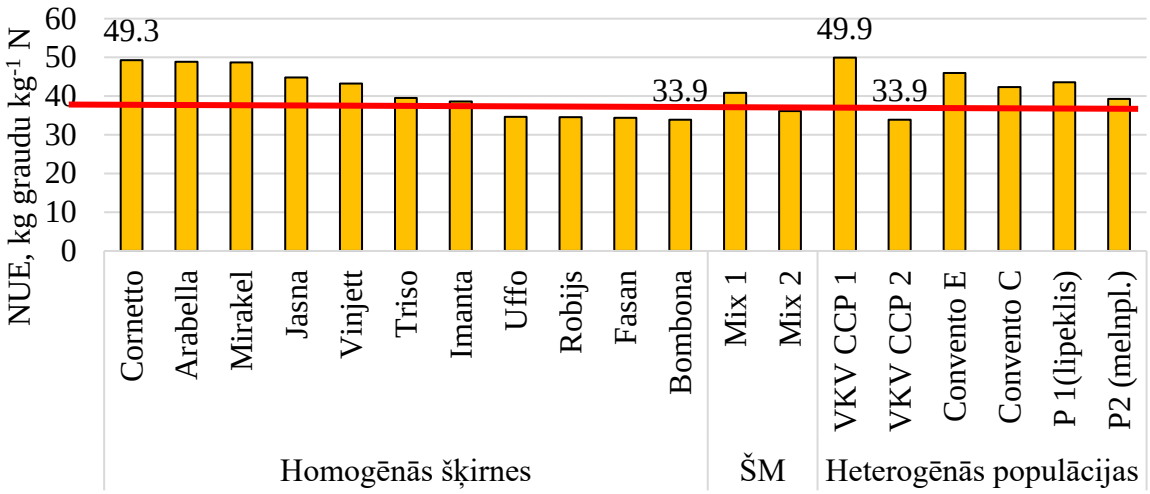
2. tabula / *Table 2*

Proteīna un lipekļa saturs kviešu šķirņu maisījumu graudos trīs izmēģinājumu vietās 2021. gadā

Protein and gluten content at three locations in 2021

Šķirne, maisījums, CCP / *Variety, mixture, CCP*	Proteīna saturs, mg kg^{-1}			Lipekļa saturs, mg kg^{-1}		
	Priekuļu PC/*RC*	Stendes PC/*RC*	ZS "Brīvzemnieki" *Farm*	Priekuļu PC/*RC*	Stendes PC/*RC*	ZS "Brīvzemnieki" *Farm*
Vidēji līnijšķirnēm / *Average of homogenic varieties*	112.3	141.8	117.7	202.4	298.9	213.9
Min.	104.8	129.8	109.8	178.8	270.5	195.0
Max.	119.4	151.0	128.8	223.8	335.4	252.8
Vecākaugu šķirņu maisījums Mix1 / *Mixtures of CCP1 parent varieties*	113.2	145.1	120.7	207.3	313.1	220.6
CCP1	115.4	148.0	117.3	212.6	315.4	216.3
Vecākaugu šķirņu maisījums Mix2 / *Mixtures of CCP2 parent varieties*	116.5	150.5	124.4	217.0	330.4	228.0
CCP2	116.8	151.1	120.9	217.0	331.8	224.6
Convento C	119.7	149.6	119.1	226.7	322.4	216.8
Convento E	118.4	147.9	108.0	219.3	324.8	224.9
P1	131.8	163.7	137.0	263.9	383.1	269.6
P2	119.5	156.5	130.4	225.3	351.1	264.2
RS$_{0.05}$ LSD	***27.8***	***32.5***	***29.4***	***94.60***	***98.6***	***96.8***

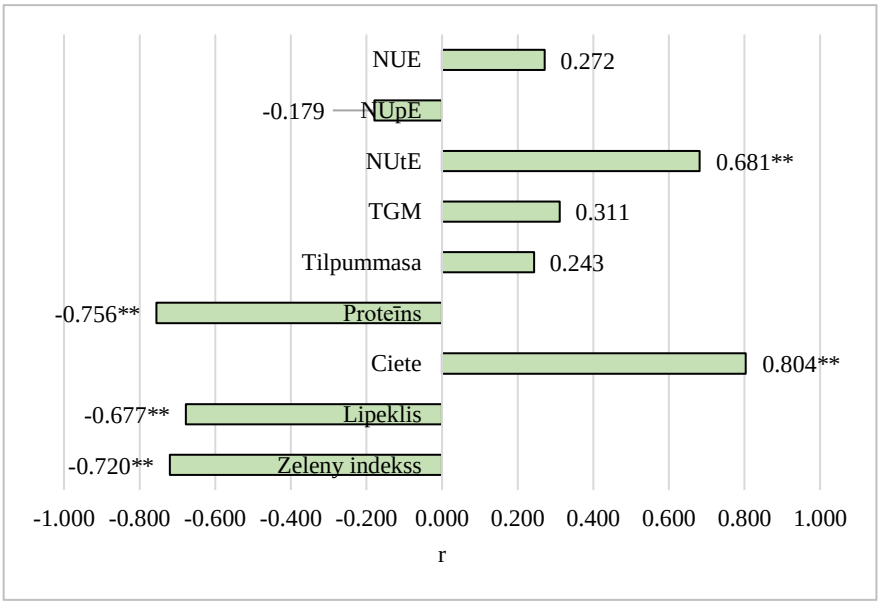
Slāpekļa izmantošanās efektivitāte (NUE) ir svarīga pazīme, kas var veicināt ilgtspējīgu lauksaimniecību. Kultūrauga vai augkopības sistēmas NUE var ietekmēt šķirnes genotips, agronomiskā prakse un vides apstākļi. Atbilstoši Moll et al. (1982) definīcijai paaugstinātu NUE veicina paaugstināta augsnē pieejamā N uzņemšanas efektivitāte (NUpE) un augstāka uzņemtā N izmantošanas spēja graudu ražas veidošanai (NUtE).



1. att. Slāpekļa izmantošanās efektivitāte (NUE) vasaras kviešu šķirnēm, maisījumiem un heterogēnajām populācijām. Vidējā vērtība 41.2 kg kg^{-1}N; $RS_{0.05}$ = 11.32 kg kg^{-1}N.

Fig. 1. NUE of spring wheat varieties, mixtures and popultions. Average value 41.2 kg kg^{-1}N, $LSD_{0.05}$= 11.32 kg kg^{-1}N.

Lai izstrādātu selekcijas programmu NUE uzlabošanai, ir svarīgi noteikt slāpekļa izmantošanas ģenētiski noteikto variāciju. Svarīgs uzdevums selekcijai bioloģiskās lauksaimniecības vajadzībām ir integrēt ģenētisko un fenotipisko informāciju par NUE un ar to saistītajām pazīmēm, lai izstrādātu šai specifiskajai saimniekošanas sistēmai pielāgotas dažāda veida šķirnes (Lammerts van Bueren et al., 2011). Dispersijas analīze parāda, ka starp variantiem ir statistiski būtiska ($p < 0.05$) atšķirība pēc NUE, tomēr būtiski nepārsniedzot vidējo NUE vērtību izmēģinājumā (2. att.).



2. att. Korelācijas koeficienti starp kviešu graudu ražu un kvalitātes rādītājiem ($r_{0.05;\ n-1\ =\ 18}$ = 0.444; $r_{0.01;\ n-1\ =\ 26}$ = 0.561). Korelācijas koeficienti statistiski būtiski pie *p < 0.05; **p < 0.01.

Fig. 2. Correlation coefficients between yield and other traits.

Netika konstatētas heterogēno populāciju būtiskas priekšrocības, salīdzinot ar homogēnām šķirnēm, taču augstākās NUE vērtības konstatētas populācijai CCP1 un arī šķirnei 'Cornetto'. CCP1 redzama tendence efektīvāk izmantot N nekā attiecīgajam maisījumam. Līdz šim publicētu citu pētījumu rezultātu par NUE novērtējumu bioloģiskās lauksaimniecības apstākļos attiecībā uz CCP un salīdzinājumu ar viendabīgu materiālu vai maisījumiem kviešiem praktiski nav. Pētījumi par NUE vasaras kviešiem un heterogēno materiālu jāturpina.

Korelācijas analīze parādīja, ka starp slāpekļa izmantošanas efektivitāti (NUtE) un graudu ražu bija būtiska pozitīva korelatīva sakarība (2. att.), kas norāda, ka ir svarīga šķirnes spēja līdz ziedēšanai augos uzkrāto slāpekli efektīvi izmantot ražas veidošanai. Graudu raža būtiski pozitīvi korelēja ar cietes saturu graudos, bet negatīvi – ar proteīna un lipekļa daudzumu un *Zeleny* indeksu.

Vasaras kviešu konkurētspēja ar nezālēm Stendes PC vidēji katrā vērtēšanas reizē bija 66.8%, 74.2% un 75.1%. Zemnieku saimniecībā nezāļu blīvums bija daudz lielāks, un kviešu konkurence bija zemāka, attiecīgi 39%, 32.6% un 31.8%. Savukārt Priekuļu PC vidējā spēja nomākt nezāles vidēji bija visaugstākā, attiecīgi 85.2%, 88.6% un 87.0%. Izmēģinājumos Stendes PC un ZS novēroja tendenci vietējām CCP un maisījumiem labāk nomākt nezāļu augšanu nekā homogēnajām šķirnēm.

Secinājumi

1. Heterogēns vasaras kviešu materiāls (populācijas un maisījumi) var nodrošināt homogēnām šķirnēm līdzvērtīgu ražu un graudu kvalitāti atšķirīgos augšanas apstākļos.
2. Dānijā izveidotai populācijai P1 ir augsta graudu kvalitāte, un tā ir ieteicama audzēšanai pārtikas graudu ieguvei.
3. Pētījumos novērota tendence vietējām kombinēto krustojumu populācijām (CCP) un to vecākaugu maisījumiem labāk nomākt nezāļu augšanu nekā homogēnajām šķirnēm.
4. Kopumā heterogēnajām populācijām bija augstāka slāpekļa izmantošanās efektivitāte (NUE), kā arī tendence veidot augstāku ražu un 1000 graudu masu, salīdzinot ar vecākaugu maisījumiem.

Izmantotā literatūra

1. Finckh, M. R., Grosse, M., Weedon, O., Brumlop, S. (2010). Population developments from the F5 to the F9 of three wheat composite crosses under organic and conventional conditions. ***In:*** *Breeding for Resilience: A Strategy for Organic and Low-input Farming Systems*? EUCARPIA 2nd Conference of the 'Organic and Low-Input Agriculture' Section 1–3, December 2010, Paris, France, p. 49–52.
2. Hoad, S., Topp, C., Davies K. (2008). Selection of cereals for weed suppression in organic agriculture: a method based on cultivar sensitivity to weed growth. *Euphytica*, Vol. 163(3), p. 355–366.
3. Kārkliņš A. (2008). Augsnes diagnostika un apraksts. Jelgava: LLU, – 336 lpp.
4. Lammerts van Bueren E.T., Jones S.S., Tamm L., Murphy K.M., Myers J.R., Leifert C., Messmer M.M. (2011). The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, Vol. 58 (3–4), p. 193–205.
5. Moll R.H. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, Vol. 74, p. 562–564.
6. Ortiz Monasterio, J.I., Manske, G.G.B., Van Ginkel M. (2001). Nitrogen and Phosphorous Use Efficiency. ***In:*** *Application of Physiology in Wheat breeding*. Reynolds M.P., Ortiz Monasterio J.I., McNab A., Mexico D.F., Eds.; CIMMYT: Mexico City, Mexico, 2001, p. 200–208.
7. Strazdiņa V., Beinaroviča I., Legzdiņa L. (2012). Use of genetic diversity in breeding programms for organic farming. ***In:*** *Plant Breeding for Future Generations,* Proceedings of the 19th EUCARPIA General Congress, Budapest, Hungary, 21-24 May, 2012, p. 447.

VASARAS MIEŽU ŠĶIRŅU SAKŅU MORFOLOĢISKO PAZĪMJU NOVĒRTĒJUMS

EVALUATION OF MORPHOLOGICAL TRAITS OF SPRING BARLEY VARIETIES

Sanita Švedenberga, Zaiga Jansone, Māra Bleidere
Agroresursu un ekonomikas institūts
sanita.svedenberga@arei.lv

Ievads

Pieejamo resursu samazināšanās un pārtikas pieprasījuma pieaugums rada nepieciešamību identificēt jaunus risinājumus ģenētisko resursu izpētē un jaunu, konkurētspējīgu šķirņu selekcijai, lai palielinātu laukaugu produktivitāti un resursu izmantošanas efektivitāti, ņemot vērā klimata pārmaiņu scenāriju (Galluzi et al., 2020). Vasarāju graudaugiem Latvijā īpaši svarīgi ir laika apstākļi maija mēnesī, ilggadējie novērojumi Stendē liecina, ka vidējai diennakts temperatūrai veģetācijas perioda sākumā ir tendence pieaugt, bet nokrišņu daudzumam – samazināties. Šī iemesla dēļ sausumizturīgu šķirņu veidošana ir viena no stratēģijām, kas var uzlabot to adaptēšanās spēju meteoroloģisko apstākļu pārmaiņām (Galluzi et al., 2020).

Saknes ir auga orgāni, kas pirmās reaģē uz mitruma nepietiekamību, tāpēc tās ir nozīmīgs izpētes objekts – ar mērķi veidot šķirnes ar augstāku adaptēšanās spēju, īpaši vidēs, kuras raksturo pazemināts ūdens un barības vielu nodrošinājums (Kuijken et al., 2015). Sakņu sistēmas arhitektūra ietver plašu sakņu morfoloģisko parametru klāstu, piemēram, saknes garumu, sakņu blīvumu, sakņu skaitu, saknes izvērsuma leņķi un kopējo sakņu laukumu (Jia et al., 2019). Izvēlētai šo pazīmju fenotipēšanas metodei ir vēlamas, pirmkārt, zemas izstrādes un ekspluatācijas izmaksas un, otrkārt, iespēja ar nelielu piepūli izmērīt lielu atsevišķu atkārtojumu, genotipu vai apstrādes variantu skaitu (Kuijken et al., 2015). Konstatēts, ka vertikālāks sakņu izvērsuma leņķis un lielāks šo sakņu skaits vēlāk nodrošina kompaktāku un dziļāku sakņu sistēmu, kas ir īpaši svarīgi sausuma stresa apstākļos (Manschadi et al., 2008). Agrīnajos augu attīstības etapos šīs sakņu morfoloģiskās pazīmes rekomendē izmantot selekcijā gan kviešiem (Richard et al, 2015), gan miežiem (Robinson et al., 2016; Robinson et al., 2018; Jia et al., 2019), konstatējot būtiskas atšķirības starp šķirnēm. Pētījuma mērķis bija novērtēt vasaras miežu šķirņu sakņu izvērsuma leņķi un sakņu skaitu podu izmēģinājumā agrīnajā augu attīstības etapā. Vasaras miežu šķirņu selekcijas programmas ietvaros sakņu sistēmas izpēte Latvijā līdz šim nav veikta. Raksts prezentēs pirmos iegūtos rezultātus Latvijā un ārvalstīs selekcionētām vasaras miežu šķirnēm.

Materiāli un metodes

Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Laukaugu selekcijas un agroekoloģijas nodaļas pirmsselekcijas laboratorijā iekārtots podu izmēģinājums, izmantojot Richard et al. (2015) metodiku. Pētījumā iekļautas 18 divkanšu vasaras miežu šķirnes, no kurām 9 ir selekcionētas Latvijā un 9 – ārvalstīs.

Podu izmēģinājuma iekārtošanas metodika. Pētījumā izmanto sēklu paraugus no 2020. un 2021. gada ražas. No miežu graudu frakcijas virs 2.8 x 20 mm sieta atlasa slimus un bojātus graudus. Sēklu paraugus 30 sekundes dezinficē ar 70% etanolu, divas reizes skalo ar jonizētu ūdeni, sēklas paturot ūdenī 5 minūtes. Lieko ūdeni notecina, un sēklu paraugu nosusina. Lai podu izmēģinājumam izvēlētos sēklas vienādā attīstības etapā, sēklu paraugus liek diedzēties Petri platē starp diviem filtrpapīriem (diametrs – 90 mm), uzlejot 7 mL destilētu ūdeni. Sēklas diedzē tumšā klimata kamerā (modelis F. Lli Della Marca, Itālija) trīs diennaktis 15 °C temperatūrā, gaisa mitrums – 75%.

Miežu augu diedzēšanai izmanto caurspīdīgus plastmasas podus (tilpums – 3 L; diametrs – 190 mm, augstums – 150 mm). Podus piepilda ar kūdras substrātu, ko raksturo šādi parametri: KKS – S, 0–7 mm grieztā sūnu kūdra (sijāta) 30 %, 0–7 mm frēzkūdra (sijāta) – 70 %, pH KCL 5.8–6.6, kas sajaukts ar smiltīm attiecībā 3:1. Podu izmēģinājumu iekārto 18 podos, katrā podā sēj 20 sēklas, tās izvieto ik pēc 2.5 cm. Šķirņu secība katrā podā plānota randomizēti, respektīvi, katrā podā sēj vienu sēklu no katras šķirnes, bet šķirnēm 'Ansis' un 'Idumeja' – divas sēklas. Sējai izvēlas sēklas ar dīgstu 05. AE (parādās dīgsts). Sēklas attiecībā pret poda malu ar pinceti virs augsnes novieto 45° leņķī ar grauda rieviņu uz poda centru tā, lai grauda dīglis atrastos cieši pie poda sieniņas. Pēc sējas sēklām uzber augsnes substrātu 2 cm biezumā. Caurspīdīgos podus ievieto tumšos podos (3 L; diametrs 190 mm, augstums 150 mm). Katram podam mitrina augsni, vienmērīgi izsmidzinot 300 ml ūdens, papildu laistīšanu un mēslošanu vairs neveic. Augu augšana norit 3 diennaktis klimata kamerā,

nodrošinot šādus apstākļus: temperatūra 12 °C, gaisa mitrums 65%, dienas/nakts garuma attiecība 16/8 stundas.

Saknes izvērsuma leņķis. Pēc trīs diennaktīm augiem veic miežu sakņu attēlu uzņemšanu ar fotokameru (Canon EOS 1300D), kas piestiprināta pie statīva. Augu sakņu fotografēšanu veic secīgi katram augam, izmantojot kasti ar lodziņu un melnām gaismu reflektējošām sienām, pagriežot podu pulksteņrādītāja virzienā. Attēlus no katra poda (atkārtojuma) savieno, izveidojot panorāmas attēlu, izmantojot datorprogrammu *PhotoStitch*. Analizējot panorāmas attēlu, katram augam veic saknes izvērsuma leņķa mērījumu starp diviem malējiem sakņu pāriem 3 cm attālumā no grauda, izmantojot datorprogrammu *ImageJ*.

Sakņu skaits. Katram miežu augam saknes saskaita pēc divām metodēm: (1) saskaita saknes, kas saredzamas caurspīdīgā poda sieniņas attēlā; (2) augus saudzīgi izņem no augsnes substrāta un nosaka faktisko sakņu skaitu.

Podu izmēģinājumam veic divus neatkarīgu atkārtojumu ciklus: 1. izmēģinājums – no 2021. gada 16. līdz 21. februārim (IZM_1), 2. izmēģinājums – no 2021. gada 3. līdz 8. decembrim (IZM_2).

Datu statistiskā apstrāde. Iegūtie rezultāti statistiski apstrādāti, īstenojot aprakstošās un dispersijas analīzes, korelācijas analīzes metodes. Divfaktoru dispersijas analīze lietota, lai novērtētu genotipa un izmēģinājuma atkārtojumu kā faktoru būtiskumu un to ietekmes īpatsvaru (η^2, %) uz analizēto pazīmju mainību. Podu eksperimenta sakritības jeb atkārtojamības novērtēšanai 2. eksperimenta (IZM_2) dati regresēti pret 1. eksperimenta (IZM_1) datiem, noteikts determinācijas koeficients (R^2) un iedzimstamības koeficients (H^2), ko raksturo ar korelācijas koeficientu starp abiem podu izmēģinājuma atkārtojumiem. Tā kā starp izvēlēto standartu 'Ansis' un 'Idumeja' abu atkārtojumu vidējām vērtībām nav būtisku atšķirību, datu statistiskajā apstrādē iekļauti šo šķirņu vidējie dati.

Rezultāti un diskusijas

Rezultātu 1. tabulā apkopoti pazīmju datu statistiskie parametri, kas raksturo sakņu morfoloģisko pazīmju mainību starp 18 pētījumā iekļautajām šķirnēm un diviem podu izmēģinājumiem. Iegūtie mūsu pētījuma rezultāti prezentē ne tikai genotipiskās šo pazīmju variācijas starp šķirnēm, bet arī ļauj novērtēt veikto podu izmēģinājumu sakritību jeb atkārtojamību.

1. tabula / *Table 1*

Sakņu sistēmas morfoloģisko pazīmju datu apstrādes parametri

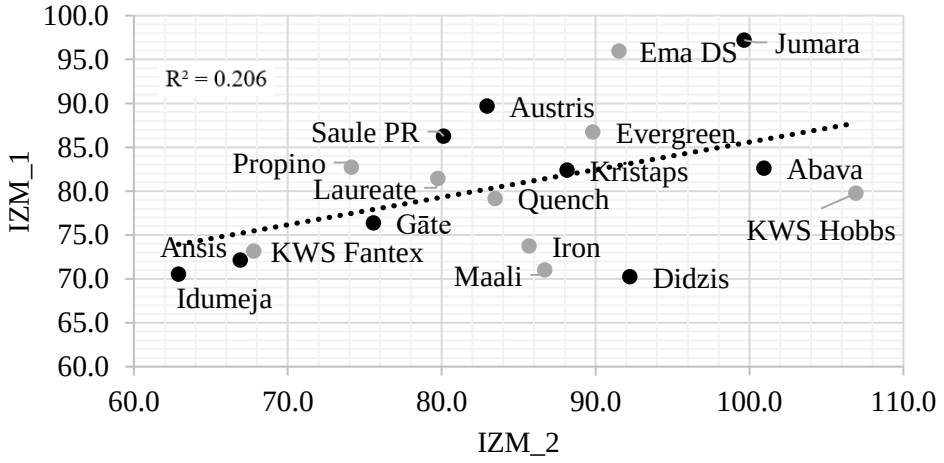
Statistical parameters for the morphological traits of the root system

Statistikas parametri / *Statistical parameters*	Sakņu izvērsuma leņķis, grādi / *Root spreading angle, degrees*			Sakņu skaits augam fotoattēlā / *Imaged root number*			Faktiskais sakņu skaits / *Actual root number*		
	IZM_1	IZM_2	Vidēji	IZM_1[1]	IZM_2	Vidēji	IZM_1	IZM_2	Vidēji
Vidēji	84.2[a]	80.6[a]	82.4	5.5[a 2]	5.1[b]	5.3	6.3[a]	5.7[b]	6.0
Min.	62.9	70.2	66.7	4.5	4.1	4.3	5.5	5.0	5.3
Max.	106.9	97.2	98.4	6.3	5.8	6.0	7.0	6.6	6.8
s	11.9	8.3	8.7	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4
$Rs_{0.05}$	12.897	15.497	9.886	0.550	0.528	0.382	0.510	0.491	0.339
η^2 šķirne, %	29**	11**	13.4**	22**	25**	18**	21**	32**	14**
η^2 IZM, %	7.1	8**	0.6	6	8**	4**	6	8**	16**
η^2 atlikuma, %	64	81	81	72	67	73	73	60	66
H^2 IZM_2:ZM_1	0.450*			0.633**			0.743**		
R^2 IZM_1/IZM_2	0.21			0.401			0.551		

[1]IZM_1 – 1. Izmēģinājums; IZM_2 – 2. izmēģinājums; [2] vidējā starpība starp IZM_1 un IZM2 ar atšķirīgiem burtiem augšrakstā būtiska pie $p < 0.05$; faktoru ietekme būtiska *$p < 0.01$, **$p < 0.001$; korelācijas koeficienti būtiski pie *$p < 0.05$, **$p < 0.01$.

Visas vērtētās miežu sakņu morfoloģiskās pazīmes starp šķirnēm variēja būtiski ($p < 0.001$), ar šķirnes kā faktora ietekmes īpatsvaru no 11 līdz 32%. Atlikuma dispersija starp visām vērtētajām pazīmēm un abiem podu izmēģinājuma cikliem variēja no 66 līdz 81%, kas apliecina, ka pazīmēm datu mainība starp atsevišķu šķirņu atkārtojumiem bijusi lielāka nekā starp dažādu šķirņu vidējiem datiem.

Sakņu izvērsuma leņķis starp 18 pētījumā iekļautajām vasaras miežu šķirnēm variēja vidēji no 66.7° līdz 98.4°. Citos pētījumos saknes izvērsuma leņķis miežiem ir parādījis daudz lielāku variāciju starp šķirnēm. Piemēram, divos H. Robinson (2016; 2018) pētījumos, izmantojot caurspīdīgo podu metodi, starp 30 miežu šķirnēm šī pazīme variēja no 13.5° līdz 82.2°, bet, izvērtējot 216 miežu līnijas, saknes izvērsuma leņķis variēja no 12.0° līdz 89.4°. Savukārt Z. Jia et al. (2019) pētījumā starp 221 šķirni šī pazīme variēja no 46.7° līdz 131.7°, uzrādot augstu šīs pazīmes iedzimstamību (h^2 = 84.9%). Mūsu pētījumā iedzimstamības koeficients datiem sakņu izvērsuma leņķim bija 0.45 (R^2 = 0.21) (1. tab.; 1. att.), bet C. Richard (2015) pētījumā, sakņu izvērsuma leņķi novērtējot ar caurspīdīgo podu metodi, tika iegūts augstāks rādītājs (h^2 = 0.65). Kā norāda R. Kuijken et al. (2015), izvēloties piemērotāko fenotipēšanas metodi sakņu morfoloģisko pazīmju kvantitatīvai analīzei, ir jāņem vērā trīs savstarpēji saistīti etapi, kas var ietekmēt rezultātu: augu audzēšana, datu iegūšana un datu apstrāde. Salīdzinoši zemie iedzimstamības un determinācijas koeficienti sakņu izvērsuma leņķim norāda uz to, ka augu audzēšanas etaps šai metodei vēl ir pilnveidojams, minimizējot iespējamo mikroapstākļu variāciju starp šķirņu atkārtojumiem augu audzēšanas laikā. Miežu šķirnēm 'Idumeja', 'Ansis' un 'KWS Fantex' abos podu izmēģinājumos tika novērots salīdzinoši šaurākais saknes izvērsuma leņķis (vidēji attiecīgi 69.5° un 70.5°), bet šķirnēm 'Jumara' un 'Ema DS' tas bija platākais (vidēji 98.4° un 93.7°), kas ir statistiski būtiskas atšķirības (1. tab.; 1. att.). Lielākā variācija starp abiem izmēģinājumiem saknes izvērsuma leņķim konstatēta šķirnēm 'Abava', 'Didzis', 'Maali', 'KWS Hobbs' un 'Iron', tāpēc šīm šķirnēm izpēte būtu jāturpina.



1. att. Saknes izvērsuma leņķis 18 vasaras miežu šķirnēm. Izkliedes diagramma saknes izvērsuma leņķim grādos starp diviem neatkarīgiem podu izmēģinājumiem (IZM_1 un IZM_2). Melnie punkti – Latvijā selekcionētās šķirnes, pelēkie punkti – ārvalstīs selekcionētās šķirnes.

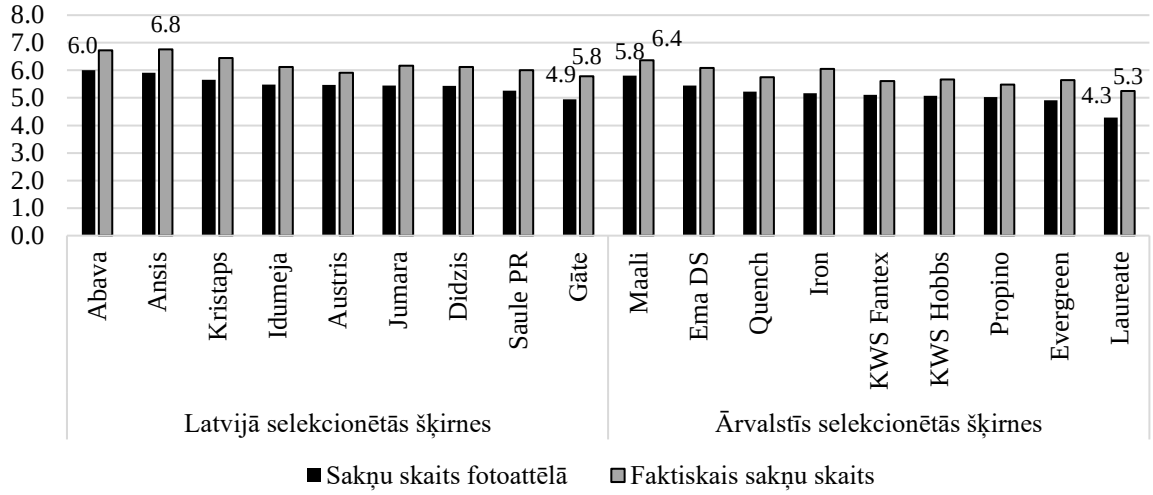
Fig. 1. Root spreading angle for 18 spring barley varieties. Scatterplot for the root spreading angle in degrees between two independent pot trials (IZM_1 and IZM_2). Black dots represent varieties bred in Latvia, gray dots represent varieties bred abroad.

Salīdzinot rezultātus ar korelācijas koeficientu starp divām datu kopām, ja sakņu skaitu augam vērtē divējādi, pamatojoties uz fotoattēlu un saskaitot saknes izrautam augam, šī sakarība ir pozitīva un cieša (r = 0.93; R^2 = 0.87), šķirņu rangs šīs pazīmes novērtējumam ar abām metodēm ir līdzīgs (2. att.). Tas nozīmē, ka šīs pazīmes novērtēšanu varētu veikt ātrāk, respektīvi, vienlaicīgi ar saknes leņķa mērījumu, neizraujot augu no substrāta. Sakņu morfoloģiskās pazīmes novērtējot ar caurspīdīgo podu metodi, līdzīgi rezultāti iegūti arī C. Richard (2015) pētījumā. Turklāt, izmantojot caurspīdīgo podu metodi, pēc sakņu sistēmas novērtēšanas, atstājot perspektīvos īpatņus, iegūst graudu ražu genotipu turpmākajai pavairošanai, kas selekcijas darbā jo īpaši svarīgi agrīnajās hibrīdajās paaudzēs.

Salīdzinoši augstākie iedzimstamības un determinācijas koeficienti ir iegūti faktiskajam sakņu skaitam, kas dažādām miežu šķirnēm variēja vidēji no 5.3 līdz 6.8 (1. tab.; 2. att.). Salīdzinot savstarpēji Latvijā un ārvalstīs selekcionēto šķirņu grupas, pēc šīs pazīmes nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības, tomēr salīdzinoši vairāk sakņu veidoja Latvijā selekcionētās šķirnes 'Abava' un 'Ansis'. Arī šķirņu 'Kristaps', 'Idumeja', 'Jumara' un 'Didzis' augiem bija vairāk par 6 saknēm. Citos

pētījumos sakņu skaits starp dažādiem miežu genotipiem variēja no 3.6 līdz 6.9 (Robinson, 2016) un no 4.8 līdz 6.1 (Robinson, 2018).

H. Robinson et al. (2018) pētījumā, kur ģenētiskās korelācijas koeficienti starp graudu ražu un saknes izvērsuma leņķi variēja no 0.21 līdz 0.36 un sakņu skaitu no 0.20 līdz 0.25, secināts, ka sakarību ciešumu ietekmēja audzēšanas apstākļi. Savukārt Z. Jia et al. (2019) pētījums atklāj, ka, raugoties no miežu saknes morfoloģiskajām pazīmēm, sakņu garums un sakņu izvērsuma leņķis agrīnajos augu attīstības etapos uzrādīja visaugstāko iedzimstamību un korelatīvās sakarības ar 1000 graudu masu, tāpēc izmantojamas kā izlases kritēriji tādu šķirņu selekcijai, kas ir labāk pielāgotas limitētam ūdens un barības vielu nodrošinājumam.



2. att. Sakņu skaits augam fotoattēlā un faktiskais sakņu skaits, vidēji divos podu izmēģinājumos.
Fig. 2. Number of roots counted in the image of the plant and the root number obtained from measurements, average in two pot trials.

Tā kā sakarības starp atsevišķām sakņu sistēmas morfoloģiskajām pazīmēm un graudu ražu miežiem līdz šim ir maz pētītas, to plānojam noskaidrot, izmantojot arī šajā miežu šķirņu salīdzinājumā iegūtos rezultātus.

Secinājumi

Sakņu izvērsuma leņķis un sakņu skaits būtiski variēja starp pētījumā iekļautajām miežu šķirnēm. No Latvijā selekcionētajām miežu šķirnēm 'Ansis' un 'Idumeja' raksturojami ar šauru saknes izvērsuma leņķi, bet lielākais sakņu skaits konstatēts šķirnēm 'Abava' un 'Ansis'. Jāturpina caurspīdīgo podu metodes pilnveide, samazinot kļūdas dispersijas īpatsvaru. Tā ir perspektīva metode miežu morfoloģisko pazīmju novērtēšanai ne tikai dažādām šķirnēm, bet arī līnijām agrīnajās hibrīdajās paaudzēs, kas ļauj nedestruktīvi īsā laikā veikt novērtēšanu lielam genotipu skaitam, kas ir svarīgs nosacījums selekcijas darbā.

Izmantotā literatūra

1. Galluzzi G., Seyoum A., Halewood M., Lopez Noriega I., Welch E.W (2020). The role of genetic resources in breeding for climate change: The case of public breeding programs in eighteen developing countries, *Plants*, Vol. 9, p. 1–19.
2. Jia Z., Liu Y., Gruber B.D., Neumann K., Kilian B., Graner A., von Wiren N. (2019) Genetic Dissection of Root System Architectural Traits in Spring Barley. *Frontiers in Plant Science*, Vol. 10, p. 400.
3. Kuijken R.C.P. Eeuwijk F.A., Marcelis L.F.M., Bouwmeester H.J. (2015). **Root phenotyping: from component trait in the lab to breeding.** *Journal of Experimental Botany*, Vol. 66 (18), p. 5389–5401.
4. Manschadi A, Hammer G, Christopher J, DeVoil P. (2008). Genotypic variation in seedling root architectural traits and implications for drought adaptation in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Soil*, Vol. 303, p. 115–129.

5. Richard C., Hickey L.T., Fletcher S., Jennings R., Chenu K., Christopher J.T. (2015). High-throughput phenotyping of seminal root traits in wheat. *Plant Methods*, Vol. 11, p. 1–11.
6. Robinson H., Hickey L., Richard C., Mace E., Kelly A., Borell A., Frankowiak J., Fox G. (2016). Genomic Regions Influencing Seminal Root Traits in Barley. The Plant Genome. Vol 9 (1), p. 1–13.
7. Robinson H., Kelly A., Fox G., Frankowiak J., Borrell A., Hickey L. (2018). Root architectural traits and yield: exploring the relationship in barley breeding trials. *Euphytica*, Vol. 214, p. 151.

DAŽĀDU MITRUMA REŽĪMU IETEKME UZ AUZU (*AVENA SATIVA* L.) BIOMASAS VEIDOŠANOS

EFFECTS OF DIFFERENT MOISTURE REGIMES ON OAT (AVENA SATIVA L.) BIOMASS FORMATION

Lauma Pluša[1;2], Ina Alsiņa[2], Sanita Zute[1]
[1]Agroresursu un ekonomikas institūts, [2]LLU Lauksaimniecības fakultāte
lauma.plusa@arei.lv

Abstract. *Discussions on climate changes and its impact on cereal yields have become important in recent decades. Drought stress can affect oat yields to 70%, therefore during the selection it is important to develop varieties that are drought tolerant. In Latvian conditions no studies have been performed on the effect of water content on the growth and development of oat genotypes and biochemical changes in oats. The aim of this study was to determinate changes in biomass of oat genotypes depending on the amount of water and evaluate the resistance in drought conditions by determining the content of soluble carbohydrates. Oat biomass differs between moisture regimes and growth stages. The average oat biomass at flag leaf opening (BBCH 39) was 17.7 g in M1 regime, and 75.4 g in M4, but in watery ripe (BBCH 71) biomass ranged from 23.5 (M1) to 87.8 g (M4). Biomass formation was significantly affected ($p<0.05$) by the moisture regime and variety. Soluble carbohydrates content in BBCH 30 was generally affected by moisture regime ($p<0.05$), but variety influence was not significant ($p=0.235$), but, as concerns BBCH 39, soluble carbohydrates content was significantly ($p<0.05$) affected by moisture regimes and variety. The highest soluble carbohydrates content (at BBCH 39) was in moisture regime M1,* which was *27.6 °Brix, however, 13.3 °Brix was in moisture regime M4. And there was a correlation between soluble carbohydrates and plant biomass ($r=0.92$, $n=28$). Soluble carbohydrates decreased with the increase of biomass, changes in the amount of soluble carbohydrates in 86% of cases can be explained by the change in biomass values.*

Key words: *oat, moisture regimes, biomass, soluble carbohydrates.*

Ievads

Diskusijas par klimata izmaiņām un to ietekmi uz kultūraugu ražību pēdējās desmitgadēs ir kļuvušas aktuālas. Ir palielinājusies vidējā gaisa temperatūra, taču krasi atšķirīgas situācijas novērojamas arī nokrišņu daudzuma ziņā – gadi, kad nokrišņu daudzums būtiski pārsniedz ilggadējās normas, mijās ar ilgstošiem sausuma periodiem, un šie apstākļi ietekmē kultūraugu augšanu un attīstību (Ruja, Toma, Bulai et al., 2021). Auzas (*Avena sativa* L.) ir mērenajam klimatam piemērota graudaugu suga, tām ir nepieciešams augstāks ūdens nodrošinājums nekā citiem graudaugiem, kas skaidrojams ar to palielināto lapu laukumu un augu garumu, kā rezultātā ar ūdeni apgādājamā biomasas daļa ir lielāka (Bind, Bharti, Pandey et al., 2016). Sausuma izraisīts stress var ietekmēt auzu ražu no 30 līdz 70%, ietekmēt to augšanu un attīstību, saīsināt veģetācijas periodu, tāpat radīt izmaiņas vielmaiņas procesos un bioķīmiskajos rādītājos (Xie, Li, Chen et al., 2021). Izmaiņas, kas notikušas augā, galvenokārt vērstas uz to, lai augs spētu adaptēties stresa apstākļos un nodrošinātu tā izdzīvošanu.

Šķīstošajiem ogļhidrātiem ir svarīga loma auga izturības nodrošināšanai stresa apstākļos. Sausuma stresa apstākļos to koncentrācija auga šūnsulā palielinās, kas kalpo kā enerģijas avots, līdz ar to šķirnes, kurās šķīstošo ogļhidrātu koncentrācija ir augstāka, ir izturīgākas ūdens deficīta apstākļos (Krasavina, Burmistrova, Raldugina, 2014). Tāpat izmaiņas novērojamas arī biomasas rādītājos, ūdens deficīta rezultātā samazinās auga garums un lapu laukums (Shaheen, Bibi, Awais et al., 2021).

Latvijas apstākļos līdz šim nav veikti pētījumi par ūdens daudzuma ietekmi uz auzu genotipu augšanu un attīstību, kā arī bioķīmiskajām izmaiņām auzās to attīstības laikā. Darba mērķis ir noteikt auzu genotipu biomasas izmaiņas atkarībā no pieejamā ūdens daudzuma un vērtēt genotipu izturību pret sausuma stresu, nosakot šķīstošo ogļhidrātu saturu auzu šūnsulā.

Materiāli un metodes

Pētījums iekārtots AREI Stendes pētniecības centrā kontrolētos augšanas apstākļos 2021. gadā. Pētījumā iekļautas piecas auzu šķirnes – 'Laima', 'Guld', 'KWS Contender', 'Symphony', 'Stendes Lote' – un divas perspektīvās auzu selekcijas līnijas – '34588' un '34808'. Katrs genotips iesēts

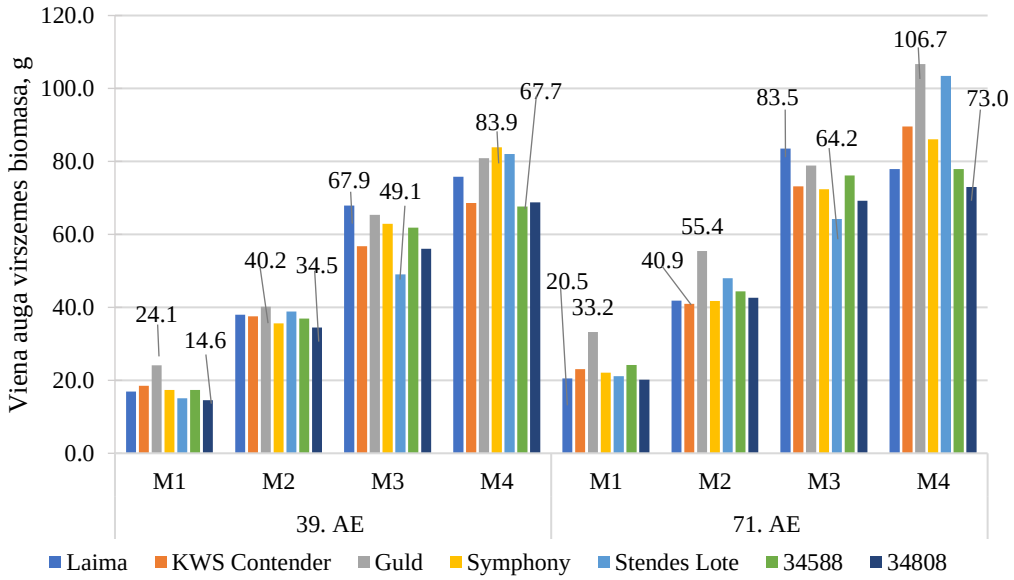
astoņos atkārtojumos, sākotnēji astoņi graudi vienā veģetācijas traukā, kas pēc sadīgšanas samazināti līdz sešiem augiem, lai nodrošinātu vienādu augu skaitu katrā no veģetācijas traukiem.

Audzēšanai izmantoti 11 L veģetācijas trauki (izmērs 25 × 25 × 26 cm), kas piepildīti ar kūdras smilšu maisījumu. Sākotnējais mitrums veģetācijas traukos nodrošināts vienāds – 40%, kas noteikts ar mitruma analizatoru Ohaus MB23/MB25. Vienāds mitruma režīms visām šķirnēm tika nodrošināts līdz brīdim, kad attīstījušās trīs lapas (13. AE), uzturot nemainīgu 40% mitruma daudzumu, pēc 13. AE mitruma daudzums pielāgots atkarībā no varianta.

Veģetācijas laikā auzām nodrošināti četri atšķirīgi mitruma režīmi: M1 (155 mm), M2 (250 mm), M3 (355 mm) un M4 (460 mm), nepieciešamais ūdens daudzums pārrēķināts uz attiecīgo veģetācijas trauka lielumu, nosakot nepieciešamo mL daudzumu dienā, attiecīgi M1 – 112 mL, M2 – 190 mL, M3 – 277 mL un M4 – 364 mL. Lai novērtētu augu augšanu dažādos mitruma režīmos, divas reizes veģetācijas sezonā – stiebrošanas sākumā (30. AE) un brīdī, kad karoglapa pilnībā atvērusies (39. AE) – tika noteikts šķīstošo ogļhidrātu saturs auzu lapās ar refraktometru Kruss DR301–95, Vācija (°Brix). Momentā, kad karoglapa pilnībā atvērusies (39. AE), un graudu veidošanās sākumā (71. AE) noteikta augu virszemes biomasa (g). Randomizētā kārtībā tika izvēlēti pieci augi, kuriem, nogriežot virszemes daļu, tika noteikts to svars, pēc tam aprēķinot vidējo rādītāju.

Rezultāti un diskusijas

Iegūtie rezultāti liecina, ka atkarībā no auga attīstības etapa, pieaugot mitruma daudzumam, attiecīgi palielinās auga biomasa, kas pierādīts arī Pakistānā veiktā pētījumā, kur norādīts, ka augu biomasa pieaug, palielinoties apūdeņošanas līmenim (Shaheen, Bibi, Awais et al., 2021). Analizējot augu biomasu 39. AE, redzams (1. att.), ka visām šķirnēm biomasa ir pieaugusi, palielinoties ūdens daudzumam. M1 un M2 režīmā (zemākie mitruma nodrošinājumi) ar augstāko biomasu izceļas šķirne 'Guld', attiecīgi biomasa veido 24.1 g un 40.2 g, bet viszemākā M1 un M2 režīmā tā konstatēta līnijai '34808' (14.6 g un 34.5 g), savukārt M3 režīmā ar augstāko biomasu izceļas 'Laima' (67.9 g), turpretī zemāko – 'Stendes Lote' (49.1 g). Mitruma režīmā M4, kurā nodrošināts vislielākais ūdens daudzums, lielāko biomasu sasniedz šķirne 'Symphony' (83.9 g), bet zemāko – līnija '34588' (67.7 g). Biomasas izmaiņas dažādos mitruma režīmos būtiski ($p < 0.05$) ietekmē šķirņu un mitruma režīmu mijiedarbe.



1. att. Auzu biomasa (g) dažādos mitruma režīmos un attīstības etapos.

Fig. 1. Changes in plant biomass under different moisture regimes and growth stages.

Apskatot biomasas izmaiņas 71. AE, novērojams, ka šķirnei 'Guld' augstākā biomasa konstatēta M1, M2 un M4 mitruma režīmā, attiecīgi 33.2 g, 55.4 g un 106.7 g, bet M3 režīmā augstāko rādītāju sasniegusi šķirne 'Laima' (83.5 g). Interesants ir fakts, ka šī ir vienīgā šķirne, kurai biomasa M4 režīmā samazinājusies par 2.1 g. Savukārt ar zemāko biomasu M1 variantā izceļas 'Laima' (20.5 g), M2 režīmā – 'KWS Contender' (40.9 g), M3 režīmā – 'Stendes Lote', kuras biomasa ir 64.2 g. Savukārt M4 režīmā vismazāko biomasu veido līnija '34808' – 73.0 g.

Mērījumi 39. AE, kad karoglapa pilnībā attīstījusies, apstiprina faktu, ka auga biomasu būtiski ($p < 0.05$) ietekmē gan mitruma nodrošinājums (83.7%), gan šķirne (1.5%) (1. tab.). Aprēķinot vidējos rādītājus starp šķirnēm katrā no mitruma režīmiem, viena auga virszemes biomasa 39. AE (skat. 1. tab.) bija robežās no 17.7 g (M1) līdz 75.4 g (M4). Biomasas pieaugums starp 39. līdz 71. AE M1 variantā veidojis vien 5.8 g, bet M2 – 7.6 g. Samazinoties ūdens daudzumam, augi pārvada barības vielas no veģetatīvajām daļām uz reproduktīvajām, līdz ar to augs nav tendēts uz biomasas palielināšanu, bet gan sēklu veidošanu (Munne–Bosch, Alegre, 2004), savukārt M3 un M4 variantā biomasas pieaugums bijis būtiski ($p < 0.05$) augstāks, attiecīgi par 14.0 un 12.4 g, šajos variantos ūdens daudzums bijis lielāks, kas pozitīvi ietekmējis auga biomasu.

1. tabula / *Table 1*

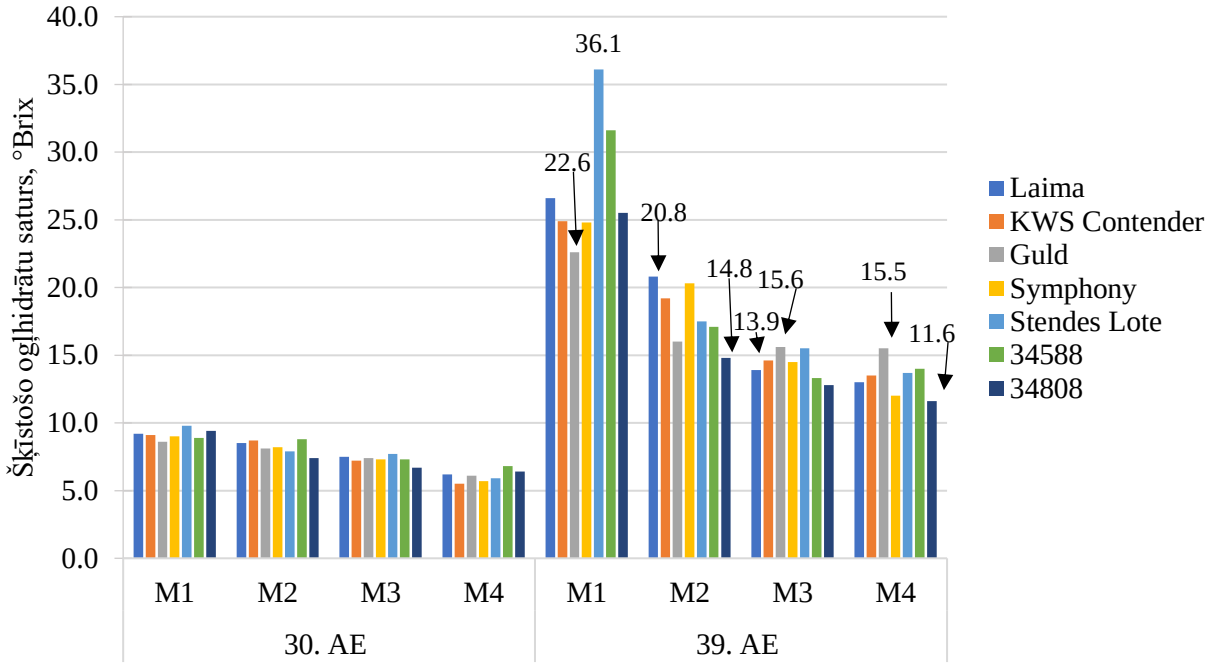
Mitruma režīma un auzu šķirnes ietekme uz auga virszemes biomasu (g) dažādos auzu attīstības etapos

Influence of moisture regime and variety on plant biomass (g) at different development stages

Pētāmie faktori / *Factors*	Auga biomasa 39. AE, g / *Plant biomass, g*	Auga biomasa 71. AE, g / *Plant biomass, g*
Mitruma režīms / *Moisture regimes*		
p-vērtība/*p-value*	$p < 0.05$ ($RS_{0.05} = 5.91$)	$p < 0.05$ ($RS_{0.05} = 5.56$)
M1 – 155 mm	17.7 [a]	23.5 [a]
M2 – 250 mm	37.4 [b]	45.0 [b]
M3 – 355 mm	60.0 [c]	73.9 [c]
M4 – 460 mm	75.4 [d]	87.8 [d]
Vidēji/*Average*	47.6	57.3
Šķirne/*Variety*		
p-vērtība/*p-value*	$p < 0.05$ ($RS_{0.05} = 4.47$)	$p < 0.05$ ($RS_{0.05} = 4.23$)
'Laima'	49.7 [a]	55.9 [b,c]
'KWS Contender'	45.3 [b,c]	56.7 [b]
'Guld'	52.6 [a]	68.5 [a]
'Symphony'	49.9 [a]	55.6 [b,c]
'Stendes Lote'	46.3 [b,c]	59.2 [b]
'34588'	46.0 [b,c]	55.7 [b,c]
'34808'	43.5 [c]	52.2 [c]
Vidēji/*Average*	47.6	57.7

[a,b,c,d] – vērtības indeksa dažādie burti norāda uz būtisku atšķirību starp mitruma režīmiem vai šķirnēm dažādos auga attīstības etapos.

Savukārt pretēji biomasas rādītājiem, kas paaugstinājās līdz ar ūdens daudzuma palielināšanos, šķīstošo ogļhidrātu saturam novērojama pretēja tendence – tā koncentrācija samazinās līdz ar ūdens daudzuma palielināšanos. 39. AE augstākais šķīstošo ogļhidrātu saturs bijis M1 variantā šķirnei 'Stendes Lote', bet zemākais – 'Guld', attiecīgi 36.1 °Brix un 22.6 °Brix, un, kā redzams 2. att., M1 variantā, rezultāti starp šķirnēm ir bijuši atšķirīgi, variācijas koeficients veidojis 17.2 %, bet M2 variantā vērtības variējušas robežās no 14.8 līdz 20.8 °Brix. Augstākais šķīstošo ogļhidrātu daudzums konstatēts šķirnei 'Laima', bet zemākais – līnijai '34808'. Vērtējot rezultātus M3 variantā, rezultāti starp šķirnēm ir mazāk atšķirīgi, un variācijas koeficients veidojis 7.4%. Augstākais šķīstošo ogļhidrātu saturs novērots šķirnei 'Guld' (15.6 °Brix), bet zemākais – šķirnei 'Laima' (13.9 °Brix). M4 režīmā viszemākais šķīstošo ogļhidrātu saturs (robežās no 11.6 līdz 15.5 °Brix) konstatēts šķirnei 'Guld' un līnijai '34808'.



2. att. Šķīstošo ogļhidrātu saturs (°Brix) dažādos mitruma režīmos un augu attīstības etapos.
Fig. 2. Soluble carbohydrates under different moisture regimes and growth stages.

Nosakot šķīstošo ogļhidrātu saturu 30. AE, konstatēts, ka šķirnes ietekme nav būtiska ($p = 0.235$), bet šķīstošo ogļhidrātu daudzumu būtiski ($p < 0.05$) ietekmē mitruma režīms (skat. 2. tab.). Savukārt 39. AE būtiska ($p < 0.05$) ietekme bija gan šķirnei, gan mitruma režīmam.

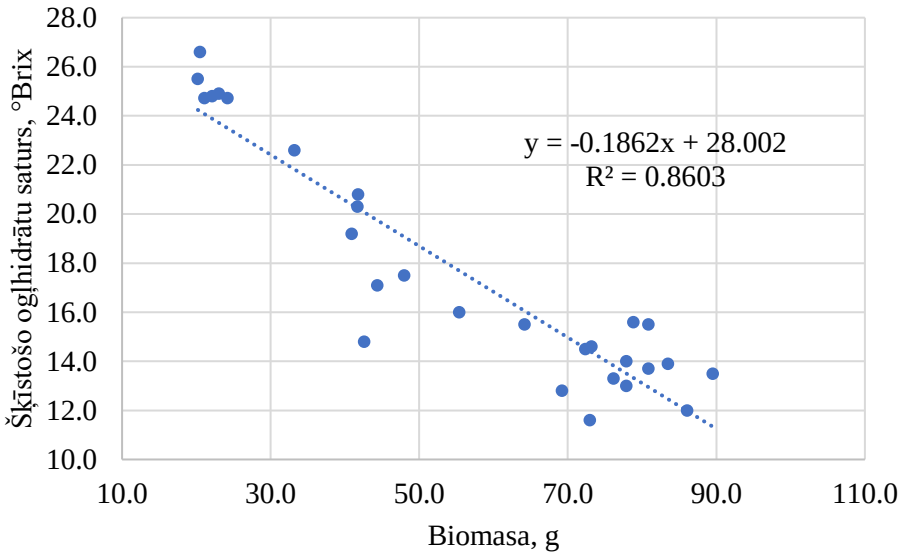
2. tabula / *Table 2*

Mitruma režīma un auzu šķirnes ietekme uz šķīstošo ogļhidrātu saturu (°Brix) augu šūnsulā dažādos auzu attīstības etapos
Influence of moisture regime and variety on soluble carbohydrates content (°Brix) at different development stages

Pētāmie faktori / *Factors*	Šķīstošo ogļhidrātu saturs 30. AE (°Brix) / *Soluble carbohydrates content (°Brix)*	Šķīstošo ogļhidrātu saturs 39. AE (°Brix) / *Soluble carbohydrates content (°Brix)*
Mitruma režīms / *Moisture regime*		
p-vērtība/*p-value*	$p < 0.05$ ($RS_{0.05} = 0.45$)	$p < 0.05$ ($RS_{0.05} = 1.00$)
M1 – 155 mm	9.1 [a]	27.6 [a]
M2 – 250 mm	8.2 [b]	18.0 [b]
M3 – 355 mm	7.3 [c]	14.4 [c]
M4 – 460 mm	6.1 [d]	13.3 [d]
Vidēji/Average	7.6	18.3
Šķirne/*Variety*		
p-vērtība/*p-value*	$p > 0.05$	$p < 0.05$ ($RS_{0.05} = 0.75$)
'Laima'	7.8[a]	18.6 [c,d]
'KWS Contender'	7.6[a]	18.0 [c]
'Guld'	7.6[a]	17.4 [d]
'Symphony'	7.5[a]	17.9 [d]
'Stendes Lote'	7.8[a]	20.7 [a]
'34588'	8.0[a]	19.0 [b]
'34808'	7.5[a]	16.1 [e]
Vidēji/Average	7.7[a]	18.2

[a,b,c,d] – vērtības indeksa dažādie burti norāda uz būtisku atšķirību starp mitruma režīmiem vai šķirnēm dažādos auga attīstības etapos.

Veicot korelācijas un regresijas analīzi šķīstošo ogļhidrātu satura rādītājiem un auzu virszemes biomasai (39. AE), tika novērota cieša negatīva korelācija starp rādītājiem ($r = 0.92 > r_{0.05} = 0.374$, $n = 28$) (3. att.). Pieaugot biomasai, samazinās šķīstošo ogļhidrātu saturs.



3. att. Sakarība starp šķīstošo ogļhidrātu saturu un augu biomasu.
Fig. 3. Relationships between soluble carbohydrates and plant biomass.

Determinācijas koeficients pierāda, ka 86% gadījumu šķīstošo ogļhidrātu daudzuma izmaiņas var skaidrot ar izmaiņām biomasas rādītājos.

Secinājumi

1. Auzu virszemes biomasu būtiski ($p > 0.05$) ietekmēja gan šķirne (1.5%), gan mitruma nodrošinājums, attiecīgi 83.7% rezultātu ietekmē mitruma nodrošinājums – palielinoties ūdens daudzumam, paaugstinās auzu virszemes biomasa.
2. Pieaugot biomasai, samazinās šķīstošo ogļhidrātu saturs (cieša, negatīva korelācija, $r = 0.93$, $n = 28$), 86% gadījumu šķīstošo ogļhidrātu daudzuma izmaiņas var skaidrot ar izmaiņām biomasas rādītājos.
3. No pētījumā iekļauto šķirņu klāsta zemākajā ūdens nodrošinājumā (M1 un M2) ar augstāko šķīstošo ogļhidrātu saturu izceļas šādas šķirnes – 'Stendes Lote' un 'Laima'.

Izmantotā literatūra

1. Bind H., Bharti B., Pandey M.K., Kumar S., Vishwantah, Kerkhi S.A. (2016). Genetic variability, heritability and genetic advance studies for different characters on green fodder yield in oat (*Avena sativa* L.). *Agricultural Science Digest*, Vol. 36, Issue 2, p. 88–91.
2. Krasavina M.S., Burmistrova N.A., Raldugina G.N. (2014). The Role of Carbohydrates in Plant Resistance to Abiotic Stresses. ***In:*** *Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance*. Ed. By P. Ahmad, S. Rasool, Academic Press is an imprint of Elsevier, p. 229–270.
3. Munne–Bosch S., Alegre L. (2004). Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. *Functional Plant Biology* , Vol. 31, p. 203–216.
4. Ruja A., Toma I., Bulai A., Agapie A.L., Negrut G., Suhai K., Gorinoiu G. (2021). The impact of climate shanges on production in the autumn and spring oats. *Life Science and Sustainable Development*, Vol. 2, p. 73–81.
5. Shaheen A., Bibi A., Awais M., Ahmad N., Shoaib F., Shahbaz Z., Fatima B., Khan Niazi I.A. (2021). Evaluation Of Oat (Avena Sativa L.) Accessions For Fodder Yield And Quality Under Drought Stress. *Journal of Agriculture and Food*, Vol. 2, No.2, p. 63–78.
6. Xie H., Li M., Chen Y., Zhou Q., Liu W., Liang G., Jia Z. (2021). Important Physiological Changes Due to Drought Stress on Oat. *Frontiers in Ecology and Evolution*, Vol. 9, p. 1–14.

VASARAS KVIEŠU RAŽĪBA UN RAŽAS KVALITĀTE ATKARĪBĀ NO KOMPOSTU VEIDA

YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT DEPENDING ON TYPE OF COMPOSTS

Agrita Švarta, Jānis Vigovskis, Daina Sarkanbārde
LLU Zemkopības institūts
agrita.svarta@llu.lv

Abstract. *The aim of the trial was to obtain the productivity of spring wheat depending on the type of composts. Three-year field trials (2019-2021) were conducted at Institute of Agronomy, Latvia University of Life Sciences and Technologies. A field experiment was carried out by using an integrated growing technology. Mixed grass biomass was used for composting which was obtained in two terms: early cutting* (*the end of May, beginning of June) and last cutting (the beginning of August). The study included 7 variants: 1) compost from grass biomass (early cutting), 2) compost from grass biomass (late cutting), 3) compost from grass biomass and stable manure (early cutting), 4) compost from grass biomass and stable manure (late cutting), 5) compost from grass biomass and digestate (early cutting), 6) compost from grass biomass and digestate (late cutting), 7) control – without the use of compost. The results showed that the meteorological conditions ($p < 0.05$) had a significant impact on the spring wheat yield. Significantly lower grain yields were obtained in 2020 (1.34–3.04 t ha^{-1}) when the highest grain yield was obtained in the control variant. Among variants with different composts, the grain yield increased significantly with the use of compost made from early cut grass biomass and stable manure. The highest protein content in grains was obtained in 2021 (17.31–18.22%), but dry and hot weather conditions during ripening influenced significantly the grain weight (1000 g weight – 38.2-39.2 g, volume weight 681–703 g L^{-1}).*
Key words: *spring wheat, composts, yield, yield quality.*

Ievads

Vasaras kvieši (*Triticum aestivum* L.) ir visvairāk audzētās vasarāju labības Latvijā, to sējumi pēdējos trīs gados aizņem vidēji 19% no kopējās graudaugu platības (Lauksaimniecības kultūru sējumu....., 2022). Vasaras kviešu ražība ir atkarīga no augsnes auglības, meteoroloģiskajiem apstākļiem un pielietotās augu audzēšanas tehnoloģijas (Strazdiņa, Fetere, 2016). Organiskā mēslojuma, tajā skaitā kompostu, lietošana palīdz uzlabot augsnes sastāvu un struktūru, uzlabo augsnes mikrobioloģisko aktivitāti, kā arī veicina oglekļa piesaisti augsnē (Litterick et al., 2016), tomēr to izmantošana var ievērojami samazināt augiem pieejamo slāpekļa daudzumu augsnē, ja biomasā veidojas pārāk augsta oglekļa:slāpekļa attiecība (Toleikiene et al., 2019).

Pētījuma mērķis ir pārbaudīt vasaras kviešu ražību un ražas kvalitāti atkarībā no izmantotā komposta veida.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums iekārtots LLU Zemkopības institūtā Skrīveros no 2018. līdz 2021. gadam. Izmēģinājumu lauku atrašanās vieta: 56º 63.026` N un 25º 10.860` E. Izmēģinājums iekārtots velēnu podzolētā mālsmilts augsnē ar organiskās vielas saturu 2.5%, pH_{KCl} 5.6, augiem viegli izmantojamā P_2O_5 84 mg kg^{-1} un K_2O 71 mg kg^{-1}, priekšaugu griķi (*Fagopyrum escelentum*). Pēc priekšauga novākšanas augsne aparta 22–24 cm dziļumā.

Pamatmēslojumā pirms vasaras kviešu sējas lietoti kompleksie minerālmēsli 15:15:15 – 300 kg ha^{-1}, bet cerošanas beigās / stiebrošanas sākumā (30–31.AE) izmantots amonija sulfāts – 150 kg ha^{-1}. Izmēģinājumā audzēti vasaras kvieši 'Robijs'. Izsējas norma bija 500 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2. Sēja veikta 03.05.2019., 07.05.2020. un 29.04.2021. Izmēģinājums iekārtots četros atkārtojumos, katra lauciņa lielums 12 m^2. Nezāļu ierobežošanai izmantoja herbicīdu Biathlon 70 g ha^{-1}: 30.05.20219., 04.06.2020. un 14.06.2021.

Kompostu gatavošanai izmantota jaukta zelmeņa biomasa. Komposti gatavoti divos termiņos: agrā pļauja – maija beigas, jūnija sākums, kad zālaugi ir plaukšanas fāzē; savukārt vēlā pļauja veikta augusta sākumā, kad zālaugi jau pārauguši, praktiski atmiruši un biomasu veido augsts kokšķiedras saturs. Kā komponenti kompostu gatavošanai izmantota digestāta cietā frakcija un pakaišu kūtsmēsli. Kopā demonstrējumā ietilpst 7 varianti, ieskaitot kontroli. Komposti gatavoti kaudzēs šādā attiecībā – 2 daļas zāles biomasas un 1 daļa digestāta vai kūtsmēslu. Komposti iestrādāti augsnē pavasarī pirms

vasaras kviešu sējas ar vertikālo frēzi 12–15 cm dziļumā, kompostu norma 30 t ha^{-1}. Kompostu ķīmiskais sastāvs attēlots 2. tabulā.

1. tabula / *Table 1*

Pētījumā iekļautie komposti
Composts included in the study

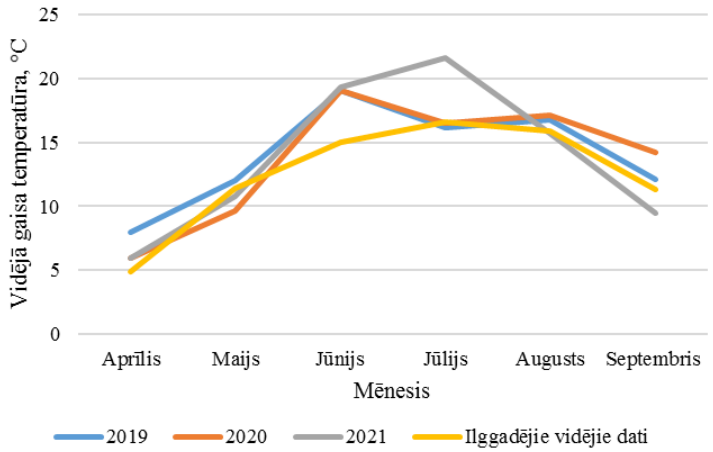
Zālaugu biomasas pļaušanas laiks / *The time of cutting of grasses biomass*	Komponenti/ *Components*	Apzīmējums/*Designation*
Agrā pļauja / *Early cutting*	Zālaugu biomasa	KOM 1
	Zālaugu biomasa + kūtsmēsli	KOM 2
	Zālaugu biomasa + digestāts	KOM 3
Vēlā pļauja / *Late cutting*	Zālaugu biomasa	KOM 4
	Zālaugu biomasa + kūtsmēsli	KOM 5
	Zālaugu biomasa + digestāts	KOM 6

2. tabula / *Table 2*

Kompostu ķīmiskais sastāvs, %
The chemical content of composts

Varianti/ *Variants*	Sausnas saturs, % / *Dry matter, %*			N, % sausnā / *N% in the dry matter*			P_2O_5, % sausnā / P_2O_5 % *in the dry matter*			K_2O, % sausnā / K_2O % *in the dry matter*		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
KOM 1	37.68	39.59	22.3	3.54	0.59	0.97	0.67	0.22	0.95	2.21	0.53	4.41
KOM 2	44.44	52.17	45.49	1.67	0.82	0.72	0.61	0.47	0.78	2.23	0.51	1.91
KOM 3	39.68	25.47	39.04	3.37	0.9	0.86	0.88	0.71	0.40	2.17	2.11	0.70
KOM 4	34.28	32.21	30.98	2.32	1.18	0.50	0.43	1.11	0.21	3.69	0.87	1.67
KOM 5	53.06	38.65	47.78	2.34	0.81	0.92	0.87	0.55	0.67	3.4	1.68	2.8
KOM 6	57.73	47.03	45.00	2.82	0.72	0.19	0.91	0.25	0.29	1.33	1.45	2.08

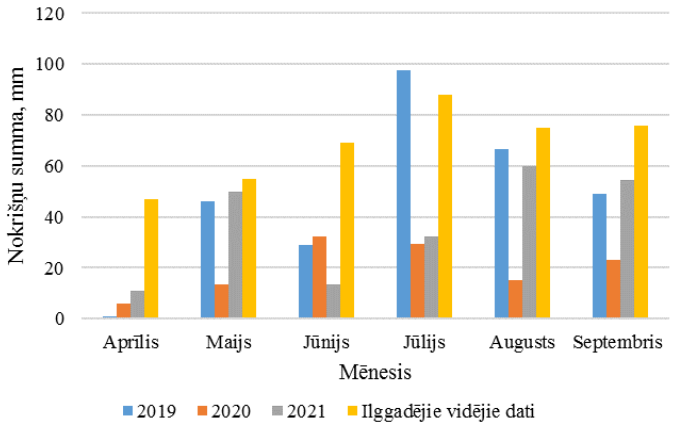
Raža nokulta kviešu gatavības fāzē (90–91. AE): 05.09.2019., 07.09.2020., 24.08.2021. Graudu raža pārrēķināta t ha^{-1} pie 100% tīrības un 14% mitruma. Graudu kvalitātes analīzes veiktas LLU LF Graudu un sēklu mācību – zinātniskajā laboratorijā, izmantojot ekspresanalizatoru Infratec NOVA (Foss) (noteikts kopproteīna, lipekļa un cietes saturs, sedimentācijas vērtība jeb *Zeleny* indekss un tilpummasa). Savukārt 1000 graudu masa noteikta ar standartmetodi (LVS EN ISO 520). Iegūto datu statistiskā apstrāde veikta, izmantojot programmu R-studio, īstenotā metode – Bonferroni tests.



1. att. Vidējā gaisa temperatūra pētījumu periodā Skrīveros, °C.
Fig. 1. Average air temperature during the research period in Skrīveri, °C.

Meteoroloģisko datu analīzei izmantoti Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra Skrīveru novērojumu stacijas dati.

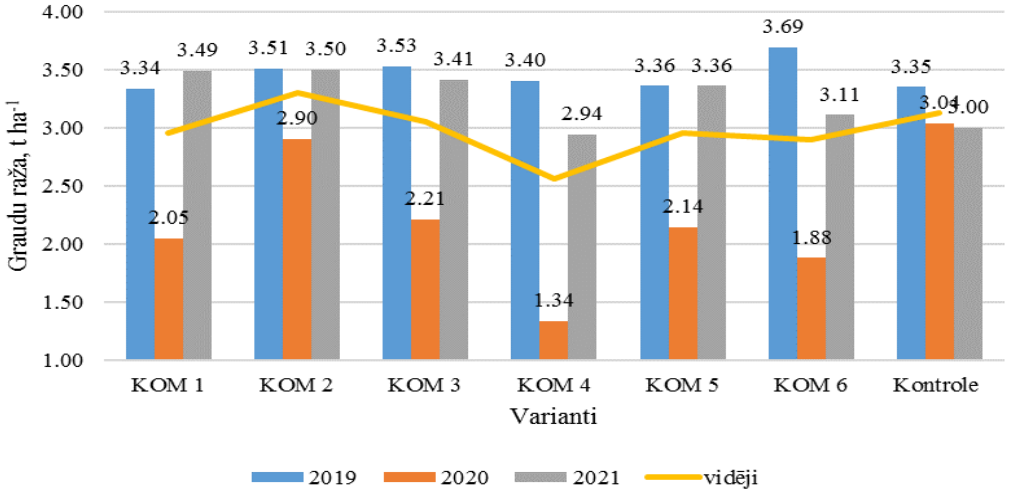
Meteoroloģiskā situācija trīs gadu laikā būtiski atšķīrās no vidējiem ilggadējiem rādītājiem. Visos demonstrējuma gados veģetācijas periodā vidējā gaisa temperatūra būtiski pārsniedza vidējos ilggadējos rādītājus (1. att.). Savukārt nokrišņu daudzums ik gadu bija atšķirīgs (2. att.).



2. att. Nokrišņu daudzums pa mēnešiem pētījumu periodā Skrīveros, mm.
Fig. 2. Precipitations during the research period in Skrīveri, mm.

Rezultāti un diskusijas

Vasaras kviešu šķirnei 'Robijs' ir augsts ražas potenciāls, kas audzēšanai labvēlīgos apstākļos sasniedz: konvencionālajā lauksaimniecībā līdz 8.98 t ha^{-1} (Strazdiņa, 2012), bioloģiskajā lauksaimniecībā līdz 6.18 t ha^{-1}, un to raksturo plaša adaptivitāte (Strazdiņa, 2012; Strazdiņa, Fetere, 2016). Vasaras kviešu graudu raža demonstrējumā ik gadu atšķīrās. Būtiski zemāku ražu ieguva 2020. gadā ($p < 0.05$), kad vasaras kviešu raža variēja no 1.34 līdz 3.04 t ha^{-1}. Šajā gadā vasaras kviešu ražu ietekmēja arī izmantotais komposta veids ($p < 0.05$). Vasaras kviešu raža būtiski pieauga, lietojot kompostu, kas gatavots no agri pļautas zālaugu biomasas un kūtsmēsliem. Pārējos demonstrējuma gados vasaras kviešu raža bija 2.94–3.69 t ha^{-1} ($p = 0.26$) un kompostu veida ietekme uz ražu netika konstatēta. Kontroles variantā iegūtā stabilā raža (3.00–3.35 t ha^{-1}) apliecina, ka iemesls zemajai ražai variantos ar kompostiem varētu būt nokrišņu trūkums kviešu sējas un pēc tam dīgšanas laikā. 2020. gada maijā nolija tikai 12% nokrišņu, salīdzinot ar vidējiem ilggadējiem datiem, bet kvieši ir jutīgi pret mitruma trūkumu. Mitruma trūkums būtiski ietekmē sakņu veidošanos, sakņu garumu un masu, kā arī augu garumu (Djanaguiraman et al., 2019). Turklāt jāmin, ka kompostu iestrāde augsnē pavasarī var ievērojami novēlot sēju, kā tas notika 2020. gadā (iesēti tikai 7. maijā).



3. att. Vasaras kviešu graudu raža atkarībā no komposta veida, t ha^{-1}.
Fig. 3. Yield of spring wheat depending on the type of composts, t ha^{-1}.

Graudu tilpummasa un 1000 graudu masa ir nozīmīgi graudu kvalitātes rādītāji (3. tabula). 1000 graudu masa ik gadu atšķīrās. Būtiski zemāku 1000 graudu masu ieguva 2020. gadā ($p < 0.05$), kad tā variēja no 32.3 līdz 34.5 g. Šo rādītāju būtiski ietekmēja mitruma trūkums graudu nogatavošanās laikā (33% no vidējās ilggadējās normas). Pārējos pētījuma gados 1000 graudu masa variēja no 37.3 līdz 39.5 g un atbilst literatūrā sastopamajiem datiem (Strazdiņa, 2012). Komposta veida ietekme uz 1000 graudu masu ik gadu atšķīrās. Ja 2019. gadā visu pārbaudīto kompostu lietošana būtiski palielināja 1000 graudu masu ($p < 0.01$), tad pārējos demonstrējuma gados tika novērota atsevišķu komposta veidu ietekme. 2020. gadā būtiski augstāku 1000 graudu masu ieguva, lietojot kompostu, kas gatavots no agri pļautas zālaugu biomasas un kūtsmēsliem. Savukārt 2021. gada meteoroloģiskajos apstākļos augstāku 1000 graudu masu ieguva, lietojot kompostus no vēlu pļautas zālaugu biomasas. Arī graudu tilpummasa ik gadu atšķīrās (681–732 g L^{-1}). Būtiski zemāka graudu tilpummasa iegūta 2021. gadā ($p < 0.001$), kad vidējā tilpummasa veidoja tikai 690 g L^{-1}. Kompostu lietošana kopumā graudu tilpummasu paaugstināja, taču komposta veida ietekme ik gadu būtiski atšķīrās. Pētījumā netika konstatēts tāds komposta sastāvs, kura lietošana būtiski paaugstinātu graudu tilpummasu visus pētījuma gadus.

3. tabula / *Table 3*

Graudu saimniecisko īpašību rādītāji atkarībā no izmantotā komposta veida
Commercial characteristics of grain depending on type of composts

Varianti/ *Variants*	1000 graudu masa, g / *TWG, g*				Tilpummasa, g L^{-1} / *Volume weight, g L^{-1}*			
	2019.	2020.	2021.	vidēji	2019	2020	2021	vidēji
KOM 1	39.4	33.4	38.2	37.0	729	734	681	715
KOM 2	38.8	34.5	38.5	37.3	724	730	688	714
KOM 3	39.6	33.2	38.7	37.2	722	737	693	717
KOM 4	38.8	33.1	39.2	37.0	732	751	692	725
KOM 5	38.8	33.0	39.5	37.1	721	725	703	716
KOM 6	38.4	32.3	39.2	36.6	710	737	688	712
Kontrole	37.3	32.9	38.6	36.3	710	732	683	709
Vidēji/Mean	38.7	33.2	38.8	36.9	721	735	690	715
Min.	37.3	32.3	38.2	36.3	710	725	681	709
Max.	39.6	34.5	39.5	37.3	732	751	703	725

4. tabula / *Table 4*

Vasaras kviešu graudu kvalitāte atkarībā no izmantotā komposta veida
Spring wheat grain quality depending on type of composts

Variants/ *Variants*	Proteīna saturs, % / *Protein, %*				Lipekļa saturs, % / *Gluten content, %*				Sedimentācijas vērtība, mL / *Sedimentation value, mL*			
	2019	2020	2021	Vid.	2019	2020	2021	Vid.	2019	2020	2021	Vid.
KOM 1	15.3	14.3	17.5	15.7	32.4	28.4	37.8	32.9	57.1	52.3	67.1	58.8
KOM 2	16.0	14.4	18.0	16.1	34.2	29.2	38.4	33.9	60.5	51.9	68.4	60.3
KOM 3	16.0	14.3	17.4	15.9	34.3	28.1	37.6	33.3	62.8	49.9	69.3	60.7
KOM 4	14.8	14.4	18.2	15.8	30.7	29.7	40.4	33.6	53.2	50.3	69.2	57.6
KOM 5	16.5	14.0	17.3	15.9	35.7	27.5	37.7	33.6	65.0	48.2	70.3	61.2
KOM 6	15.1	14.6	17.3	15.6	34.1	29.5	36.7	33.4	61.7	52.4	68.8	61.0
Kontrole	14.9	13.7	17.5	15.4	31.1	27.1	38.7	32.3	60.8	46.4	68.3	58.5
Vidēji/Mean	15.5	14.2	17.6	15.8	33.2	28.5	38.2	33.3	60.2	50.2	68.8	59.7
Min.	14.8	13.7	17.3	15.4	30.7	27.1	36.7	32.3	53.2	46.4	67.1	57.6
Max.	16.5	14.6	18.2	16.1	35.7	29.7	40.4	33.9	65.0	52.4	70.3	61.2

Graudu kvalitāte ik gadu būtiski atšķīrās ($p < 0.05$). Augstākā graudu kvalitāte iegūta 2021. gadā ($p < 0.05$), kad proteīna saturs pārsniedza 17%, lipekļa saturs variēja no 27.1 līdz 40.4%, bet sedimentācijas vērtība variēja no 67.1 līdz 70.3 mL. Lai gan vērojama tendence, ka kompostu

lietošana paaugstināja graudu kvalitātes rādītājus, tomēr būtiska ietekme netika konstatēta (p = 0.999 (lipekļa saturs), p = 0.997 (proteīna saturs), p = 0.095 (sedimentācijas vērtība)).

Līdzīgos pētījumos konstatēts, ka graudu raža ir atkarīga no iestrādātā komposta sastāva, tā korelē ar slāpekļa saturu kompostā un augsnes minerālā slāpekļa daudzumu. Sarkanā āboliņa biomasa, kas kompostēta ar kviešu salmiem, jau pirmajā gadā pēc iestrādes palielināja vasaras kviešu graudu ražu par 10.2% (Toleikiene et al., 2020). Tomēr citos pētījumos konstatēts, ka graudu ražu ietekmē arī kompostu sadalīšanās process augsnē. Kompostu pozitīvo ietekmi var novērot tikai otrajā gadā pēc iestrādāšanas augsnē. Lietojot zālaugu (pļauta zāle, lapas) kompostus bez minerālā mēslojuma, pirmajā gadā pēc iestrādāšanas netika novērots kviešu salmu un graudu ražas pieaugums, taču otrajā gadā pēckultūrai (vasaras miežiem) graudu ražas palielinājās par 68.6% un pārsniedza graudu ražas pieaugumu pēc liellopu kūtsmēslu komposta iestrādes (pieaugums 58.9%). Līdzīgi arī slāpekļa satura pieaugums (0.16%) graudos un salmos konstatēts tikai pēckultūrai (Staugaitis et al., 2016).

Izmēģinājumi tiek turpināti, pētījuma otrajā posmā tiek pārbaudīta kompostu ietekme uz pēckultūras – vasaras miežu – ražību un ražas kvalitāti, kā rezultātā varēs iegūt plašākus secinājumus par zālaugu biomasas kompostu efektivitāti.

Secinājumi

1. Vasaras kviešu ražu būtiski ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi un kompostu lietošana. Izmēģinājumu gadā, kad visā augu attīstības laikā novēroja mitruma trūkumu, pēc kompostu lietošanas iegūta būtiski zemāka raža nekā kontroles variantā. Šajā gadā tika konstatēta komposta veida ietekme. Vasaras kviešu raža būtiski pieauga, lietojot kompostu, kas gatavots no agri pļautas zālaugu biomasas un kūtsmēsliem.
2. Graudu saimniecisko īpašību rādītājus būtiski ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi un kompostu lietošana. Kopumā kompostu lietošana palielināja gan 1000 graudu masu, gan tilpummasu, taču komposta veida ietekme ik gadu būtiski atšķīrās. Netika konstatēts tāds komposta sastāvs, kura lietošana būtiski paaugstinātu 1000 graudu masu un tilpummasu visus pētījuma gadus.
3. Graudu saimniecisko īpašību rādītājus būtiski ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi.

Pateicība. Demonstrējums veikts projekta „Dažādu kompostu gatavošana no daudzgadīgajiem zālājiem novāktā un lopbarībai neizmantotās zāles" (14. lote) ietvaros Latvijas lauku attīstības programmas 2014.–2020. gadam pasākuma „Zināšanu pārneses un informācijas pasākumi" apakšpasākuma „Atbalsts demonstrējumu pasākumiem un informācijas pasākumiem" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Djanaguiraman M., Prasad P.V.V., Kumari J., Rengel Z. (2019). Root lenght and root lipid composition contribute to drought tolerance of winter and spring wheat. *Plant Soil*, Vol. 439, p. 57–73.
2. *Lauksaimniecības kultūru sējumu platība, kopraža un vidējā ražība.* Centrālā statistikas pārvalde. [Tiešsaite] [skatīts: 2022. g. 5. febr.]. Pieejams: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START__NOZ__LA__LAG/LAG020.
3. Litterick A., Becvar A., Bhogal A., Nicholson F, Taylor M (2016). Beneficial use of composts and digestates in agriculture – results of a 5-year field experimental programme. ***In*: *Crop Protection in Northern Britain,*** Proceedings of conference, Dundee, UK, 23–24 February, 2016. p. 43–48.
4. Staugaitis G., Narutytė I., Arbačauskas J., Vaišvila Z., Rainys K., Mažeika R., Masevičiene A., Žičkienė L., Šumskis D. (2016). The influence of composts on yield and chemical elements of Winter wheat and spring barley. Zemdirbyste-Agriculture, Vol. 103(4). p. 355–362.
5. Strazdiņa V., Fetere V. (2016). Vasaras kviešu šķirņu graudu raža un stabilitāte dažādos audzēšanas apstākļos. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība*, Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizētās zinātniski praktiskās konferences Raksti, (2016. g. 25.–26. febr.). Jelgava: LLU, 106.–111. lpp.
6. Strazdiņa V. (2012). Development of new winter and spring wheat varieties in Latvia. ***In:*** *Proceedings of the Latvia Academy of Sciences. Section B,* Vol. 66, No 1/2, 48.–53. lpp.

7. Toleikiene M., Arlauskienė A., Šarūnaitė L., Šidlauskaitė G., Kadžiulienė Ž. (2020). The effect of plant-based organic fertilizers on the yield and nitrogen utilization of spring cereals in the organic cropping system. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 107(1), p.17–24.

KVIEŠU CIETĀS MELNPLAUKAS IZPLATĪBA ATKARĪBĀ NO ŠĶIRNES UN SĒKLU KODINĀŠANAS EFEKTIVITĀTE, IZMANTOJOT BIOLOĢISKOS AUGU AIZSARDZĪBAS LĪDZEKĻUS

INCIDENCE OF WHEAT COMMON BUNT DEPENDING ON VARIETY, AND THE EFFICACY OF WHEAT SEED TREATMENT WITH BIOLOGICAL PLANT PROTECTION PRODUCTS

Ligita Šalkovska, Vija Strazdiņa, Valentīna Fetere
Agroresursu un ekonomikas institūts
ligita.salkovska@arei.lv

Abstract. *Common bunt caused by Tilletia caries is one of the most devastating diseases of winter wheat. It is particularly destructive under organic farming system, as the use of chemically synthesized fungicides is not permitted. The aim of this study was to evaluate the incidence of wheat common bunt depending on the variety and to find out the efficacy of wheat seed treatment by biological plant protection products. The research was conducted in 2019 and 2020 at the Stende Research Centre (SRC) of Institute of Agricultural Resources and Economics (AREI). The incidence of common bunt on three winter wheat varieties ('Brencis', 'Edvins' and 'Skagen') was determined by using artificial infection. Artificial infection was done by mixing kernels with the 10 g kg^{-1} spores of Tilletia caries. The seeds after inoculation were treated with biological plant protection products - milk powder (150 g kg^{-1}), mustard powder (10 g kg^{-1}) and vinegar (20 mL kg^{-1}). The incidence of common bunt was significantly dependent on the wheat variety and the year. The incidence of common bunt varied from 4% to 66% in 2019, and from 2% to 42% in 2020. The lowest incidence of common bunt was for the variety 'Brencis', and the highest incidence was for the variety 'Edvins'. The efficacy of the biological plant protection products - milk powder, mustard powder and vinegar in control of common bunt was high. Seed treatment with milk powder reduced incidence of common bunt by 89%, vinegar reduced incidence by 93%, and mustard powder reduced incidence by 88%, on average during the two years of the trial. No statistically significant differences were found between the tested seed treatments products.*

Key words: *common bunt, milk powder, vinegar, mustard powder.*

Ievads

Kviešu cietā melnplauka (ier. *Tilletia caries*) ir viena no postošākajām ziemas kviešu slimībām, īpaši bioloģiskajā audzēšanas sistēmā. Slimības ierosinātājs galvenokārt saglabājas uz graudiem, tādēļ galvenais ierobežošanas pasākums ir sēklu kodināšana. Ķīmiski sintezētas kodnes izmantošana sēklu apstrādē bioloģiskajā audzēšanas sistēmā nav atļauta. Bioloģiskajā audzēšanas sistēmā būtiska nozīme ir alternatīvām sēklu kodināšanas metodēm. Lai ierobežotu kviešu cietās melnplaukas izplatību un saglabātu graudu kvalitāti, liela nozīme ir arī izturīgu šķirņu audzēšanai. Eiropā līdz šim ir izveidotas tikai dažas pret cieto melnplauku izturīgas ziemas kviešu šķirnes, kas Latvijas augu šķirņu katalogā nav reģistrētas. Savukārt lielākā daļa Eiropas ziemas kviešu šķirņu ir ieņēmīgas pret kviešu cietās melnplaukas ierosinātāju (Dumalasová, Bartoš, 2006; Dumalasová, Svobodova, Bartoš, 2014). Izmēģinājumi citās valstīs apstiprina, ka, izmantojot bioloģiskas izcelsmes augu aizsardzības līdzekļus sēklu apstrādē, ir iespējams ierobežot cietās melnplaukas izplatību ziemas kviešu sējumos (Borgen, Kristensen, 2001; Borgen, Davanlou, 2001). Pētījuma mērķis bija izvērtēt cietās melnplaukas izplatību atkarībā no šķirnes un noskaidrot dažādu bioloģiskas izcelsmes augu aizsardzības līdzekļu efektivitāti kviešu cietās melnplaukas ierobežošanā mākslīgās inficēšanas fonā.

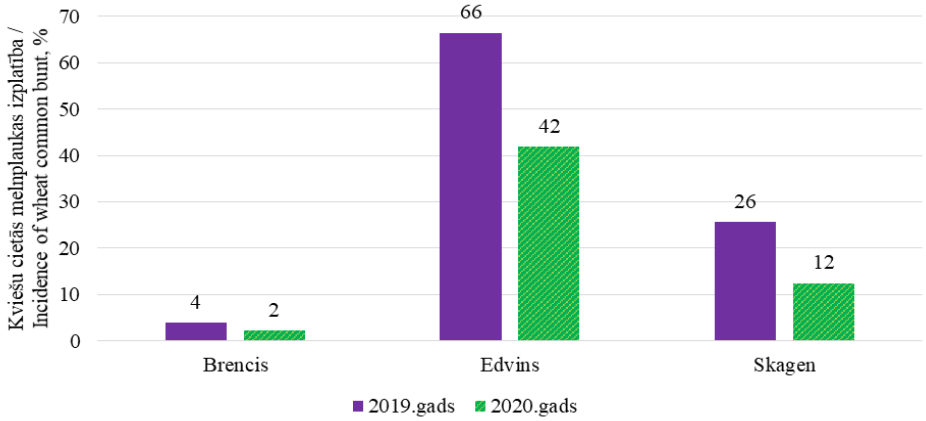
Materiāli un metodes

Pētījumu veica 2019./2020. un 2020./2021. gadā Agroresursu un ekonomikas institūta Stendes pētniecības centra bioloģiskajā audzēšanas laukā. Izmēģinājumā tika novērtēta melnplaukas izplatība atkarībā no šķirnes un noteikta dažādu bioloģiskas izcelsmes līdzekļu efektivitāte kviešu cietās melnplaukas ierobežošanai mākslīgās infekcijas fonā. Iekārtots divfaktoru izmēģinājums: (1) šķirne ('Brencis', 'Edvins' un 'Skagen'); (2) apstrāde (kontrole – (neapstrādātas sēklas), inficētas sēklas, inficētas un apstrādātas ar piena pulveri, inficētas un apstrādātas ar etiķi, inficētas un apstrādātas ar sinepju pulveri), trijos atkārtojumos. Sēklu inokulācijai izmantotas melnplaukas sporas 10 g kg^{-1}. Pēc inokulācijas sēklas apstrādātas ar bioloģiskas izcelsmes augu aizsardzības līdzekļiem – piena pulveri

(150 g kg^{-1}), 4.5% etiķi (20 mL kg^{-1}) un sinepju pulveri (10 g kg^{-1}). Sēja veikta ar rokām. Lai veicinātu ziemas kviešu inficēšanos ar kviešu cieto melnplauku un varētu labāk novērtēt šķirnes nozīmi melnplaukas izplatībā, sēja tika veikta vēlākā termiņā: 2019. gadā sēja tika īstenota 25. septembrī, kad vidējā diennakts temperatūra bija 8.1°C, savukārt 2020. gadā – 7. oktobrī, kad vidējā diennakts temperatūra sasniedza 13.3°C, savukārt vidējā diennakts temperatūra šajā 11 dienu periodā 2019. gadā bija 8.2 °C, bet 2020. gadā – 8.5 °C, tā noteikta saskaņā ar Stendes hidrometeoroloģiskās stacijas datiem. Nokrišņu daudzums sējas laikā abos pētījuma gados bija zemāks par normu. Slimības uzskaite veikta kviešu novākšanas laikā (89. AE), saskaitot katras šķirnes inficētās un neinficētās vārpas. Rezultātu matemātiskajai apstrādei izmantota dispersijas analīze.

Rezultāti un diskusijas

Kviešu cietās melnplaukas izplatība. Saskaņā ar divfaktoru dispersijas analīzi melnplaukas izplatību būtiski ($p < 0.05$) ietekmēja gan šķirnes izvēle ($\eta^2 = 83\%$), gan izmēģinājuma gada apstākļi ($\eta^2 = 8\%$). Kviešu cietās melnplaukas izplatība mākslīgās infekcijas fonā 2019. gadā variēja no 4 līdz 66% – atkarībā no ziemas kviešu šķirnes (1. att.). Savukārt 2020. gadā no 2 līdz 42% – atkarībā no ziemas kviešu šķirnes. Abos izmēģinājuma gados viszemākā melnplaukas izplatība konstatēta šķirnei 'Brencis', visaugstākā – šķirnei 'Edvins'. Šķirnei 'Skagen' melnplaukas izplatība noteikta vidēji augsta. Čehijā veiktajā pētījumā melnplaukas izplatība mākslīgās infekcijas fonā šķirnei 'Skagen' atkarībā no pētījuma gada bija 9.2–15.1% (Dumalasová, Svobodova, Bartoš, 2014), bet Irākā veiktajos pētījumos tā bija vidēji 1.6% (Al-Maaroof, Ali, Mahmood, 2016), kur šī šķirne atzīta par rezistentu pret kviešu cieto melnplauku. Ir novērots, ka melnplaukas izplatību būtiski ietekmē gada meteoroloģiskie apstākļi (Kubiak, Weber, 2008). Ilggadējos pētījumos Zviedrijā visaugstākā izplatība noteikta brīdī, kad vidējā temperatūra 1.–11. dienā pēc sējas bija 6–7 °C (Johnsson, 1992). Šajā pētījumā augstākā kviešu cietās melnplaukas izplatība konstatēta 2019. gadā, kad sējas laikā vidējā diennakts temperatūra bija zemāka, salīdzinot ar 2020. gada temperatūru sējas laikā. Iegūtie atšķirīgie rezultāti pierāda klimatisko apstākļu ietekmi uz kviešu cietās melnplaukas izplatību. Polišenská, Pospíšil, Benada (1998) un Johnsson (1992) konstatēja, ka temperatūrai sējas laikā ir izšķiroša ietekme uz kviešu cietās melnplaukas infekciju.

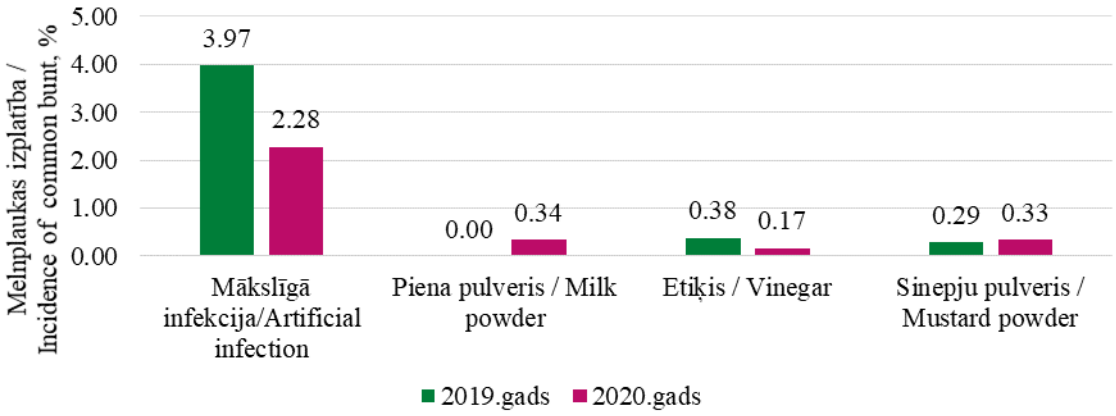


1. att. Kviešu cietās melnplaukas izplatība atkarībā no šķirnes un gada, % ($RS_{0.05\ šķirne} = 8.09$, $RS_{0.05\ gads} = 6.60$).

Fig. 1. Incidence of common bunt depending on variety and year, % ($LSD_{0.05\ variety} = 8.09$, $LSD_{0.05\ year} = 6.60$).

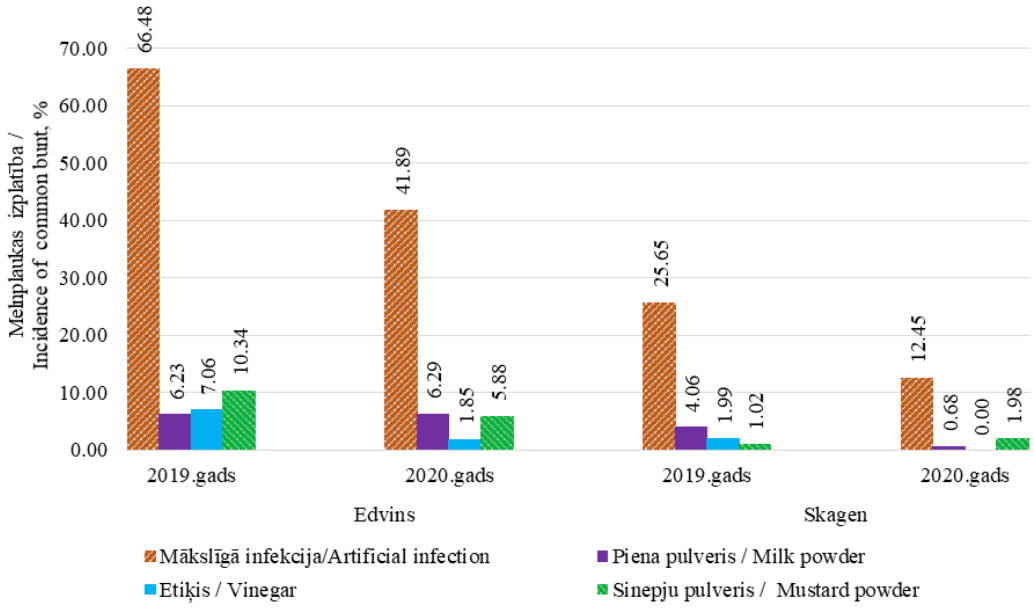
Bioloģisko līdzekļu efektivitāte. Abos izmēģinājuma gados kviešu cietās melnplaukas izplatība, sēklu apstrādei izmantojot bioloģiskos līdzekļus – piena pulveri, etiķi un sinepju pulveri –, kviešu cietās melnplaukas izplatība mākslīgās infekcijas fonā bija būtiski zemāka ($p < 0.05$), salīdzinot ar inficēto variantu visām šķirnēm. Šķirnei 'Brencis' abos izmēģinājuma gados tika novērota viszemākā melnplaukas izplatība gan inficētajā variantā, gan apstrādē ar bioloģiskajiem līdzekļiem. Apstrādē ar piena pulveri 2019. gadā melnplauka netika novērota, bet 2020. gadā izplatība bija vidēji 0.34% (2. att.). Variantā ar etiķi melnplaukas izplatība 2019. gadā bija vidēji 0.38%, savukārt 2020. gadā – 0.17%. Apstrādē ar sinepju pulveri melnplaukas izplatība veidoja 0.29% (2019. gadā) un 0.33%

(2020. gadā). Atšķirības starp izmantotajiem bioloģiskajiem līdzekļiem nebija statistiski būtiskas ($p > 0.05$).



2. att. Kviešu cietās melnplaukas izplatība atkarībā no sēklu apstrādes mākslīgās infekcijas fonā šķirnei 'Brencis', %.
Fig. 2. Incidence of common bunt depending on seed treatment of variety 'Brencis' in the background of artificial infection, %.

Bioloģiskie augu aizsardzības līdzekļi – piena pulveris, etiķis un sinepju pulveris – būtiski ($p < 0.05$) samazināja melnplaukas izplatību arī šķirnēm 'Edvins' un 'Skagen' (3. att.). Sēklas apstrādājot ar piena pulveri, šķirnei 'Edvins' slimības izplatība 2019. gadā bija vidēji 6.23%, savukārt 2020. gadā – 6.29%. Variantos ar etiķi un sinepju pulveri melnplaukas izplatība 2019. gadā bija attiecīgi 7.06% un 10.34%, bet 2020. gadā nedaudz zemāka, respektīvi, 1.85% un 5.88%. Atšķirība starp izmantotajiem bioloģiskajiem līdzekļiem nebija statistiski būtiska ($p > 0.05$). Līdzīgi rezultāti tika iegūti arī šķirnei 'Skagen'. Variantā ar piena pulveri melnplaukas izplatība 2019. gadā veidoja 4.06%, bet 2020. gadā – 0.68%. Variantā ar etiķi slimības izplatība 2019. gadā bija 1.99%, bet 2020. gadā netika novērota, turpretī apstrādē ar sinepju pulveri slimības izplatība 2019. gadā sasniedza 1.02%, bet 2020. gadā – 1.98%. Atšķirības starp izmantotajiem bioloģiskajiem līdzekļiem nebija statistiski būtiskas ($p > 0.05$).



3. att. Kviešu cietās melnplaukas izplatība atkarībā no sēklu apstrādes mākslīgās infekcijas fonā šķirnei 'Edvins' un 'Skagen', %.
Fig. 3. Incidence of common bunt depending on seed treatment of variety 'Edvins' and 'Skagen' in the background of artificial infection, %.

Kopumā izmantoto bioloģisko augu aizsardzības līdzekļu efektivitāte vērtējama kā augsta. Piena pulveris slimības izplatību 2019. gadā samazināja vidēji par 83.42–100%, 2020. gadā vidēji par 83.50–93.19% – atkarībā no ziemas kviešu šķirnes (1. tab.) Pētījuma gada apstākļi un šķirne neietekmēja melnplaukas ierobežošanas efektivitāti mākslīgās infekcijas fonā ($p > 0.05$). Dānijā veiktajos pētījumos, graudu apstrādē izmantojot piena pulveri, melnplaukas izplatība mākslīgās infekcijas fonā samazinājās vidēji par 95.8% (Borgen, Davanlou, 2001).

Sēklu apstrādē izmantojot etiķi, kviešu cietās melnplaukas izplatība 2019. gadā samazinājās vidēji par 87.73–91.84%, bet 2020. gadā efektivitāte bija nedaudz augstāka, vidēji 90.48–100%, atkarībā no ziemas kviešu šķirnes. Pētījuma gada apstākļi un šķirne neietekmēja melnplaukas ierobežošanas efektivitāti ($p > 0.05$). Līdzīgi rezultāti iegūti pētījumā Dānijā, kur, mākslīgi inficētas sēklas apstrādājot ar 5% etiķskābi, cietās melnplaukas ierobežošanas efektivitāte sasniedza 91.5–96.2% (Borgen, Kristensen, 2001).

1. tabula / *Table 1*

Bioloģisko augu aizsardzības līdzekļu tehniskā efektivitāte kviešu cietās melnplaukas ierobežošanā atkarībā no šķirnes un gada, %

Technical effectiveness of biological plant protection products in control of common bunt, depending on variety and year,%

Apstrādes līdzeklis / *Treatments products*	**Šķirne/*Variety***						Vidēji apstrādei / *Average treatment* $RS_{0.05}$ /$LSD_{0.05}$ = 6.68
	'Skagen'		**'Edvins'**		**'Brencis'**		
	2019	**2020**	**2019**	**2020**	**2019**	**2020**	
Piena pulveris / *Milk powder*	83.42	93.19	90.61	84.78	100.00	83.50	**89.25**
Etiķis/ *Vinegar*	91.84	100.00	87.73	95.94	90.38	90.48	**92.73**
Sinepju pulveris / *Mustard powder*	95.59	82.26	85.88	86.01	92.63	86.43	**88.13**
Vidēji šķirnei / *Average variety* $RS_{0.05}$ / $LSD_{0.05}$ = 7.03	**91.05**		**88.49**		**90.57**		x

Līdzīgi rezultāti tika iegūti, sēklu apstrādē izmantojot sinepju pulveri (1. tab.). Slimības izplatība, salīdzinot ar inficēto variantu, atkarībā no šķirnes vidēji trīs atkārtojumos 2019. gadā bija zemāka par 85.88–95.59%, 2020. gadā vidēji par 82.26–86.43%. Tomēr ne pētījuma gada apstākļi, ne šķirne neietekmēja melnplaukas ierobežošanas efektivitāti mākslīgās infekcijas fonā ($p > 0.05$). Dānijā, izmantojot sinepju pulveri, melnplaukas ierobežošanas efektivitāte sasniedza 98.5%, tomēr Dānijas pētījumā sinepju pulvera deva (30 g kg^{-1}) būtiski samazināja sēklu dīgtspēju (Borgen, Kristensen, 2001). Šajā pētījumā tika pētīta viena sinepju pulvera deva (10 g kg^{-1}), kas sēklu dīgtspēju nesamazināja. Abos pētījuma gados netika konstatētas statistiski būtiskas ($p > 0.05$) atšķirības starp pārbaudītajiem līdzekļiem.

Secinājumi

1. Kviešu cietās melnplaukas izplatība mākslīgās infekcijas fonā lauka apstākļos bija būtiski atkarīga no šķirnes un pētījuma gada. Viszemākā melnplaukas izplatība tika noteikta šķirnei 'Brencis', savukārt augstākā – šķirnei 'Edvins'. Šķirņu nozīmes izvērtēšanai cietās melnplaukas izplatībā ir nepieciešami vairāku gadu garumā un dažādos meteoroloģiskajos apstākļos iegūti dati, tāpēc pētījumi būtu jāturpina.
2. Izmantoto bioloģisko augu aizsardzības līdzekļu efektivitāte bija augsta. Vidēji divos izmēģinājuma gados piena pulvera efektivitāte veidoja 89%, etiķa – 93%, sinepju pulvera – 88%. Būtiskas atšķirības pārbaudīto līdzekļu efektivitātē netika konstatētas.

Pateicība. Pētījums veikts AREI iekšējā projekta „Augu aizsardzības līdzekļu pielietojums cietās melnplaukas (ier. *Tilletia caries*) ierobežošanai bioloģiskajos ziemas kviešu sējumos" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Al-Maaroof E.M., Ali R.M., Mahmood H.A. (2016). Searching for resistance sources to wheat common bunt disease and efficiency of Bt genes against *Tilletia tritici* and *T. laevis* population. *Agriculture & Forestry*, Vol. 61(1), p. 175–186.
2. Borgen A., Davanlou M. (2001). Biological Control of Common Bunt (*Tilletia tritici*). *Journal of Crop Production*, Vol. 3(1), p. 157–171.
3. Borgen A., Kristensen L. (2001). Use of mustard flour and milk powder to control common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat and stem smut (*Urocystis occulta*) in rye in organic agriculture. In: *Bidle, A.J. (Ed.) Proceedings of the BCPC Symposium No. 76: "Seed Treatment: Challenges & Opportunities"*, British Crop Protection Council, Farnham, p. 141–150.
4. Dumalasová V., Bartoš P. (2006). Resistance of winter wheat cultivars to common bunt, *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. and *T. laevis* Kühn. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Vol. 113(4), p. 159–163.
5. Dumalasová V., Svobodova L., Bartoš P. (2014). Common Bunt Resistance of Czech and European Winter Wheat Cultivars and Breeder Lines. Czech *Journal of Genetics and Plant Breeding*, Vol. 50(3), p. 201–207.
6. Johnsson L. (1992). Climate factors influencing attack of common bunt (*Tilletia caries* (DC) Tul.) in winter wheat in 1940–1988 in Sweden. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Vol. 99, No. 1, p. 21–28.
7. Kubiak K., Weber Z. (2008). Virulence frequency of *Tilletia caries* and the occurrence of common bunt on 20 winter wheat cultivars. *Phytopathologia*, Vol. 47, p. 11–19.
8. Polišenská I, Pospíšil A., Benada J. (1998). Effects of sowing date on common bunt (*Tilletia caries*) infection in winter wheat at lower inoculum rates. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Vol. 105(3), p. 295–305.

TIEŠĀS SĒJAS IETEKME UZ VASARAS RAPŠA SĒJUMU PRODUKTIVITĀTI

THE EFFECT OF DIRECT SOWING ON THE PRODUCTIVITY OF SUMMER RAPE

Aleksandrs Adamovičs, Valerija Ančevska
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
aleksandrs.adamovics@llu.lv

Abstract. *Direct sowing or no-till sowing has become a widespread tillage in many countries around the world as it is very beneficial from an agronomic, ecological and economic point of view. The aim of the study was to evaluate the effect of direct sowing and fertilization norms on the productivity of summer rape sowings. Field trials with summer oilseed rape 'Heros' were carried out on sod stagnogley soil (55 ° 88 'N, 26 ° 53' E). Soil agrochemical parameters: pHKCl 5.8, organic matter content in soil – 3.8 %, phosphorus content - 122 mg kg^{-1} P2O5 and potassium content - 181 mg kg^{-1} K2O. Summer rape sowings were conducted by using the following variants: seed sowing norms: 7 and 10 kg ha^{-1}; in the norms of nitrogen fertilizers: N0, N100 and N180; herbicide Fuego top rates: 0 and 2 L ha^{-1}. The placement of the variants in the three-factor trial was randomized in four replicates. Precrop was winter wheat. Weed inventory was carried out by weight and by species during the vegetation period of summer oilseed rape. The sowing density, yield structure and yield were recorded for each experimental variant in all replicates at the end of the vegetation, and the yield quality was determined, i.e., 1000 seed mass, seed bulk density, oil content and oil extraction per hectare. In the studied variants, the number of seeds in pods changed on average within 20-25 number limit. The bulk density of the seeds was 62 kg hL^{-1} with an average weight of 3.2 grams per 1000 seeds. The oil content of the seed in the control variants averaged to 46.2%, regardless of the sowing rate, but the nitrogen fertilizer rates had a negative effect on the oil content and reduced it by an average of 2-3%. The seed yield in the control variants averaged to 0.84 t ha^{-1}. Nitrogen fertilizer norms promoted higher seed yield and at N100 kg ha^{-1} it was 1.11 t ha^{-1}, but at N180 kg ha^{-1} - 1.27 t ha^{-1} with average oil yield of 0.39, 0.51 and 0.59 t ha^{-1}, respectively.*
***Keywords**: summer rape, direct sowing, sowing rates, herbicides, fertilizer, yield, yield quality.*

Ievads

Latvijā, tāpat kā citās Eiropas valstīs, ir vērojama pieaugoša interese par tiešo sēju. Bezaršanas tehnoloģija jeb tiešā sēja iegūst arvien lielāku nozīmi, jo ir balstīta uz dažādu resursu taupīšanu, piemēram, augsnes klimatiskajiem, materiālajiem, enerģētiskajiem un darbspēka resursiem. Tehnoloģijas galvenā būtība ir pilna atteikšanās no augsnes apstrādes un mulčas atstāšana uz augsnes virskārtas. Mulča jeb augu atliekas nodrošina aizsardzību pret augsnes eroziju, ierobežo un nomāc nezāļu augšanu, kā arī sausuma periodā samazina ūdens iztvaikošanu no augsnes (Sturny, Chervet, Maurer-Troxler et al, 2007). Pirmajos gados, izmantojot tiešās sējas tehnoloģiju, var palielināties sējumu nezālainība salīdzinājumā ar tradicionālo augsnes apstrādi, kas saistīts ar labāku mitruma un nezāļu sēklu saglabāšanos augsnes virskārtā. Kopējais nezāļu blīvums samazinās tikai pēc 5–10 gadus ilgas tiešās sējas īstenošanas (Anderson, Milberg, 1996). Ir pierādīts, ka nezāļu sēklu bojāejas iespējamība, izvēloties bezaršanas tehnoloģiju, ir lielāka nekā tradicionālā augsnes apstrādes īstenošana, jo nezāļu sēklas ir vairāk pakļautas dažādiem vides apstākļiem un fiziskajām ietekmēm (Mohler, Liebman, Staver, 2001).

Tiešās sējas tehnoloģijas rezultātā tiek panākta augsnes mitruma saglabāšana, augsnes temperatūras svārstības un augsnes erozijas samazināšana. Vairākos pētījumos ir pierādīts (Malhi, Lemke, Wang et al, 2006; Franchini, Crispino, Souza et al 2007), ka pēc tiešās sējas īstenošanas augsnes struktūra uzlabojas un laika gaitā augsnes organisko vielu daudzums palielinās, kā rezultātā pieaug kultūraugu ražu.

Pētījuma mērķis ir novērtēt tiešās sējas un mēslojuma normu ietekmi uz vasaras rapša sējumu produktivitāti.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājums ierīkots 2021. gada pavasarī Daugavpils novadā, Maļinovas pagastā, ZS "Ainava" ražošanas laukā (55°58'39.8"N, 26°45'17.5"E). Kopš 2008. gada saimniecība strādā ar tiešās sējas metodi. Izmēģinājuma laukā ir velēnu virspusēji glejotā augsne, smilšmāls. Augsnes reakcija pH KCl 5.8, organiskās vielas saturs augsnē 3.8%, P_2O_5 –122 mg kg^{-1}, K_2O –181 mg kg^{-1}.

Vasaras rapša priekšaugs bija ziemas kvieši. Izmēģinājuma ierīkošanai izmantota vidēji agrīna vasaras rapša līnijšķirne 'Heros'. Sēja veikta 2021. gada 12. maijā ar tiešās sējas sējmašīnu Primera DMC 6000 2C AMAZONE, 1–2 cm dziļumā ar rindstarpu attālumu 25 cm (1. att.).

Izmēģinājumā tika pētīta trīs faktoru ietekme uz vasaras rapša sējuma produktivitāti, izmantojot tiešo sēju: A – herbicīda Fuego Forte lietošana (A1 – 0 L ha^{-1}, A2 – 2.0 L ha^{-1}); B – slāpekļa minerālmēslojuma norma (B1 – 0 kg ha^{-1}, B2 – 100 kg ha^{-1}, B3 – 180 kg ha^{-1}); vasaras rapša izsējas norma (C1 – 7 kg ha^{-1}, C2 – 10 kg ha^{-1}).

1. att. Tiešās sējas sējmašīna / *No-Till Seed Drill Primera DMC 6000 2C AMAZONE.*

2. att. Vasaras rapša attīstība laukā pēc tiešās sējas īstenošanas / *Development of summer rape in the field after direct sowing.*

Viena varianta lauka lielums bija 0.12 ha, ražas noteikšanai ierīkoti uzskaites lauciņi 240 m^2 platībā četros atkārtojumos. Izmēģinājuma lauka kopējā platība – 1.6 ha.

Augu slimību ierobežošanai lietoja fungicīdu Orius 1.0 L ha^{-1} (tebukanazols 250 g L^{-1}) un Mirador 250 SC 1.0 L ha^{-1} (azoksistrobīns 250 g L^{-1}). Lai ierobežotu kaitēkļus visos variantos, tika izmantots insekticīds Decis Mega 0.15 L ha^{-1} (deltametrīns 250 g L^{-1}) un Sindoxa 0.085 kg ha^{-1} (indoksakarbs 300 g kg^{-1}). Nezāļu ierobežošanai lietoja herbicīdu Fuego Top 2.0 L ha^{-1} (metazahlors 375 g L^{-1}, kvinmeraks 125 g L^{-1}) noteiktajos variantos.

Pirms sējas aprīļa sākumā iestrādāja kālija hlorīdu 120 kg ha^{-1}, vienlaikus sējas procesā tika iestrādāts NP 12-52 200 kg ha^{-1}. Kā slāpekļa minerālmēslojums izmantots amonija sulfonitrāts NS 30-7, attiecīgajos variantos ar normām N100 un N180. Vasaras rapsis pēc tiešās sējas visos pētījumā variantos attīstījās labi (2. att.).

Vasaras rapša ražu novāca 2021. gada 8. septembrī ar kombainu New Holland CX-8080, kura darba platums veido 6 m. Kulšanas laikā katrā atkārtojumā iegūtā sēklu raža tika nosvērta. Pēc rapša nokulšanas no iegūtās ražas ikviena varianta noņemti sēklu paraugi, lai noteiktu rapša sēklu kvalitāti.

Vasaras rapša sēklu kvalitāte noteikta LPKS LATRAPS Daugavpils pirmapstrādes kompleksa laboratorijā ar Granolyser HL Pfeuffer, kur konstatēta tilpummasa (g L^{-1}), kā arī eļļas saturs (%). 1000 sēklu masa noteikta, izmantojot skaitītāju Contador Pfeuffer.

Meteoroloģiskie apstākļi 2021. gadā vasaras rapša audzēšanai nebija labvēlīgi. Visā veģetācijas periodā tika novērots nepietiekams nokrišņu daudzums, kas nelabvēlīgi ietekmēja sēklu dīgšanu, turpmāku augu attīstību un sēklu ražas veidošanos. Nokrišņu sadalījums pa dekādēm bija ļoti nevienmērīgs. Kopumā jūnijā nokrišņu daudzums veidoja 47.1 mm, bet jūlijā tikai 21.5 mm, kas negatīvi ietekmēja sēklu lielumu.

Rezultāti un diskusijas

Vasaras rapšu mēslošanu ir svarīgi veikt pēc augsnes agroķīmiskās analīzes datiem, jo ražas veidošanos ietekmē gan barības elementu trūkums, gan to pārmērīgais daudzums (Velička, Pekarskas, Malinauskas, 2001).

Sēklu raža kontroles variantos veidoja vidēji 0.85 t ha^{-1}. Slāpekļa minerālmēslojuma normas veicināja lielākas sēklu ražas ieguvi un pie N100 kg ha^{-1} tā sasniedza 1.11 t ha^{-1}, bet pie N180 kg ha^{-1} – 1.27 t ha^{-1} (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Tiešās sējas agrotehnoloģisko pasākumu ietekme uz vasaras rapša sēklu ražu
Impact of agro-technological measures of direct sowing on summer rapeseed yield

Herbicīda Fuego Top lietošana / *Application of herbicide Fuego Top*, L ha^{-1} (F_A)	Slāpekļa minerālmēslojuma norma / *Nitrogen fertilizer rate*, kg ha^{-1} $F(_B)$	Sēklu izsējas norma / *Seed sowing rate*, kg ha^{-1} (F_C)	Sēklu raža / *Seed yield*, t ha^{-1}		
			(F_C) RS(*LSD*) $_{0.05}$=0.17	(F_B) RS(*LSD*) $_{0.05}$=0.17	(F_A) RS(*LSD*) $_{0.05}$=0.19
0	0	7	0.89	**0.85**	**0.85**
		10	0.80		
0	100	7	1.07	**1.05**	**1.09**
		10	1.02		
	180	7	1.08	**1.14**	
		10	1.19		
2.0	100	7	1.13	**1.11**	**1.19**
		10	1.09		
	180	7	1.33	**1.27**	
		10	1.21		

Slāpekļa mēslojums bija efektīvāks ar herbicīdu Fuego Top apstrādātos un arī neapstrādātos vasaras rapša sējumos. Ražu būtiski ietekmēja slāpekļa mēslojuma (F fakt. > F krit.) un herbicīda izmantošana. Ar herbicīdu apstrādātie sējumi bija tīrāki no nezālēm, īpaši rapša *agrās attīstības* stadijās, kas kopumā veicināja par 0.22 t ha^{-1} lielāku sēklu ražas ieguvi.

2. tabula / *Table 2*

Tiešās sējas agrotehnoloģisko pasākumu ietekme uz vasaras rapša eļļas ieguvi
Impact of agro-technological measures of direct sowing on summer rapeseed oil production

Herbicīda Fuego Top lietošana / *Application of herbicide Fuego Top*, L ha^{-1} (F_A)	Slāpekļa minerālmēslojuma norma / *Nitrogen fertilizer rate*, kg ha^{-1} $F(_B)$	Sēklu izsējas norma / *Seed sowing rate*, kg ha^{-1} (F_C)	Vidēji / *On average*, t ha^{-1}		
			(F_C) RS(*LSD*) $_{0.05}$=0,046	(F_B) RS(*LSD*) $_{0.05}$=0,046	(F_A) RS(*LSD*) $_{0.05}$=0.83
0	0	7	0.41	**0.39**	**0.39**
		10	0.37		
0	100	7	0.48	**0.47**	**0.48**
		10	0.46		
	180	7	0.53	**0.50**	
		10	0.46		
2.0	100	7	0.50	**0.50**	**0.53**
		10	0.49		
	180	7	0.59	**0.57**	
		10	0.54		

Citos pētījumos iegūtie dati par tiešās sējas ietekmi uz vasaras rapša ražu ir vērtējami kā pretrunīgi, piemēram, (Van den Putte, Govers, Diels et al., 2010) norāda ražas vidējo samazinājumu par 2.7%, veicot apstrādi ar sēklu, un 8.5%, īstenojot tiešo sēju. Vācijā veiktajā lauka izmēģinājumā (Gruber, Pekrun, Mohring et al., 2012) tika konstatēts 4.5% ražas samazinājums ar sēklu apstrādātai augsnei un 10% samazinājums, veicot tiešo sēju.

Vidējā eļļas ieguve no vasaras rapša sēklu ražas 2021. gadā veidoja 0.39 t ha^{-1} sējumos bez slāpekļa minerālmēslojuma izmantošanas un vidēji 0.51 t ha^{-1} ar slāpekli mēslotos variantos (2. tab.). Lielāks slāpekļa minerālmēslojuma normu efekts tika novērots variantos, kur sēklu izsējas norma veidoja 7 kg ha^{-1}.

Eļļas saturs rapša sēklās kontrolvariantos vidēji sasniedza 43.6–46.4% neatkarīgi no izsējas normas, bet slāpekļa minerālmēslojuma normas negatīvi ietekmēja eļļas saturu un samazināja to vidēji par 2–3% (3. tab.).

3. tabula / *Table 3*

Tiešās sējas agrotehnoloģisko pasākumu ietekme uz vasaras rapša sēklu kvalitāti
Impact of agro-technological measures of direct sowing on the quality of summer rape seeds

Herbicīda Fuego Top lietošana / *Application of herbicide Fuego Top,* L ha^{-1} (F_A)	Slāpekļa minerālmēslojuma norma / *Nitrogen fertilizer rate,* kg ha^{-1} F($_B$)	Sēklu izsējas norma / *Seed sowing rate* kg ha^{-1} (F_C)	1000 sēklu masa / *Weight of 1000 seeds,* g	Tilpummasa / *Volume weight/,* kg hL^{-1}	Eļļas saturs / *Content of oil,* %
0	0	7	3.29	62.4	46.3
		10	3.13	63.2	46.5
Vidēji / *On average*			**3.21**	**62.8**	**46.4**
0	100	7	3.32	61.8	44.4
		10	3.21	62.3	44.5
	Vidēji / *On average*		**3.27**	**62.1**	**44.5**
	180	7	3.24	62.7	44.6
		10	3.37	62.6	42.6
Vidēji / *On average*			**3.31**	**62.7**	**43.6**
2.0	100	7	3.32	62.9	44.0
		10	3.28	62.6	44.8
	Vidēji / *On average*		**3.30**	**62.8**	**44.4**
	180	7	3.41	62.6	44.2
		10	3.33	62.6	44.0
Vidēji / *On average*			**3.37**	**62.6**	**44.1**

Ražas struktūrelementi ir augu blīvums, pākšu skaits augā, sēklu skaits pākstīs un 1000 sēklu masa.

Vasaras rapša sējumu biezība bija cieši saistīta ar sēklu izsējas normām, kas pirms ražas novākšanas veidoja vidēji 152 augus uz 1 m^2, bet pie izsējas normas 10 kg ha^{-1} – 248 augus uz 1 m^2. Mazākās izsējas normas rezultātā augi labāk zarojās, pie izsējas normas 7 kg ha^{-1} tie veidoja vidēji 5.7 zarus, bet pie izsējas normas 10 kg ha^{-1} – vidēji 4.4 zarus uz vienu augu (4. tab.). Ar herbicīdu apstrādātos lauciņos zarojums bija vēl lielāks un sasniedza vidēji 6.1 zaru uz vienu augu.

Lielāka sēklu tilpummasa norāda uz labāku sēklu nobriešanu un bagātību ar uzturvielām. Mūsu izmēģinājumā vasaras rapša sēklu tilpummasa bija vidēji no 62.1 līdz 62.8 kg hL^{-1}. Pētāmie faktori būtiski neietekmēja tilpummasas izmaiņas.

Slāpekļa mēslojuma varianti un sēklu izsējas normas būtiski neietekmēja 1000 sēklu masu. Vidēji tā bija 3.29 grami. Citos pētījumos 1000 sēklu masas izmaiņas, kas saistītas ar mēslojuma ietekmi, rapša sējumos bija ļoti izteiktas, pieaugums veidoja 0.2 līdz 0.7 gramus (Borovko 2008).

Pāksteņu skaits vienā augā bija 42.9 gab., sasniedzot maksimālo daudzumu 101.9 gab. ar herbicīdu apstrādātos sējumos pie slāpekļa mēslojuma normas 180 kg ha^{-1}. Zemākā novērotā vērtība bija 53.7, turpretī lielākā vērtība sasniedza 114.8 pāksteņus uz vienu augu (4. tab.).

4. tabula / *Table 4*

Tiešās sējas agrotehnoloģisko pasākumu ietekme uz vasaras rapša ražas struktūru
Influence of agro-technological measures of direct sowing on the structure of summer rapeseed yield

Herbicīda Fuego Top lietošana / *Application of herbicide Fuego Top*, L ha^{-1} (F_A)	Slāpekļa minerālmēslojuma norma / *Nitrogen fertilizer rate*, kg ha^{-1} F($_B$)	Sēklu izsējas norma / *Seed sowing rate* kg ha^{-1} (F_C)	Zaru skaits, gab. / *Number of branches, pcs.*	Pāksteņu skaits, gab. / *Number of pods, pcs.*	Sēklu skaits pākstīs, gab. / *Number of seeds in pods, pcs.*
0	0	7	4.2	55.3	23
		10	4.0	53.7	21
Vidēji / *On average*			**4.1**	**54.5**	**22**
0	100	7	5.5	93.5	21
		10	4.5	72.7	20
	Vidēji / *On average*		**5.0**	**83.1**	**20.5**
	180	7	5.0	65.8	23
		10	4.2	59.7	22
Vidēji / *On average*			**4.6**	**62.8**	**22.5**
2.0	100	7	4.7	103.0	21
		10	3.2	64.5	21
	Vidēji / *On average*		**4.0**	**83.8**	**21**
	180	7	6.2	114.8	23
		10	6	89.0	22
Vidēji / *On average*			**6.1**	**101.9**	**22.5**

Pētītajos variantos sēklu skaits pākstīs izmainījās vidēji 20–25 gab. robežās.

Secinājumi

1. Vasaras rapša ražu ietekmēja visi trīs pētāmie faktori – salīdzinājumā ar kontroles variantiem raža būtiski palielinājās pie N normas 180 kg ha^{-1} variantos, kuros tika izmantots herbicīds, un pie izsējas normas 7 kg ha^{-1}
2. Sēklu raža kontroles variantos veidoja vidēji 0.85 t ha^{-1}. Slāpekļa minerālmēslojuma normas veicināja lielākas sēklu ražas ieguvi un pie N100 kg ha^{-1} tā sasniedza 1.11 t ha^{-1}, bet pie N180 kg ha^{-1} – 1.27 t ha^{-1}, attiecīgi vidējā eļļas ieguve sasniedza 0.39, 0.51 un 0.59 t ha^{-1}.
3. Eļļas saturs sēklās kontrolvariantos vidēji veidoja 46.2% neatkarīgi no izsējas normas, bet slāpekļa minerālmēslojuma normas negatīvi ietekmēja eļļas saturu un samazināja to vidēji par 3%.
4. Augstāka vasaras rapša produktivitāte tika konstatēta sējumos, kuros bija mazāka augu biezība. Sējumos ar izsējas normu 10 kg ha^{-1} veidojās mazāk pāksteņu un sēklu tajos.

Pateicība. Pētījums veikts ar Latvijas Zemkopības ministrijas un Lauku atbalsta dienesta projekta „Jaunas tehnoloģijas izstrāde augu mēslošanas līdzekļu ražošanai no biogāzes ražotnes fermentācijas

atliekām – digestāta un šķeldas koģenerācijas atliekām – koksnes pelniem" finansiālu atbalstu, līguma Nr. 19-00-A01612-000008.

Izmantotā literatūra

1. Andersson T. N., Milberg P. (1996). Weed performance in crop rotations with and without leys and at different nitrogen levels. *Annals of Applied Biology*, *128*, p. 505–518.
2. Borovko L. (2008) Optimization of environmentally friendly cultivation technology of oilseed rape under Latvia agroecological conditions. *Agronomijas vēstis,* 11, p. 206–211.
3. Gruber S., Pekrun C., Möhring J., Claupein W. (2012). Long-term yield and weed response to conservation and stubble tillage in SW Germany. *Soil and Tillage Research*, *121*, p. 49–56.
4. Franchini J. C., Crispino C. C., Souza R. A., Torres E., Hungria M. (2007). Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, *92*, p. 18–29.
5. Malhi S. S., Lemke R., Wang Z. H., Chhabra B. S. (2006). Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. *Soil and Tillage Research*, *90*, p. 171–183.
6. Mohler C.L., Liebman M., Staver C.P. (2001). Weed life history: identifying vulnerabilities. Ecological management of agricultural weeds/ written and edited by Matt Liebman, Charles L. Mohler, Charles P. Staver. /, p. 40–98.
7. Sturny W. G., Chervet A., Maurer-Troxler C., Ramseier L., Müller M., Schafflützel R., Zihlmann U. (2007). Direktsaat und Pflug im Systemvergleich–eine Synthese. *Agrarforschung*, *14*(8), p. 350–357.
8. Van den Putte A., Govers G., Diels J., Gillijns K., Demuzere M. (2010). Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European journal of agronomy*, *33*(3), p. 231–241.
9. Velička R., Pekarskas J., Malinauskas D. (2001). Agrotechnics of winter rape grown for seeds. **In**: *Proceedings of the International Conference on Sustainable Agriculture in Baltic States*, Tartu, Estonia, 28-30 June, Estonian Agricultural University, p. 214–221.

DIGESTĀTA UN KOKSNES PELNU MAISĪJUMU IETEKME UZ ZIEMAS RAPŠA RAŽU UN RAŽAS KVALITĀTI

THE EFFECT OF DIGESTATE AND WOOD ASH MIXTURES ON THE PRODUCTIVITY AND YIELD QUALITY OF WINTER OILSEED RAPE

Rihards Berķis, Aleksandrs Adamovičs
LLU Lauksaimniecības fakultāte
rihards.berkis@lauks.lv, aleksandrs.adamovics@llu.lv

Abstract. *It is important to provide winter oilseed rape (Brassica napus* L.*) with the required nutrients for successful growth. Biogas plants and solid fuel boilers widely used for energy and heat production create wood ash and digestates as by-products. In agriculture, both wood ash and biomass digestate are used separately as liming and fertilizer materials, while mixtures of digestate and ash can provide a high-quality fertilizer that increase the productivity and yield quality of various agricultural crops including winter oilseed rape. Field trials were conducted in the autumn of 2020 at the Study and Research Farm "Peterlauki" (56°53' N, 23°71' E) of the Latvia University of Life Sciences and Technologies. Soil has the following characteristics: sod calcareous soil, granulometric composition – heavy dusty sand clay. Soil agrochemical parameters: pH KCL 6.7 (LVS ISO 10390: 2006); organic matter content – 26 g kg^{-1} (by Tyurin method, LV ST ZM 80-91), phosphorus content – 60 mg kg^{-1} P_2O_5, and potassium content – 144 mg kg $^{-1}$ K_2O (according to Egner-Rhym method, LV ST ZM 82-97). Winter oilseed rape sowings were developed using different variants of fertilizer mix with cattle (from SIA "Ziedi JP") manure digestate (GD) and wood ash (P) (from SIA "Green Jelgava") in different ratios [digestate used : wood ash ratio - (B1 - GD; B2 - GD + P 1:1; B 3 - GD + P 2:1; B 4 - GD + P 3:1; B 5 - GD + P 3:1 + N16P40K60 kg ha^{-1}; B 6 - GD + P 3: 1 + N 68.8 kg ha^{-1}; B 7 - GD + P 4: 1)]. The norms of innovative mixed fertilizer for cattle manure digestate and wood ash were the following: A1 - 5 t ha^{-1}; A2 - 10 t ha^{-1}; A3 - 20 t ha^{-1}. Winter oilseed rape fields without fertilizers and bovine manure digestate (GD) fertilizer rates were used as control options. Variants in the two-factor trial were randomized in triplicate. Studies have shown that good winter rapeseed yields can be obtained without the use of mineral fertilizers using wood ash and digestate mixtures. The highest winter rapeseed yield in the observed time period was obtained from variants where fertilizer rates of 10 t ha^{-1} were used. Winter oilseed rape seeds had a higher oil content in the variants in which 5 t ha^{-1} fertilizer mixture was utilized. The bulk density of winter rape seeds in the studied variants this year wawas only slightly higher than 67.0 kg hL^{-1}. The aim of the study was to determine the effect of different digestate and wood ash mixtures on the productivity and yield quality of winter oilseed rape.*
Key words: *oilseed rape, yield quality, productivity, digestate, wood ash, fertilizer.*

Ievads

Latvijā plaši tiek audzēts ziemas rapsis (*Brassica napus* L), turklāt pēdējās dekādes laikā ziemas rapša vidējā ražība ir pieaugusi no 2.5 t ha^{-1} 2010. gadā līdz 3.3 t ha^{-1} 2020. gadā, savukārt sējumu platības ir palielinājušās no 67.6 tūkst. ha 2010. gadā līdz 127.7 tūkst. ha 2020. gadā. Tas atspoguļojas uz lauksaimnieku stabilo interesi par ziemas rapša audzēšanu un ziemas rapša audzēšanas tehnoloģiju pilnveidošanu.[1] Audzējot ziemas rapsi, īpaši liela uzmanība tiek pievērsta agronomiski un ekonomiski pamatotai mēslošanas līdzekļu izmantošanai, tādā veidā ir iespējams samazināt produkcijas izmaksas un apkārtējās vides piesārņojuma risku (Litke, Gaile, Ruža, 2019).

Pašlaik Latvijā siltuma un enerģijas ieguves vajadzībām plaši tiek ekspluatētas biogāzes koģenerācijas stacijas un dažādi cietā kurināmā katli, kuru darbības rezultātā tiek iegūts biomasas digestāts un koksnes pelni. Līdz šim šie materiāli lauksaimniecībā plaši tika izmantoti atsevišķi gan kā augsnes kaļķošanas materiāls, gan kā mēslošanas līdzeklis (Patterson et al., 2004; Koszel et al., 2020). Taču, veidojot koksnes pelnu un digestāta maisījumus, tiek iegūts augstvērtīgs mēslošanas līdzeklis, ko var izmantot dažādu lauksaimniecības kultūraugu mēslošanai, tādējādi tiek radīta iespēja būtiski

[1] *Kultūraugu sējumu platības*. ***No:*** Latvijas Lauksaimniecība, 2021. [Tiešsaiste] [skatīts 2022. g. 8. febr.]. Pieejams: https://stat.gov.lv/lv/statistikas-temas/noz/zivsaimn/publikacijas-un-infografikas/7268-latvijas-lauksaimnieciba-2021.

paaugstināt kultūraugu, tostarp ziemas rapša, produktivitāti un iegūtās ražas kvalitātes rādītājus (Hejcman, Ondracek, Smrz, 2011; Koszel et al., 2020).

Pētījuma mērķis ir noskaidrot digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekmi uz ziemas rapša ražu un ražas kvalitāti.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi tika ierīkoti 2020. gada rudenī LLU MPS "Pēterlauki" velēnu karbonātu, smaga smilšmāla augsnē ar augsnes reakciju pH_{KCl} 6.7, augiem viegli izmantojamā fosfora (P_2O_5) satura augsnē 60 mg kg^{-1}, kālija (K_2O) satura augsnē 144 mg kg^{-1} un organiskās vielas (OV) satura augsnē 2.6%.

Ziemas rapša sējumus izveidoja, izmantojot dažādus mēslojuma maisījumu variantus ar liellopu (no SIA „Ziedi JP") kūtsmēslu digestātu (GD) un koksnes pelniem (P) (no SIA „Fortum", šobrīd – „Gren Jelgava") dažādās attiecībās [izmantotās digestāta: koksnes pelnu attiecības – (B1 – GD; B2 – GD + P 1:1; B 3 – GD + P 2:1; B 4 – GD + P 3:1; B 5 – GD + P 3:1 + N16P40K60 kg ha^{-1}; B 6 – GD + P 3:1 + N 68.8 kg ha^{-1}; B 7 – GD + P 4:1)]. Inovatīvā liellopu kūtsmēslu digestāta un koksnes pelnu jauktā mēslojuma normas bija (A1 – 5 t ha^{-1}; A2 – 10 t ha^{-1}; A3 – 20 t ha^{-1}).

Sastādīto digestāta un koksnes pelnu maisījumu ķīmiskais sastāvs parādīts 1. tabulā. Tabulā iekļautie dati ļauj aprēķināt izmantoto barības elementu daudzumu ar katru mēslojuma normu un maisījumu.

1. tabula / *Table 1*

Barības elementu saturs digestāta un koksnes pelnu maisījumos

Nutrient content of digestate and wood ash mixtures

Barības elementi / *Nutrients*	Saturs sausnā / *Content in dry matter*, %				
	GD	GD + P 1:1	GD + P 2:1	GD + P 3:1	GD + P 4:1
Slāpeklis dabīgā paraugā / *Nitrogen in the natural sample* (N)	0.29	0.27	0.30	0.51	0.34
Amonija slāpeklis / *Ammonium nitrogen* (N/NH4), g kg^{-1}	1.20	0.43	0.40	0.76	0.37
Fosfors/*Phosphorus* (P)	0.74	0.90	0.89	0.83	0.83
Kālijs/*Potassium* (K)	1.70	2.90	2.92	2.73	2.64
Kalcijs /*Calcium* (Ca)	2.41	13.44	13.55	10.48	10.86
pH	9.27	12.19	11.84	11.22	10.91

GD – liellopu kūtsmēslu digestāts / *cattle manure digestate*; P – koksnes pelni / *wood ash.*

Par kontroles variantiem izmantoja nemēslotus ziemas rapša lauciņus un liellopu kūtsmēslu digestātu (GD) mēslojuma normas. Varianti divu faktoru izmēģinājumā izvietoti randomizēti, trīs atkārtojumos. Kopumā izmēģinājumā tika ierīkoti 66 lauciņi, katra lauciņa platība bija 30 m^2.

Ziemas rapša priekšaugs bija ziemas kvieši (*Triticum aestivum* L.). Izmēģinājumu lauciņu sagatavošanai tika veikta aršana līdz 22 cm dziļumam, un pirms sējas sagatavotajos ziemas rapša lauciņos tika izkliedēti iepriekš sagatavotie koksnes pelnu un liellopu kūtsmēslu digestāta maisījumi un B 5 – GD + P 3:1 + N16P40K60 kg ha^{-1}, kurus iestrādāja augsnē ar pirmssējas augsnes apstrādes agregātu – kompaktoru ZIRKON 8. Sējai tika izmantota ziemas rapša šķirne 'Visby' ar izsējas normu 80 dīgstošas sēklas uz m^2. Ziemas rapša sēja tika veikta 1.5 līdz 2 cm dziļumā. Pavasarī, atjaunojoties veģetācijai, izmēģinājuma varianta A6 lauciņos tika iestrādāti N 68.8 kg ha^{-1} amonija nitrāta.

Salīdzinājumā ar ilggadējiem meteoroloģiskajiem rādītājiem (turpmāk tekstā – norma), no 2020./2021. gada sezonas septembra līdz janvārim novēroti krietni siltāki laikapstākļi. Februārī dienas vidējā gaisa temperatūra bija par 0.7 °C vēsāka nekā ilggadēji novērots. Martā vidējā diennakts gaisa temperatūra bija par 3.1 °C siltāka par normu. Aprīlī un maijā vidējā diennakts gaisa temperatūra ir bijusi līdzīga ilggadējiem rādītājiem. Netipiski silts bija 2021. gada jūnijs un jūlijs, kad mēneša vidējā diennakts gaisa temperatūra bija par 3.6 un 5.6 °C augstāka nekā iepriekš. Ilggadējie dati par nokrišņu daudzumu liecina, ka laika gaitā no septembra sākuma līdz jūlija beigām vidēji katrā sezonā nolīst 188.4 mm, turpretī 2020./2021. gada sezonā minētajā laika posmā nokrišņu summa veidoja vien 76.1 mm. Tā septembrī nokrišņu summa veidojusi 5.4 mm, bet ilggadējā nokrišņu summa konkrētajā

mēnesī ir 20.9 mm, tas nozīmē, ka jau pēc sējas nokrišņu daudzums ir bijis zems, kas varētu ietekmēt ziemas rapša dīgšanu un attīstību. Oktobrī nokrišņu summa bijusi līdzīga ilggadējiem vidējiem radītājiem, bet visas pārējās sezonas gaitā nokrišņu summa bijusi daudz zemāka nekā iepriekš. Tas nozīmē, ka rapsis, iespējams, ir cietis no sausuma stresa.

Ziemas rapša izmēģinājumu kulšana norisinājās 2021. gada 21. jūlijā. Pēc izmēģinājuma lauciņu nokulšanas katra lauciņa raža tika nosvērta un attīrīta, izmantojot PFEUFFER SLN3 paraugu tīrāmo iekārtu. Pēc tam, izmantojot ekspresanalizatoru Infratec NOVA (Foss), tika noteikts paraugu mitrums, eļļas saturs sēklās (%) un tilpummasa (kg hL^{-1}). Izmantojot iegūto rezultātu, tika aprēķināta iegūtā raža (t ha^{-1}) un iegūtais eļļas daudzums (t ha^{-1}) pie standartmitruma (8%) un pilnīgas (100%) paraugu tīrības. Paraugiem ar standartmetodi (LVS EN ISO 520) tika noteikta arī 1000 sēklu masa, g.

Datu apstrāde veikta, izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi (ANOVA) "Microsoft Excel" datorprogrammā.

Rezultāti un diskusijas

Vidējā ziemas rapša sēklu raža pētāmajos variantos sasniedz 1.97–2.48 t ha^{-1}, apskatot šķirnes potenciālu 2020./2021. gada sezonā, iespējams konstatēt, ka tā bijusi zema (2. tab.). Tas ir izskaidrojams ar sausajiem un karstajiem laikapstākļiem gan ziemas rapša dīgšanas laikā, gan atsākoties veģetācijas sezonai. Kā rakstīts literatūrā, sausuma stresa ietekmē rapsim samazinās stublāja diametrs un garums, kā arī negatīvi tiek ietekmēta rapša sēklu raža (Sangtarash et al., 2009). Mūsu pētījumos zemākā ziemas rapša sēklu raža 1.97 t ha^{-1} tika iegūta tieši no kontroles varianta lauciņiem (2. tab.).

2. tabula / *Table 2*

Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz ziemas rapša sēklu ražu, t ha^{-1}

The effect of different digestate and wood ash mixtures on winter rape seed yield, t ha^{-1}

Mēslojuma norma / *Fertilizer rate*, t ha^{-1} (F_A)	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / *Digestate and wood ash ratio in the mixture* (F_B)							(FA) p = 0.003 RS(*LSD*) $_{0.05}$ = 0.149
	GD	GD + P 1:1	GD + P 2:1	GD + P 3:1	GD + P 3:1 + NPK	GD + P 3:1 + N	GD + P 4:1	
Kontrole/*Control*	1.97							**1.97**
5 t ha^{-1}	1.85	2.21	1.94	2.24	2.12	1.77	2.30	**2.05**
10 t ha^{-1}	2.76	2.47	2.45	2.24	2.53	2.06	2.66	**2.45**
20 t ha^{-1}	2.26	2.67	2.13	2.03	2.11	2.25	2.50	**2.28**
Vidēji / *On average* p = 0.046 RS(*LSD*) $_{0.05}$ (B) = 0.230 RS(*LSD*) $_{0.05}$ (AB) = 0.393	**2.29**	**2.45**	**2.17**	**2.17**	**2.26**	**2.03**	**2.48**	×

GD – liellopu kūtsmēslu digestāts / *cattle manure digestate*; P – koksnes pelni / *wood ash.*

Būtiski augstākas ($p < 0.05$) vidējās ziemas rapša sēklu ražas izmēģinājuma gadā tika iegūtas, ja mēslojuma variantiem tiek izmantotas 10 un 20 t ha^{-1} mēslojuma normas. Pie zemākās mēslojuma normas 5 t ha^{-1} variantiem GD, GD + P 2:1 un GD + P 3:1 + N ir bijusi zemāka raža nekā kontroles variantam, bet atšķirības nebija būtiskas ($p > 0.05$). Būtiski augstāka ($p < 0.05$) ziemas rapša vidējā sēklu raža ir iegūta variantos GD, GD + P 1:1., GD + P 3:1 + NPK un GD + P 4:1, un no visiem variantiem augstākās vidējās ziemas rapša sēklu ražas tika iegūtas tieši mēslojuma variantos GD + P 1:1 un GD + P 4:1 (2 tab.). Pētījumos ir pierādīts, ka, par mēslošanas līdzekli izmantojot šķidro digestātu vismaz 25 000 L ha^{-1}, ir iespējams būtiski ($p < 0.05$) palielināt ziemas rapša sēklu ražu, turklāt, palielinot izmantotā digestāta normas, palielinās arī ražas pieaugums (Koszel et al., 2020).

Šajā izmēģinājumā, izmantojot tikai digestātu, būtiski augstāka vidējā ziemas rapša sēklu raža salīdzinājumā ar kontroli tika konstatēta pie mēslojuma normas 10 t ha^{-1} visos jaukta mēslojuma variantos. Šāds iegūtais rezultāts liecina par to, ka konkrētajā izmēģinājuma gadā ražu limitējošais faktors nav bijis barības elementu deficīts. Par pieņēmumu liecina arī fakts, ka digestāta un koksnes pelnu maisījumu variantā, kas tika papildināts ar N minerālmēslojumu, novērotais vidējais sēklu ražas pieaugums ir neliels, lai gan literatūrā atrodami dati, kas apliecina, ka, palielinot N mēslojumu līdz 60 kg ha^{-1}, ziemas rapša sēklu ražas pieaugums neatkarīgi no izmēģinājuma gada bijis būtisks (Litke, Gaile, Ruža, 2019).

Viens no galvenajiem ziemas rapša kvalitātes rādītājiem ir eļļas saturs rapša sēklās. Izvērtējot iegūtos rezultātus, ir redzams, ka būtiski augstāks (p = 0.07) vidējais eļļas saturs ziemas rapša sēklās konstatēts, izmantojot 5 t ha^{-1} digestāta un koksnes pelnu maisījumu normu. Starp maisījumu variantu vidējām vērtībām būtiski augstāks (p = 0.001) eļļas saturs tika iegūts variantos GD + P 1:1, GD + P 2:1, GD + P 3:1 un GD + P 3:1 + NPK. Savukārt būtiski zemāks (p = 0.001) eļļas saturs tika iegūts no variantiem, kuru mēslošanai papildus tika izmantots amonija nitrāts (3. tab.). Šāda tendence ir novērota arī citos pētījumos, kur, palielinot N mēslojuma normas, būtiski samazinās eļļas saturs ziemas rapša sēklās (Farahbakhsh, Pakgohar, Karimi, 2006).

3. tabula / *Table 3*

Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz eļļas saturu ziemas rapša sēklās, %

The effect of different digestate and wood ash mixtures on oil content into winter rape seed, %

Mēslojuma norma / *Fertilizer rate*, t ha^{-1} (F_A)	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / *Digestate and wood ash ratio in the mixture* (F_B)							Vidēji / *On average* (F_A)
	GD	GD + P 1:1	GD + P 2:1	GD + P 3:1	GD + P 3:1 + NPK	GD + P 3:1 + N	GD +P 4:1	p = 0.007 RS(*LSD*) $_{0.05}$ = 0.295
Kontrole/*Control*	47.3							**47.3**
5 t ha^{-1}	47.70	48.03	48.06	48.06	48.03	46.27	47.27	**47.63**
10 t ha^{-1}	47.23	47.50	47.70	47.63	47.57	45.87	47.40	**47.27**
20 t ha^{-1}	47.43	47.73	47.76	47.93	47.87	46.37	48.06	**47.59**
Vidēji / *On average* RS(*LSD*) $_{0.05}$ (B) = 0.390 RS(*LSD*) $_{0.05}$ (AB) = 0.781	**47.45**	**47.75**	**47.84**	**47.87**	**47.82**	**46.17**	**47.58**	×

GD – liellopu kūtsmēslu digestāts / *cattle manure digestate*; P – koksnes pelni / *wood ash.*

Izmantotajiem koksnes pelnu un digestāta maisījuma variantiem nav bijusi būtiska ietekme (p = 0.334) uz vidējiem ziemas rapša sēklu eļļas ieguves rādītājiem. Savukārt, palielinot izmantotās maisījumu normas līdz 10 un 20 t ha^{-1}, redzams, ka iegūtais eļļas daudzums arī ir būtiski augstāks (p = 0.004) (4. tab.).

4. tabula / *Table 4*

Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz ziemas rapša eļļas iznākumu, t ha^{-1}

Influence of different digestate and wood ash mixtures on winter rapeseed oil yield, t ha^{-1}

Mēslojuma norma / *Fertilizer rate*, t ha^{-1} (F_A)	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / *Digestate and wood ash ratio in the mixture* (F_B)							Vidēji / *On average* (F_A)
	GD	GD + P 1:1	GD + P 2:1	GD + P 3:1	GD + P 3:1 + NPK	GD + P 3:1 + N	GD + P 4:1	p = 0.004 RS(*LSD*) $_{0.05}$ = 0.128
Kontrole/ *Control*	0.93							**0.93**
5 t ha^{-1}	0.88	1.06	0.93	1.07	1.02	0.80	1.11	**0.98**
10 t ha^{-1}	1.30	1.17	1.17	1.07	1.21	0.94	1.26	**1.16**
20 t ha^{-1}	1.07	1.28	1.02	0.97	1.01	1.04	1.18	**1.08**
Vidēji / *On average* p = 0.334	**1.08**	**1.17**	**1.04**	**1.04**	**1.08**	**0.93**	**1.18**	×

GD – liellopu kūtsmēslu digestāts / *cattle manure digestate*; P – koksnes pelni / *wood ash*.

Ziemas rapša sēklu tilpummasas rādītāju izmaiņu analīze apliecināja, ka, palielinot koksnes pelnu un digestāta mēslojuma normas, būtiski samazinās (p = 0.001) ziemas rapša sēklu tilpummasa, salīdzinot ar kontroli. Ja salīdzina maisījumu variantus, tad būtiski augstāka (p = 0.001) tilpummasa ir novērota variantā, kura mēslošanai papildus tika izmantots amonija nitrāts. Šajā variantā tilpummasa sasniedza vidēji 67.96 kg hL^{-1}, kas ir līdzīgs rādījums kontroles varianta tilpummasai (5. tab.).

5. tabula / *Table 5*

Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz ziemas rapša sēklu tilpummasu, kg hL^{-1}

Influence of digestate and wood ash mixtures on the bulk density of winter rape seeds, kg hL^{-1}

Mēslojuma norma / *Fertilizer rate*, t ha^{-1} (F_A)	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / *Digestate and wood ash ratio in the mixture* (F_B)							Vidēji / *On average* (FA)
	GD	GD + P 1:1	GD + P 2:1	GD + P 3:1	GD + P 3:1 + NPK	GD + P 3:1 + N	GD + P 4:1	p = 0.001 RS(*LSD*) $_{0.05}$ = 0.162
Kontrole/*Control*	67.93							
5 t ha^{-1}	67.10	67.33	67.27	67.20	67.20	68.03	67.33	**67.35**
10 t ha^{-1}	67.17	66.83	67.50	67.17	66.93	67.93	67.50	**67.29**
20 t ha^{-1}	67.13	67.13	66.97	67.23	67.20	67.93	67.23	**67.26**
Vidēji / *On average* p = 0.001 RS(*LSD*) $_{0.05}$ (B) = 0.210 RS(*LSD*) $_{0.05}$ (AB) = 0.430	**67.13**	**67.10**	**67.25**	**67.20**	**67.11**	**67.96**	**67.35**	×

GD – liellopu kūtsmēslu digestāts / *cattle manure digestate*; P – koksnes pelni / *wood ash.*

Izmēģinājuma gaitā tika vērtēti arī dati par koksnes pelnu un digestāta maisījumu ietekmi uz ziemas rapša 1000 sēklu masu. Kopumā vidēji 1000 sēklu masa konkrētajā sezonā ievāktajiem paraugiem ir bijusi robežās no 4.37 līdz 4.79 gramiem. Tika novērots, ka starp mēslojuma variantiem ir nelielas atšķirības, bet izmēģinājuma gadā tās nav bijušas būtiskas (p = 0.671). Mainoties mēslojuma maisījumu normām, arī nav konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.095) starp ievāktajiem ziemas rapša sēklu paraugiem. Kopumā izmēģinājumā iegūtos zemos 1000 sēklu masas rādījumus konkrētajā sezonā varētu izskaidrot ar sausajiem apstākļiem, kas kavēja augu attīstību pavasarī, kā arī radīja augiem paaugstinātu karstuma un sausuma stresu ziedēšanas beigās un pirms ziemas rapša pilngatavības.

Secinājumi

Izmantojot koksnes pelnu un digestāta maisījumus, var iegūt labas ziemas rapša sēklu ražas bez minerālmēslu lietošanas.

Augstāko ziemas rapša sēklu ražu konkrētajā izmēģinājuma gadā ieguva no variantiem, kur mēslošanai tika izmantotas mēslojuma normas 10 t ha^{-1}.

Augstāks eļļas saturs ziemas rapša sēklās bija variantos, kuru mēslošanai tika izmantotas 5 t ha^{-1} mēslošanas līdzekļa maisījuma.

Ziemas rapša sēklu tilpummasa pētāmos variantos šajā gadā bija tikai nedaudz lielāka par 67.0 kg hL^{-1}

Lai gūtu precīzākus secinājumus par šī mēslojumā efektivitāti, pētījumi ir jāturpina.

Pateicība. Pētījums ir veikts ar Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas un Lauku atbalsta dienesta projekta „Jaunas tehnoloģijas izstrāde augu mēslošanas līdzekļu ražošanai no biogāzes ražotnes fermentācijas atliekām – digestāta un šķeldas koģenerācijas atliekām – koksnes pelniem" finansiālu atbalstu, līguma Nr. 19-00-A01612-000008.

Izmantotā literatūra

1. Farahbakhsh H., Pakgohar N., Karimi A. (2006). Effects of nitrogen and sulphur fertilizer on yield, yield components and oil content of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Asian Journal of Plant Sciences,* Vol. 5, p. 112–115.
2. Hejcman M., Ondracek J., Smrz Z. (2011). Ancient waste pits with wood ash irreversibly increase crop production in Central Europe. *Plant and Soil,* Vol. 339(1), p. 341–350.
3. Koszel M., Parafiniuk S., Szparaga A., Bochniak A., Kocira S., Atanasov A., Kovalyshyn S. (2020). Impact of Digestate Application as a Fertilizer on the Yield and Quality of Winter Rape Seed. *Agronomy,* Vol. 10(6), p. 878–896.
4. Litke L., Gaile Z., Ruža A. (2019). Slāpekļa mēslojuma un augsnes apstrādes ietekme uz ziemas rapša ražu un kvalitāti. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība:* LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti (2019. gada 21. februāris), Jelgava: LLU, 44.–49. lpp.
5. Patterson S. J., Acharya S. N., Bertschi A. B., Thomas J. (2004). Application of Wood Ash to Acidic Boralf Soils and its Effect on Oilseed Quality of Canola. *Agronomy Journal,* Vol. 96(5), p. 1344–1348.
6. Sangtarash M. H., Qadri M. M., Chinnapa C. C., Reid D. M. (2009). Differential sensitivity of canola (*Brassica napus*) seedlings to ultraviolet-B radiation, water stress and abscisic acid. *Environmental and Experimental Botany,* Vol. 66, p. 212 – 219.

LATVIJAS APSTĀKĻIEM PIEMĒROTU BUMBIERU, PLŪMJU UN ĶIRŠU JAUNO ŠĶIRŅU VĒRTĒŠANA

EVALUATION OF NEW CULTIVARS OF PEARS, PLUMS AND CHERRIES SUITABLE FOR LATVIAN CONDITIONS

Ilze Grāvīte, Daina Feldmane
Dārzkopības institūts
ilze.gravite@llu.lv

Ievads

Jaunas šķirnes audzēšanas perspektīvas ir atkarīgas no ļoti daudziem aspektiem – lai gan viens no svarīgākajiem vērtējumiem patērētāju acīs ir augļu kvalitatīvie rādītāji, tos nav iespējams sasniegt, ja šķirnei būs vāja augšana (to var izraisīt gan pašas šķirnes augšanas spars, gan arī zema ziemcietība vai zema izturība pret kaitīgajiem organismiem). Arī vainagu forma un tā veidošana ir viens no kritērijiem, kas jāņem vērā, izvēloties šķirņu klāstu dārzā. Tā nu audzētājam ir jāspēj savienot pircēju prasības ar savām iespējām, lai iegūtu ražu. Jaunas augļu koku šķirnes "iedzīvināšanai" konkrētos augšanas apstākļos nepieciešami vairāki gadi, jo meteoroloģisko apstākļu krasās atšķirības ik gadu gan miera, gan veģetācijas, gan auga attīstības periodā rada būtiskas atšķirības. Pētījuma novitāte ir jauno šķirņu audzēšana dažādos Latvijas reģionos, tās salīdzinot ar citām, jau iepriekš saimniecībās audzētām šķirnēm. 2018. gada pavasarī tika uzsākts Lauku atbalsta dienesta demonstrējumu projekts „Latvijas apstākļiem piemērotu bumbieru, plūmju un/vai ķiršu šķirņu izdalīšana" (6. lote, projekta Nr. 18-00-A00102-000007, LAD līguma Nr. LAD 240118/P7) ar mērķi demonstrēt Latvijas apstākļiem piemērotas bumbieru, plūmju un/vai ķiršu šķirnes. Demonstrējuma uzdevumi, kas bija jāveic, lai sasniegtu izvirzīto mērķi: 1) metodikas izstrāde šķirņu demonstrēšanai; 2) šķirnei atbilstošu audzēšanas tehnoloģiju izmantošana, lai ierīkotu vai uzturētu stādījumu demonstrējumiem; 3) novērojumi perspektīvo šķirņu salīdzināšanai ar pašlaik komerciāli audzētām šķirnēm; 4) rezultātu izplatīšana un publicitātes nodrošināšana.

Pēdējo gadu laikā raksturīgi mainīgi meteoroloģiskie apstākļi un to krasās atšķirības dažādos reģionos. Ja vērtējam globālo klimata joslu sadalījumu, tad Latvija kopā ar Centrāleiropu, Skandināviju, arī Lietuvu un Igauniju atrodas 5. klimata (hemiboreālā) zonā, ko būtiski ietekmē Golfa straumes, meteoroloģiskos apstākļus nosaka tas, cik konkrētā vieta atrodas tuvu jūrai (Pereswiet-Soltan, 2007). Ņemot vērā to, cik Latvijā mēdz būt atšķirīgi meteoroloģiskie apstākļi Kurzemē, Zemgalē, Vidzemē un Latgalē, atbilstošāks klimata zonējums ir starp 4. un 6. zonu (https://www.houzz.com/europeZoneFinder). Krasās temperatūras svārstības pavasarī visnozīmīgāk ietekmē ražas iegūšanu (Kaufmane, et al., 2019). Nākamais svarīgais solis ir piemērotas dārza vietas un kultūrauga izvēle (Grāvīte, 2021), kā arī konkrētās šķirnes audzēšana (Ikase, 2015). Šķirnes augšanu un attīstību būtiski ietekmē meteoroloģiskie apstākļi (Woznicki, et al., 2019), tāpēc dažkārt viena un tā pati šķirne dažādos dārzos vai gados var tikt novērtēta ļoti atšķirīgi. Izvēloties dārzam piemērotākās šķirnes, ir iespējams samazināt augu aizsardzības līdzekļu lietojumu un to kaitīgo ietekmi uz vidi. Vides piesārņojums ir viens no globālās sasilšanas iemesliem, kas vienlaikus liek saskarties ar dažādiem papildu izaicinājumiem (https://europa.eu/youth/get-involved/sustainable-development/what-climate-change_lv).

Materiāli un metodes

Pētījums uzsākts piecās saimniecībās dažādos Latvijas reģionos (Zemgalē, Kurzemē, Vidzemē un Latgalē). Bumbieru un ķiršu šķirņu demonstrējumi ierīkoti ZS „Lejasdārzi" un „Ķirši", plūmju un ķiršu šķirņu demonstrējumi – ZS „Gaidas", bet plūmju šķirņu demonstrējumi – ZS „Vīksnas-1" un „Sprogas".

Lai nodrošinātu demonstrējuma pareizu ierīkošanu, noteiktas sākotnējās prasības: 1) minimālā kopīgā platība vienam augļaugu veidam katrā saimniecībā veido 0.3 ha (tostarp – kontroles šķirnes); 2) izmantoto jauno šķirņu skaits veido vismaz divas, savukārt kontrolšķirne (komerciāli audzēta šķirne) ir vismaz viena ražošanas raksturam atbilstoša.

Visās saimniecībās salīdzināmās plūmju šķirnes audzētas uz *Prunus cerasifera* potcelma, visas ķiršu šķirnes − uz *Prunus mahaleb* potcelma.

Savukārt, lai nodrošinātu vienotu demonstrējumu īstenošanu, noteikts: 1) bumbieru, plūmju un ķiršu šķirnēm tiek nodrošināta atbilstoša kopšana, veikti nepieciešamie augu aizsardzības pasākumi; 2) tiek veikti un reģistrēti novērojumi saskaņā ar izstrādāto metodiku; 3) demonstrējums ir publiski pieejams saskaņā ar turpmāk minētajiem publiskās pieejamības nosacījumiem, pakalpojuma sniedzējs interesentus iepazīstina ar šķirnēm un veiktajiem novērojumiem stādījumā; 4) demonstrējumos iegūtie rezultāti tiek popularizēti (Lauku dienas, mācību materiāli).

Sagatavojot vienotu metodiku šķirņu vērtēšanai, novērojumos iekļauti nozīmīgākie komercaudzēšanai piemēroto bumbieru, plūmju un ķiršu šķirņu raksturlielumi: ziemcietība, koku veselīgums, vainaga veidošana, ražība, augļu kvalitāte un to salīdzinājums ar kontrolšķirnēm.

ZS „Lejasdārzi" (Kuldīgas novads, Kurzemes plānošanas reģions) ierīkots demonstrējums bumbieru šķirņu salīdzināšanai (jaunās šķirnes – 'Rūta', 'Laura', 2018. gada pavasarī potētas stumbrveidotājā; kā kontroles šķirne – 'Suvenīrs') un saldo ķiršu šķirņu salīdzināšanai ('Paula', 'Cīravas Sārtais', 'Līgo', 'Artis', 'Luke', 'Germa', 'Irema', 'Kome', stādītas laikposmā no 2015. līdz 2017. gadam; kā kontroles šķirne – 'Brjanskas 3-36').

ZS „Ķirši" (Rēzeknes novads, Latgales plānošanas reģions) ierīkots demonstrējums bumbieru šķirņu salīdzināšanai (jaunās šķirnes – 'Maija', 'Balva'; kā kontroles šķirne – 'Konference') un saldo ķiršu šķirņu salīdzināšanai ('Lapins', 'Revna', 'Vytenu Rožine', 'Brjanskas 3-36', 'Arthur', 'Vērša Sirds', 'Jurgita, stādītas 2019. gada pavasarī (2018. gadā stādītās jaunās šķirnes neieauga sausuma dēļ); kā kontroles šķirne – 'Aija', 'Meelika', stādītas 1996. gadā). 2018. gadā bumbieru stādījumā konstatēta iedega *Erwinia amylovora,* un demonstrējums tika pārtraukts.

ZS „Gaidas" (Jelgavas novads, Zemgales plānošanas reģions) ierīkots demonstrējums plūmju šķirņu salīdzināšanai (jaunās šķirnes – 'Ance', 'Adelyn', 'Sonora', 'Laine'; kā kontroles šķirnes – 'Viktorija', 'Jubileum', 'Komēta') un skābo ķiršu šķirņu salīdzināšanai ('Haritonovskaja', 'Molodjožnaja', 'Živica', 'Nana', 'Girljanda', 'Grabauskiene', stādītas 2019. gada pavasarī (2018. gadā stādītās jaunās šķirnes neieauga sausuma dēļ); kā kontroles šķirne – 'Šokoladņica', stādīta 2014. gadā).

ZS „Vīksnas-1" (Kandavas novads, Kurzemes plānošanas reģions) ierīkots demonstrējums plūmju šķirņu salīdzināšanai (jaunās šķirnes – 'Ance', 'Adelyn', 'Sonora', 'Lotte', stādītas 2015. gadā; kā kontroles šķirnes – 'Rausve', 'Komēta', stādītas 2001. gadā).

ZS „Sprogas" (Alūksnes novads, Vidzemes plānošanas reģions) ierīkots demonstrējums plūmju šķirņu salīdzināšanai (jaunās šķirnes – 'Ance', 'Adelyn', 'Sonora'; kā kontroles šķirnes – 'Emma Leperman', 'Komēta', stādītas 2016. gadā).

Rakstā apkopoti dati par laika posmu no 2018. gada līdz 2021. gadam.

Demonstrējumi iekārtoti smilšmāla vai mālsmilts augsnēs. Sausums 2019. gada vasarā būtiski kavēja jauno dzinumu augšanu, it īpaši jaunkokiem saimniecībās bez apūdeņošanas, kā arī veicināja laputu savairošanos.

Visas demo saimniecības darbojas integrētā audzēšanas sistēmā, un šajā laikā īstenoti šādi augu aizsardzības pasākumi:

ZS „Lejasdārzi" (Kuldīgas novads) bumbieriem nav lietoti insekticīdi, bet četras reizes sezonā lietoti fungicīdi pret kraupi un rūsu *Chorus 50WG* (2 reizes) 0.45 kg ha^{-1}, *Difcor* 0.2 L ha^{-1}, *Syllit* 1.25 L ha^{-1}. Saldo ķiršu stādījumā vienu reizi sezonā laputīm lietots *Mospilan* 0.25 kg ha^{-1}, bet divas reizes lietoti fungicīdi pret lapbiri un rūsu *Chorus 50WG* 0.45 kg ha^{-1}, *Syllit* 1.25 L ha^{-1}, *Serenade ASO* 8 L ha^{-1}, *VaraVin* 2.5 kg ha^{-1}. Ķiršu apaugļošanās uzlabošanai vēsajos pavasaros lietots *Dentament* 3 kg ha^{-1}.

ZS „Ķirši" (Rēzeknes novads) saldo ķiršu stādījumā laputīm lietots *Karate Zeon 5S* 0.4 L ha^{-1}, bet fungicīdu lietojums nav bijis nepieciešams.

ZS „Gaidas" (Jelgavas novads) skābo ķiršu stādījumā nav lietoti insekticīdi un fungicīdi, bet plūmju stādījumā vienu reizi lietots *Mospilan* 0.25 kg ha^{-1} tinēju ierobežošanai.

ZS „Vīksnas-1" (Kandavas novads) plūmju stādījumā lietoti insekticīdi divas reizes sezonā − pret tinējiem *Karate Zeon 5S* 0.4 L ha^{-1} un pret laputīm *Teppeki WG* 0.14 L ha^{-1}. Pret sausplankumainību *Chorus 50WG* 0.45 kg ha^{-1} un pret puvi lietots *Signum* 1 kg h^{-1}.

ZS „Sprogas" (Alūksnes novads) plūmēm lietots *Fastac 50EC* 0.5 L ha^{-1} tinēja ierobežošanai un *Dithane* 0.2 kg ha^{-1} sausplankumainības ierobežošanai. Sala bojājumu mazināšanai, apaugļošanās stimulēšanai, mēslojuma nodrošināšanai izmantots *Microcat Ca-B* 1.26 L ha^{-1}.

Nezāļu ierobežošana stādījumos veikta ar glifosātu smidzinājumu vienreiz sezonā, kombinējot ar mulčēšanu un appļaušanu. Plūmju stādījumā Kurzemē veikta apdobes appļaušana divas reizes sezonā. Problēmas rada bumbieru pangērces izplatība, kuras ierobežošana ir sarežģīta.

Ziedēšanu un ražību būtiski ietekmēja 2019. gadā piedzīvotās salnas – gaisa temperatūra demonstrējumu saimniecībās ķiršu un plūmju ziedēšanas laikā samazinājās līdz –6 °C Kurzemē un Latgalē, līdz –7 °C Vidzemē. Zemgalē salnu ietekme bija neliela − temperatūra pazeminājās līdz –2 °C. Arī 2020. gadā Vidzemē plūmju ziedēšanas laikā bija vērojama salna līdz –2 °C, savukārt Zemgalē gaisa temperatūra pazeminājās līdz 0 °C. 2020. gadā ziedēšanas laiks bija nelabvēlīgs apputeksnētājkukaiņu darbībai – vējains, vēss un mitrs, it īpaši Vidzemē, tādējādi tur augļu aizmešanās bija vērtējama kā vidēja vai vāja.

Ziemā gaisa temperatūra pazeminājās līdz –20 °C Kurzemē un Zemgalē, līdz –25 °C Vidzemē un Latgalē, vismaz vienā vai pat vairākos demonstrējumu gados.

Rezultāti un diskusijas

Pētījumu ierīkojot dažādos Latvijas reģionos, dažādās saimniecībās, ar dažādiem kultūraugiem, viennozīmīgus rezultātus iegūt nav iespējams. Kā liecina saimniecībās veiktie novērojumi, būtiskas atšķirības vērtējumā ievieš meteoroloģiskie apstākļi, kas ietekmē augu augšanu un attīstību visā gada periodā.

Plūmju šķirņu vērtējums, salīdzinot ar kontrolšķirnēm.

'Ance' visās saimniecībās pārziemojusi labi, bez salā gūtiem bojājumiem. Lapu un zaru veselība laba, bet karstās vasarās uz lapām novēroti sausplankumainības radītie bojājumi. Tā kā nevienā stādījumā nav veikta apūdeņošana, karstajās vasarās uz lapām vērojamas barības elementu trūkuma pazīmes, kā arī neliels viengadīgo dzinumu pieaugums. Vidējais viengadīgo dzinumu garums ir 30−50 cm. Jaunajos stādījumos ne visās saimniecībās varēja novērtēt ziedēšanas laiku, intensitāti un ražas veidošanos. Saskaņā ar sākotnējiem datiem ziedēšanas laika sākums dažādos Latvijas reģionos atšķīrās nedēļas ietvaros (maija 1. dekāde (Kurzemē 2019. gadā – aprīļa 3. dekāde, 2021. gadā – maija 2. dekāde)). Ražas ienākšanās laiks atšķiras periodā līdz divām nedēļām (augusta 1., 2. dekāde). Raža nav bijusi Zemgales dārzā. Augļu kvalitāte (izskats, kauliņa atdalīšanās, stingrums, sulīgums) laba, izcila garša, augļi izturīgi pret plaisāšanu. Atzīta par labāku, ar vēlmi ierīkot plašākus stādījumus.

'Adelyn' ziemcietība un koku veselība Zemgalē un Kurzemē vērtēta kā ļoti laba, Vidzemē pēc pirmās ziemas jaunkokiem salā cietuši jaunie dzinumi. Zaru un stumbra veselība laba, lapām – vidēja; koka vainags vidēji patīk, dzinumi īsāki par 30 cm. Ziedēšanas laika sākums dažādos Latvijas reģionos atšķiras nedēļas ietvaros (maija 1. dekāde (Kurzemē 2019. gadā – aprīļa 3. dekāde, 2021. gadā – maija 2. dekāde)). Ražas ienākšanās laiks atšķiras periodā līdz divām nedēļām (augusta 2. dekāde līdz septembra 1. dekāde). Raža nav bijusi Zemgales dārzā. Augļu kvalitāte laba (lielums (30−50 g), izskats, kauliņa atdalīšanās, stingrums, sulīgums), garša katru gadu laba un nemainīga, augļi izturīgi pret plaisāšanu un augļu puvi. Raža atzīta par labāku, ar vēlmi ierīkot plašākus stādījumus.

Šķirnes 'Sonora' koki Zemgalē un Kurzemē pārziemojuši labi, bet Vidzemes dārzā salā cietuši jaunie dzinumi. Veģetācijas periodā zarojuma un lapu veselība – vidēja. Koka vainaga veidošanās laba, viegli veidojams, viengadīgo dzinumu garums – virs 50 cm, izteikti sausajā 2021. gadā dzinumu garums mazāks par 30 cm. Ražas un augļu vērtējums sniegts no Kurzemes dārza − ziedēšanas sākums maija 1. dekādē (2021. gadā – maija 2. dekādē), ražas sākums augusta 3. dekādē līdz septembra 1. dekādē. 2021. gada septembrī piedzīvotā zemā temperatūra kavējusi augļu nobriešanu, ietekmējot kauliņa atdalīšanos, garšu, augļu pieaugšanu. Augļu izskats, lielums, stingrums, sulīgums labs, vidēja izturība pret plaisāšanu un puvēm. Pamatojoties uz pirmo gadu laikā gūto vērtējumu, šo šķirni vairs neplāno stādīt. Vērtējumi tiks turpināti.

'Lotte' vērtēta Kurzemē − pirmajos augšanas gados pārziemojusi labi, bez sala bojājumiem, bet 2021. gada ziemā redzami sala bojājumi stumbram un augļzariem. Veģetācijas periodā lapu veselība vērtēta kā laba ar nelieliem sausplankumainības bojājumiem, zaru un stumbru veselība laba. Koka vainags vērtēts ar ļoti labu zarošanos, jauno dzinumu pieaugums – līdz 30 cm. Ziedēšanas laiks norit aprīļa 3. dekādē līdz pat maija 2. dekādei (2021. gadā). Ražas sākums konstatēts no augusta 2. dekādes līdz septembra 1. dekādei. Pirmo gadu augļu kvalitāte vērtēta ar labu izturību pret plaisāšanu, bet augļu kvalitatīvās īpašības ir bijušas vājas − neliela izmēra, slēgtu kauliņu, vidēju vai pat vāju garšu. Pamatojoties uz pirmo gadu laikā gūto vērtējumu, šo šķirni vairs nav plānots stādīt. Vērtējums tiks turpināts.

'Laine' vērtēta Zemgalē − pēc pirmajiem novērojumiem stumbru un zaru veselība laba, bet uz lapām izteikti parādās barības vielu trūkuma pazīmes sausajā laikā. Veģetatīvie pieaugumi veidojās ļoti mazi. Jaunie koki vēl neziedēja un neražoja. Vērtējums tiks turpināts.

Saldo un skābo ķiršu šķirņu vērtējums, salīdzinot ar kontrolšķirnēm.

Latgalē demonstrējuma sākumā iestādītās saldo ķiršu šķirnes 'Brjanskas 3-36', 'Jurgita' un 'Vytenu Rožine' pirmajos audzēšanas gados pārziemojušas labi. Koku veselība (stumbram, zariem un lapām) vērtējama kā laba, jaunie dzinumi auga samērā spēcīgi, sasniedzot vidēju (30−50 cm) garumu. Arī šķirņu 'Arthur' un 'Revna' jaunkoki pārziemoja labi. Šīs šķirnes raksturo laba stumbru un zaru veselība, taču veģetācijas periodā vērojama lapu plankumainība, jauno dzinumu garums nepārsniedza 30 cm. Jaunajām šķirnēm ziedēšana un ražošana vēl nesākās.

Šķirnei 'Lapins' jaunkoki gāja bojā pirmajā audzēšanas sezonā pēc stādīšanas pavasarī – visticamāk, stādi cietuši jau glabāšanas laikā ziemā. Senajai vācu šķirnei 'Vērša Sirds' (jeb 'Ochsenherz') daļa jaunkoku gāja bojā pirmajā audzēšanas sezonā, pārējie – pēc ziemošanas nākamajā gadā.

Kurzemē saldo ķiršu kontrolšķirnes 'Brjanskas 3-36' koki ir ražojošā vecumā, tiem jau iepriekš novērota stabila, laba ziemcietība un ražība. Vainags veidojas labi, jaunie dzinumi pirmajos gados gari, bet, sākoties ražošanai, – vidēja garuma. Augļu kvalitāte (izskats, plaisāšana, garša) vērtējama kā vidēji laba. Augļu ienākšanās laiks – vidējs, attiecīgi jūlija 1.–2. dekāde.

Vidējā laikā augļi ienākas arī pārbaudāmajām šķirnēm 'Artis' un 'Kome'.

Šķirnei 'Artis' pirmajos audzēšanas gados ziemā cieta augļzariņi, taču turpmākajos gados ziemcietība bija laba. Stumbram un zariem veselība bija laba, lapām – vidēja. Jauno dzinumu garums, zarošanās un vainaga veidošanās bija vidēja. Pirmajā ražošanas gadā veidojās neliela raža, bet, sākot no otrā audzēšanas gada, ražība līdzinājās kontrolšķirnei. Augļi lielāki, ar labāku garšu, vairāk plaisāja. Kopumā šķirni vērtē labi, ir vēlme ierīkot plašākus stādījumus.

Šķirnei 'Kome' pirmajos augšanas gados vērojami augšanas traucējumi, vizuāli tie līdzinājās būtiskam mikroelementu trūkumam, taču tāds neparādījās līdzās augošajiem citu šķirņu kokiem. Turpmākajos gados koku ziemcietība, veselība, augšana un ražība līdzīga kontrolšķirnei. Augļu lielums nedaudz pārsniedza kontrolšķirni, augļu garša – vidēja. Zarojās vājāk, vainagu ieveidot grūtāk, un šķirne mazāk piemērota audzēšanai.

Pārbaudāmajām šķirnēm 'Paula', 'Līgo' un 'Irema' augļi nogatavojās agrāk nekā kontrolšķirnei. Šķirnei 'Paula' augļi nogatavojās apmēram 15 dienas agrāk par kontrolšķirni. Pirmajos augšanas gados šķirne 'Paula' pēc atkušņiem cieta ziemas salā, taču 3. un 4. audzēšanas gadā ziemcietība nostabilizējās un kļuva laba. Stumbra un zaru veselība vērtējama kā laba, lapu veselība – vidēja, vasaras otrajā pusē nedaudz parādījās lapu plankumainība. Jauno dzinumu garums – vidējs, zarošanās un vainaga veidošanās – laba. Ražība un augļu kvalitāte pārsniedza kontrolšķirnes rādītājus. Kopumā vērtēta labi, ar vēlmi ierīkot plašākus stādījumus, ražas vākšanas un realizācijas laiks šķirnei ļoti īss.

Šķirnei 'Līgo' augļi nogatavojās par 10–14 dienām agrāk nekā kontrolšķirnei. Raksturīgi gari (vairāk par 50 cm) un spēcīgi jaunie dzinumi, kas maz zarojas. Koku veselība un ziemcietība līdzīga. Veģetatīvā augšana spēcīgāka, bet vainaga veidošanās un zarošanās, arī ražība – vājāka. Augļi nedaudz lielāki, augļu izskats un garša – vājāki.

Šķirnei 'Irema' (izaudzēta un iegādāta Lietuvā) augļi nogatavojās apmēram 6 dienas pirms kontrolšķirnes. Koku ziemcietība un veselība līdzinājās kontrolšķirnei, ražība, veģetatīvā augšana un zarošanās – vājāka. Augļu lielums nedaudz lielāks, augļu garša – vidēja, tomēr šķirnes aprakstā augļu ienākšanās raksturota kā vēla, kas liek šaubīties par šķirnes patieso nosaukumu.

Šķirnēm 'Cīravas Sārtais', 'Luke' un 'Germa' augļu nogatavošanās ir vēla.

Šķirnei 'Cīravas Sārtais' augļi nogatavojās 5−9 dienas pēc kontrolšķirnes. Koku ziemcietība un veselība dažādos gados svārstījās no vājas līdz vidējai. Jaunie dzinumi – gari, zarojās vāji. Augļi – lielāki, izskatīgāki, izturīgāki pret plaisāšanu, ražība – krietni zemāka.

Šķirnei 'Luke' koku ziemcietība pirmajos audzēšanas gados – laba. Stumbra un zaru veselība – laba, lapu veselība – vidēja. Veģetatīvie pieaugumi – gari, zarojās vāji. Ziedēšana un ražošana vēl nesākās.

Šķirnei 'Germa' koki spēcīgi cieta no temperatūras svārstībām un sala ziemošanas laikā. Vājās ziemcietības dēļ šī šķirne brāķēta.

Kopējais vērtējums – šķirnes 'Kome', 'Līgo', 'Irema', 'Cīravas Sārtais' un 'Germa' vērtētas kā mazāk piemērotas audzēšanai.

Skābo ķiršu kontrolšķirnei 'Šokoladņica' saimniecībā Zemgalē koki sākuši ražot nesen, un stādījums nav sabiezināts. Stumbriem, zariem un lapām veselība – laba, vidēja garuma veģetatīvie pieaugumi, laba ziemcietība un ražība.

Šķirnēm 'Haritonovskaja', 'Molodjožnaja' un 'Živica' jaunkoku ziemcietība, stumbru un zaru veselība – ļoti laba. Lapu veselība – laba, ar nelielu kauleņkoku lapbires izplatību. Jauno dzinumu garums – vidējs. Ziedēšana un ražošana vēl nesākās.

Šķirnei 'Grabauskiene' jaunkoki pārziemoja labi, arī stumbru un zaru veselība – laba. Lapu veselība – vidēja (kauleņkoku lapbire inficējusi lielāko daļu no lapām). Jaunie dzinumi – vidēja garuma. Daži pirmie augļi – nelieli, tumši sarkani, mīksti.

Šķirnēm 'Girljanda' un 'Nana' konstatēti būtiski koku izkritumi (ap 40%) pēc ziemošanas. Izdzīvojušajiem kokiem nebija redzamu stumbru un zaru bojājumu, jaunie pieaugumi – īsi un vāji, lapu veselība – vāja. Ziedēšana un ražošana vēl nesākās.

Bumbieru šķirņu pārbaude, salīdzinot ar kontrolšķirni.

Kurzemē kontrolšķirne 'Suvenīrs' izmantota arī kā stumbrveidotājs, pārziemojusi labi, bez sala bojājumiem. Stumbra un zaru veselība – laba, lapu veselība – vāja. Lai gan saimniecībā regulāri tika īstenoti augu aizsardzības pasākumi, tomēr uz bumbieru lapām plaši izplatījās bumbieru kraupis. Jauno dzinumu garums – vidējs.

Šķirnēm 'Rūta' un 'Laura', potētām uz šķirnes 'Suvenīrs', stumbram laba ziemcietība, arī laba stumbru un zaru veselība. Lapu veselība – vāja bumbieru kraupja un bumbieru pangērču izplatības dēļ. Jauno dzinumu garums – vidējs. Šķirnei 'Rūta' koki labi zarojās, viegli ieveidojams vainags – zarošanās un vainaga veidošanās – labāka. Šķirne 'Lauriņa' zarojās mazāk, zari – stāvāki, zarošanās un vainaga veidošanās – vājāka.

Secinājumi

1. **Atziņas no projekta realizācijas laika:**
   - uzsākot pētījumu ar jaunkokiem, projekta ilgums ir par īsu, lai izvērtētu ražas apjomus un augļu kvalitāti, bet ir pietiekams, lai izvērtētu jaunkoku ziemcietību un dzīvotspēju.
2. **Projekta ieguvumi:**
   - pētniekiem iespēja uzturēt regulārus kontaktus ar saimniecībām, meklēt risinājumus sarežģītās situācijās (gados);
   - audzētājiem dāvāta lieliska iespēja iepazīt vienam otru, apmainīties ar viedokļiem, dalīties pieredzē;
   - audzētāji viens otru sāka uztvert kā sadarbības partnerus, nevis konkurentus;
   - apmeklētājiem iespēja novērtēt šķirnes komerciālos stādījumos.
3. **Secinājumi par šķirnēm:**
   - pirmajos augšanas gados jaunajiem augļu kokiem bez laistīšanas raksturīga apgrūtināta augšana, tiem ir vājāk attīstīti koki, kas veido nelielus viengadīgos pieaugumus, krietni vairāk slimo, vājāk ziemo;
   - plūmju šķirnes 'Ance' un 'Adelyn' atzītas par labākām (visās saimniecībās), salīdzinot ar kontroles šķirnēm, un ir vēlme stādījumus paplašināt;
   - plūmju šķirnēm 'Sonora', 'Lotte', 'Laine' ziemcietība un veselība – laba, bet ražai un augļu kvalitātei nepieciešams vērtējumu turpināt;
   - saldo ķiršu šķirnes – Latgalē par perspektīvām atzīstamas 'Brjanskas 3-36', 'Jurgita' un 'Vytenu Rožine'. Šķirnēm 'Arthur' un 'Revna' ir pietiekama ziemcietība, lai turpinātu pārbaudi. Nepietiekama ziemcietība un dzīvotspēja raksturīga šķirnēm 'Lapins' un 'Vērša Sirds';
   - Kurzemē labi novērtētas un plašākiem stādījumiem iesakāmas saldo ķiršu šķirnes 'Paula' un 'Artis'. Šķirne 'Luke' ir perspektīva koku ziemcietības un veselības dēļ, nepieciešams vērtējumu turpināt. Nepietiekama ražība – šķirnēm 'Līgo', 'Irema' un 'Cīravas Sārtais', vāja veselība pirmajos augšanas gados – šķirnei 'Kome', nepietiekama ziemcietība – šķirnei 'Germa';
   - skābo ķiršu šķirnes 'Haritonovskaja', 'Molodjožnaja' un 'Živica' – perspektīvas Zemgalē;
   - šķirnei 'Grabauskiene' nepieciešams vērtējumu turpināt. Šķirnēm 'Griljanda' un 'Nana' ziemcietība un dzīvotspēja – nepietiekama;

- bumbieru šķirne 'Rūta' ir perspektīva audzēšanai Kurzemē labās ziemcietības un viegli ieveidojamā vainaga dēļ. Arī šķirnei 'Laura' Kurzemē konstatēta laba ziemcietība – turpinot pārbaudi, uzmanība jāpievērš vainaga veidošanai.

Izmantotā literatūra

1. Pereswiet-Soltan A. (2007). Relation between climate and bat fauna in Europe. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa», Vol L. 505–515.
2. Ikase, L. (2015). Results of fruit breeding in Baltic and Nordic states. ***In:*** *NJF 25th Congress Nordic view to sustainable rural development*, June 16−18, 2015, 31−37.
3. Grāvīte I. (2021). Kā sekmīgi ierīkot kauleņkoku dārzu. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 9. febr.]. Pieejams: https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/2021-11/Profesionala_DARZKOPIBA_Nr15_0.pdf.
4. Kaufmane, E., Grāvīte, I., Ikase, L. (2019). Plum research and growing in Latvia. ***In:*** *Proceedings of the Latvian Academy of sciences*. 73, (3) 195–206. https://doi.org/10.2478/prolas-2019-0032.
5. Woznicki, T.L., Heide, O.M., Sønsteby, A., Måge, F., Remberg, S.F. (2019). Climate warming enhances flower formation, earliness of blooming and fruit size in plum (*Prunus domestica* L.) in the cool Nordic environment. Scientia Horticulturae 257, p. 1−7. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108750.
6. Globālās klimata izmaiņas un Latvija. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 9. febr.]. Pieejams: https://www.meteo.lv/lapas/globalas-klimata-izmainas-un-latvija?id=1863.
7. Kas īsti ir klimata pārmaiņas? [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 9. febr.]. Pieejams: https://europa.eu/youth/get-involved/sustainable-development/what-climate-change_lv.
8. Hardiness Zone Map for Europe. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 9. febr.]. Pieejams: https://www.houzz.com/europeZoneFinder/.

INOVATĪVA DIGESTĀTA UN KOKSNES PELNU MAISĪJUMA MĒSLOJUMA IETEKME UZ KARTUPEĻU PRODUKTIVITĀTI

THE EFFECTS OF INNOVATIVE DIGESTATE AND WOOD ASH MIXTURES FERTILIZER ON POTATO PRODUCTIVITY

Aleksandrs Adamovičs, Laura Balandina, Kristīne Afoņina
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
aleksandrs.adamovics@llu.lv

Abstract. *Field trials with the potato variety 'Rigonda' were carried out in sod stagnogley soil (56 ° 66 'N, 23 ° 75' E). Soil agrochemical parameters: pHKCl 6.7 organic matter (OV) content in soil 2.3%, phosphorus (P_2O_5) content - 149 mg kg^{-1} and potassium (K_2O) content - 200 mg kg^{-1} in soil. Potato plantations were created using different variants of fertilizer mix with pig (from SIA "Latvi Dan Agro") and cattle (from SIA "Ziedi JP") manure digestate and wood ash (from SIA"Gren Jelgava") of different ratio (digestate: wood ash ratio used: 4:1 and 3:1). The rates of innovative mixed fertilizer for pig and cattle manure digestates for potatoes were 15 and 30 t ha^{-1}. Both norms for digestate manure from pure pigs and cattle were used as control options. The potato production norm was 3.0 t ha^{-1}. The placement of the variants in the trial was randomized, in triplicate. In the study, the two types of fertilizer had different effects on potato tuber yield. Using mixtures of pig manure digestate and wood ash in different ratios, the average yield was 24.92 t ha^{-1}, but using mixtures of bovine manure digestate and wood ash, the average yield was 22.78 t ha^{-1}. The dry matter and crude protein content are the most ecologically sustainable indicator in potato tubers. The crude protein content of tubers determines the nutritional value of potatoes. In the studied variants, its content in potato dry matter varied in the range of 8.28–10.94%. The amount of dry matter affects the culinary properties of the tubers. The application of fertilizer mixtures increased the dry matter content by an average of 1.4–2.0%, reaching an average of 21%. Starch is the main ingredient in potatoes. Fertilizer variants with higher tuber yield or higher starch content provided the highest starch yield. In our studies, the average starch content in the dry matter was 73.3% and 15.3% in the natural product, but the average starch yield was 3.55 t ha^{-1}. In general, the use of mixtures of wood ash and biogas digestate to fertilize crops and improve soil fertility can be an efficient way to process both products and can be an environmentally friendly alternative to fertilizers. The objective of the research was to study the influence of digestate and wood ash mixtures fertilizer rates on potato productivity and quality.*

Keywords: *digestate, wood ash, fertilizer, potatoes, yield, yield quality.*

Ievads

Kartupeļi ir vieni no svarīgākajiem lauksaimniecības kultūraugiem, un tos pamatoti sauc par otro maizi. Pasaulē audzēšanas platību ziņā tie ieņem vienu no pirmajām vietām līdztekus rīsiem, kviešiem un kukurūzai.

Saskaņā ar literatūrā minētajiem datiem kartupeļu bumbuļi satur vidēji 76–78% ūdens, un no 13 līdz 36% sausnas, kurā 12–15% veido ciete, 1–3% ir olbaltumvielas, un aptuveni 1% ir minerālvielas. Kartupeļu olbaltumvielām ir ļoti augsta bioloģiskā vērtība, jo tie satur neaizstājamo aminoskābju kompleksu, kas netiek sintezēts cilvēka un dzīvnieka organismā, un tas ir jāiegūst ar pārtiku vai barību.

Biogāzes un biomasas koģenerācijas staciju darbības rezultātā tiek iegūti ražošanas blakusprodukti – digestāts un pelni. Tas ir labs augu barības vielu avots, jo satur daudzus augu augšanai nozīmīgus mikroelementus un makroelementus, tāpēc digestāts ir izmantojams kā efektīvs mēslošanas līdzeklis kultūraugiem (Koszel, Lorencowicz, 2015; Risberg, Cederlund, Pell et al., 2017). Pelnu fizikālās un ķīmiskās īpašības var būtiski atšķirties atkarībā no augu sugas, augu augšanas apstākļiem, dedzināšanā izmantotajām auga daļām, dedzināšanas procesa parametriem un uzglabāšanas apstākļiem (Demeyer, Nkana, Verloo, 2001). Pelnos koncentrējas dažādas minerālvielas, kas padara tos par vērtīgu augu barības vielu avotu. Tie satur dažādus augu augšanai un attīstībai svarīgus makroelementus un mikroelementus, izņemot slāpekli, kas dedzināšanas procesā tiek izvadīts atmosfērā ar dūmgāzēm (Patterson, Acharya, Thomas, 2004; Fuzesi, Heil, Kovacs, 2015).

Pētījumos konstatēts pelnu pozitīvais efekts uz augsnes īpašībām, struktūru un ūdens režīmu augsnē (Demeyer, Nkana, Verloo, 2001). Pelnu mēslojums palielināja augiem izmantojamā fosfora, kālija, kalcija un magnija daudzumu augsnē (Fuzesi, Heil, Kovacs, 2015). Tāpat ir novērota slāpekļa koncentrācijas samazināšanās augšējos augsnes slāņos un augsnes pH līmeņa paaugstināšanās pēc pelnu lietošanas. Tos var izmantot augsnes auglības uzlabošanai, kultūraugu ražības un ražas kvalitātes paaugstināšanai, tomēr abu šo produktu izmantošana atsevišķi var radīt noteiktas ekoloģiskas problēmas. Lai kaut daļēji to novērstu, radās ideja digestātu un pelnus sajaukt kopā noteiktās attiecībās un izmantot dažādu kultūraugu mēslošanai.

Pētījuma mērķis ir noteikt digestāta un koksnes pelnu maisījuma mēslojuma normu ietekmi uz kartupeļu produktivitāti un ražas kvalitāti.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi ar kartupeļu šķirni 'Rigonda' ierīkoti smilšmāla, velēnu gleja augsnē (56°66' N, 23°75' E). Augsnes agroķīmiskie rādītāji: pH_{KCl} 6.7, organiskās vielas saturs augsnē – 2.3 %, fosfora (P_2O_5) saturs – 149 mg kg^{-1} un kālija (K_2O) saturs – 200 mg kg^{-1} augsnes.

Kartupeļu stādījumus izveidoja, izmantojot dažādus mēslojuma maisījumu variantus ar cūku (no SIA „Latvi Dan Agro") un liellopu (no SIA „Ziedi JP") kūtsmēslu digestātu un koksnes pelniem (no SIA „Fortum", tagad – „Gren Jelgava") dažādās attiecībās (izmantotās digestāta : koksnes pelnu attiecības – 4:1un 3:1). Inovatīvā cūku un liellopu kūtsmēslu digestāta jauktā mēslojuma normas kartupeļiem bija 15 un 30 t ha^{-1}. Par kontroles variantiem izmantoja abas tīru cūku un liellopu kūtsmēslu digestātu mēslojuma normas. Kartupeļu izstādīšanas norma bija 3.0 t ha^{-1}. Varianti izmēģinājumā izvietoti randomizēti, trīs atkārtojumos.

Kartupeļiem veģetācijas periodā vērtēja kartupeļu attīstības dinamiku un stublāju skaitu cerā. Veģetācijas beigās katram izmēģinājuma variantam visos atkārtojumos veica kopējās ražas uzskaiti un sadalījumu pēc bumbuļu lieluma, kā arī noteica ražas kvalitāti – sausnas saturu, cietes saturu (dabīgi mitrā produktā un sausnā), kā arī kopproteīna, tauku, koppelnu, fosfora un kālija saturu. Ražas kvalitātes noteikšanai katram variantam veidots vidējais paraugs, kas sastāvēja no katrā atkārtojumā atlasītiem diviem vidēja lieluma kartupeļiem. Kvalitatīvie rādītāji noteikti LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā (BZL). Sausnas, tauku un koppelnu saturs noteikts, izmantojot gravimetrisko analīzi, kopproteīna daudzums noteikts ar Kjeldāla metodi, fosfora saturs paraugos noteikts ar hinolīna fosfomolibdāta gravimetrisko analīzi, kālija saturs noteikts ar liesmas emisijas spektrometriju un ciete dabīgi mitram materiālam un sausnā noteikta, izmantojot polarimetriju. Datu apstrāde veikta, izmantojot trīs faktoru dispersijas analīzi (ANOVA) "Microsoft Excel" datorprogrammā.

Meteoroloģiskie apstākļi 2021. gadā kartupeļu audzēšanai nebija labvēlīgi, jo nokrišņu daudzums augšanas periodā, salīdzinot ar ilggadējiem vidējiem rādītājiem, bija ievērojami zemāks, turpretī ražas novākšanas laikā mitruma bija par daudz. Maija mēnesī nokrišņu bija vairāk nekā ilggadēji novērots, bet jūnijā un jūlijā, kad bija jānotiek auga augšanai un attīstībai, nokrišņu nebija gandrīz nemaz. Kopumā jūnijā nolija 28.8 mm nokrišņu, kas bija par 35.8 mm mazāk nekā iepriekšējos gados. Augusta mēnesī nokrišņu daudzums sasniedza 115.8 mm. Tas bija 2.5 reizes lielāks, salīdzinot ar ilggadējiem datiem, tādējādi nelabvēlīgi ietekmējot kartupeļu ražas veidošanos un veicinot slimību attīstību. Salīdzinot ar iepriekšējo gadu rādītājiem, 2021. gadu raksturoja izteiktas gaisa temperatūras svārstības, pavasaris un rudens bija vēsāks, bet vasara – siltāka. Jūlijā sasniegtā maksimālā temperatūra bija 32.9 °C, bet vidēji tā bija 21.9°C un augustā – vidēji 16.1°C.

Rezultāti un diskusijas

Kvalitatīvas kartupeļu ražas veidošanās ir sarežģīts augu mijiedarbības process ar audzēšanas sistēmām un vides apstākļiem, kuri ietekmē fotosintēzes ātrumu, vielmaiņu un augšanu.

Pētījumā abi mēslojuma veidi atšķirīgi ietekmēja kartupeļu bumbuļu ražu. Izmantojot cūku kūtsmēslu digestāta un koksnes pelnu maisījumu dažādās attiecībās, vidējā raža bija 24.93 t ha^{-1}, bet, lietojot liellopu kūtsmēslu digestāta un koksnes pelnu maisījumu, vidējā raža veidoja 22.78 t ha^{-1} (1. tab).

Būtiska pozitīva ietekme uz ražu tika konstatēta mēslojuma normai (F fakt. > F krit.), bet mēslojuma veidam, pelnu un digestāta attiecībai būtiska ietekme uz ražu netika novērota.

Kartupeļi ir vieni no svarīgākajiem cilvēkiem paredzētajiem pārtikas produktiem. Tiem piemīt laba garša un uzturvērtības īpašības. To (kā pārtikas produkta) vērtību nosaka cilvēkiem nepieciešamo organisko un minerālvielu optimāla attiecība kartupeļu bumbuļos.

1. tabula / *Table 1*

Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz kartupeļu šķirnes 'Rigonda' bumbuļu ražu
Influence of digestate and wood ash mixtures on yield of potato variety Rigonda'

Mēslojuma veids / *Type of fertilizer* (F_A)	Mēslojuma norma / *Fertilizer rate,* t ha^{-1} (F_B)	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / *Digestate and wood ash ratio in the mixture* (F_C)	Vidējā bumbuļu raža / *Average tuber yield,* t ha^{-1}		
			(F_C) RS(LSD) $_{0.05}$ = 2.62	(F_B) RS(LSD) $_{0.05}$ = 2.70	(F_A) RS(LSD) $_{0.05}$ = 2.38
Cūku kūtsmēslu digestāts / *Pig manure digestate*	15	1:0	25.43	**24.66**	**24.93**
		3:1	25.63		
		4:1	22.92		
	30	1:0	26.76	**25,19**	
		3:1	25.54		
		4:1	23.28		
Liellopu kūtsmēslu digestāts / *Cattle manure digestate*	15	1:0	25.20	**22.71**	**22.78**
		3:1	20.73		
		4:1	22.19		
	30	1:0	25.11	**22.85**	
		3:1	22.64		
		4:1	20.81		

Ciete ir kartupeļu galvenā sastāvdaļa. Lielāko cietes ražu nodrošināja mēslojuma varianti ar lielāku bumbuļu ražu vai augstāku cietes saturu. Mūsu pētījumos vidējais cietes saturs sausnā veidoja 73.3% un 15.3% dabīgā produktā, bet cietes ievākums vidēji bija 3.55 t ha^{-1}.

2. tabula / *Table 2*

Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz cietes ieguvi kartupeļu šķirnei 'Rigonda'
Influence of digestate and wood ash mixtures on starch production for potato variety 'Rigonda'

Mēslojuma veids / *Type of fertilizer* (F_A)	Mēslojuma norma / *Fertilizer rate,* t ha^{-1} (F_B)	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / *Digestate and wood ash ratio in the mixture* (F_C)	Vidējā cietes raža / *Average starch yield,* t ha^{-1}		
			(F_C) RS(LSD) $_{0.05}$ = 0.45	(F_B) RS (LSD) $_{0.05}$ = 0.63	(F_A) RS(LSD $_{0.05}$ = 0.71
Cūku kūtsmēslu digestāts / *Pig manure digestate*	15	1:0	4.21	**4.16**	**3.90**
		3:1	3.99		
		4:1	4.27		
	30	1:0	3.30	**3.63**	
		3:1	3.72		
		4:1	3.87		
Liellopu kūtsmēslu digestāts / *Cattle*	15	1:0	4.15	**3.68**	**3.50**
		3:1	3.68		
		4:1	3.21		
		1:0	3.57		

manure digestate	30	3:1	3.21	**3.32**	
		4:1	3.17		

Bumbuļi ar zemu (< 20%) sausnas saturu ātrāk izšķīst vārīšanas laikā, savukārt bumbuļi ar augstāku sausnas saturu ir blīvāki, mazāk pakļauti mehāniskiem bojājumiem, un tos ir ērtāk izmantot pārstrādei.

Mēslojuma maisījumu izmantošana sausnas saturu palielināja vidēji par 1.4–2.0%, sasniedzot vidēji 21% (3. tab.). Pie mazākām mēslojuma normām novērota tendence palielināties sausnas saturam.

Kopproteīna saturs bumbuļos nosaka kartupeļu uzturvērtību. Pētāmajos variantos tā saturs kartupeļu sausnā mainījās 8.28–10.94% robežās.

3. tabula / *Table 3*

Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz kartupeļu šķirnes 'Rigonda' bumbuļu ķīmisko sastāvu

Influence of digestate and wood ash mixtures on the chemical composition of potato cultivar 'Rigonda' tubers

Mēslojuma veids / *Type of fertilizer* (F_A)	Mēslojuma norma / *Fertilizer rate*, t ha^{-1} (F_B)	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / *Digestate and wood ash ratio in the mixture* (F_C)	Vidējais saturs dabīgā produktā / *Average content in natural product*, %		Saturs sausnā / *Content in dry matter*, %		
			cietes/ *starch*	sausnas/ *dry matter*	kop – proteīna/ *crude protein*	kālija/ *potassium*	fosfora/ *phosphorus*
Cūku kūtsmēslu digestāts / *Pig manure digestate*	15	1:0	16.54	22.22	8.65	2.17	0.34
		3:1	16.73	22.11	8.28	2.20	0.33
		4:1	14.41	20.34	10.83	2.44	0.36
	Vidēji / *On average* (F_B)		**15.89**	**20.56**	**9.25**	**2.27**	**0.34**
	30	1:0	14.90	20.25	10.94	2.29	0.36
		3:1	14.57	20.29	10.83	2.52	0.39
		4:1	15.17	21.06	10.24	2.34	0.38
	Vidēji / *On average* (F_B)		**14.88**	**20.53**	**10.67**	**2.38**	**0.38**
Vidēji /*On average* (F_A)			**15.38**	**21.05**	**9. 96**	**2.23**	**0.36**
Liellopu kūtsmēslu digestāts / *Cattle manure digestate*	15	1:0	16.45	21.81	8.47	2.14	0.33
		3:1	15.49	20.91	9.53	2.20	0.36
		4:1	16.08	21.83	10.38	2.07	0.32
	Vidēji / *On average* (F_B)		**16.01**	**21.52**	**9.46**	**2.14**	**0.34**
	30	1:0	14.67	20.19	10.76	2.30	0.36
		3:1	15.40	20.39	9.12	2.30	0.36
		4:1	14.02	19.3	10.61	2.64	0.39
	Vidēji / *On average* (F_B)		**14.70**	**19.96**	**10.16**	**2.41**	**0.37**
Vidēji / *On average* (F_A)			**15.35**	**20.74**	**9.81**	**2.28**	**0.35**

Kālijam ir liela nozīme cilvēku veselībā, jo tas ir iesaistīts muskuļu darbības regulēšanā un ietekmē nervu šūnu izturību pret stresu. Tā saturs kartupeļu bumbuļu sausnā veidoja vidēji 2.28%, un jauktā mēslojuma veidi un normas praktiski neietekmēja tā izmaiņas (3. tab).

Fosfors piedalās skābju-sārmu līdzsvara uzturēšanā organismā, tāpat tas sekmē tauku pārstrādi un veicina asinsriti, palīdzot atjaunot muskuļus, aknas, nieres. Tas stabilizē zobu, matu un nagu kopējo

stāvokli (Mitch, and Ikizler, 2012). Fosfora saturs kartupeļu bumbuļu sausnā vidēji veidoja 0.35%, un pētāmie faktori nemainīja tā daudzumu.

Kopumā koksnes pelnu un biogāzes digestāta maisījumu izmantošana kartupeļu mēslošanai un augsnes auglības uzlabošanai var būt efektīvs abu produktu pārstrādes veids, turklāt tā var būt videi draudzīga alternatīva minerālmēsliem.

Secinājumi

Izmantojot cūku kūtsmēslu digestāta un koksnes pelnu maisījumus dažādās attiecībās, vidējā bumbuļu raža bija 24.92 t ha^{-1}, bet, izmantojot liellopu kūtsmēslu digestāta un koksnes pelnu maisījumus, vidējā raža bija 22.78 t ha^{-1}.

Lielāko cietes ražu 4.27 t ha^{-1} nodrošināja cūku kūtsmēslu digestāta mēslojuma variants, kur mēslojuma norma ir 15 t ha^{-1} un digestāta un pelnu attiecība 4:1. Izmantojot cūku kūtsmēslu digestāta un koksnes pelnu maisījumus dažādās attiecībās, cietes iznākums vidēji sasniedza 3.90 t ha^{-1}, bet, izmantojot liellopu kūtsmēslu digestāta un koksnes pelnu maisījumus, vidējā cietes raža bija 3.50 t ha^{-1}.

Novērotas atšķirības arī kartupeļu bumbuļu ķīmiskajā sastāvā, bet tām nav vienas noteiktas tendences, katrs mēslojuma variants izmainījis ķīmisko sastāvu citādāk.

Augstāks kopproteīna saturs kartupeļu bumbuļos tika novērots variantos, kur mēslošanai izmantoja cūku kūtsmēslu digestātu ar normu 30 t ha^{-1}, kas bija 10.67%, savukārt augstāks kālija un fosfora saturs kontatēts, izmantojot liellopu kūtsmēslu digestātu ar normu 30 t ha^{-1}.

Pateicība. Pētījums veikts ar Latvijas Zemkopības ministrijas un Lauku atbalsta dienesta projekta „Jaunas tehnoloģijas izstrāde augu mēslošanas līdzekļu ražošanai no biogāzes ražotnes fermentācijas atliekām – digestāta un šķeldas koģenerācijas atliekām – koksnes pelniem" finansiālu atbalstu, līguma Nr. 19-00-A01612-000008.

Izmantotā literatūra

1. Demeyer A., Nkana J.C.V., Verloo M.G. (2001). Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Bioresour Technol*, 77, p. 287–295.
2. Fuzesi I., Heil B., Kovacs G. (2015). Effects of wood ash on the chemical properties of soil and crop vitality. *Acta Silv. Lign. Hung*., Vol. 11, Nr. 1, p. 55–64.
3. Koszel M., Lorencowicz E. (2015). Agricultural use of biogas digestate as a replacement fertilizers. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, p. 119–124.
4. Patterson S.J., Acharya S.N., Thomas J.E. et al (2004). Integrated soil and crop management: Barley biomass and grain yield and canola seed yield response to land application of wood ash. *Agron J*ournal, 96 (4), p. 971–977.
5. Risberg K., Cederlund H., Pell M., Arthurson V., Schnürer A. (2017). Comparative characterization of digestate versus pig slurry and cow manure - chemical composition and effects on soil microbial activity. *Waste Management*, 61 (2017), p. 529–538.
6. William E.Mitch, T.Alp Ikizler (2012) Handbook of nutrition and the Kidney. Lippincott Williams & Wilkins; 6th edition. 340 p.

BOTRYTIS SPP. PATOGENITĀTE DAŽĀDĀM PĀKŠAUGU SUGĀM

PATHOGENICITY OF BOTRYTIS SPP. DEPENDING ON LEGUMES SPECIES

Irīna Petrova, Elīna Brauna-Morževska, Gunita Bimšteine, Jānis Kaņeps, Biruta Bankina

LLU Lauksaimniecības fakultāte
gunita.bimsteine@llu.lv

Abstract. *Leaf spot caused by fungi of the genus Botrytis is a significant disease of legumes, especially field beans. Studies on field bean diseases show that leaf spot can be caused by at least four different species of fungi of the genus Botrytis - B. fabae, B. fabiopsis, B. cinerea and B. pseudocinerea. Complex infections through species interactions are also common. Visually, it is not possible to identify pathogens based only on symptoms. There is different information on the pathogenicity of individual species for different species of legumes. The aim of the study was to determine the pathogenicity of Botrytis species to various legumes – field beans (Vicia faba), peas (Pisum sativum), narrow-leaved lupine (Lupinus angustifolius) and soya (Glucine max). Vitro pathogenicity test used 20 previously identified Botrytis spp. isolates. Field beans, peas, narrow-leaved lupine and soya leaves obtained from plants grown in the greenhouse at the 35 BBCH were used in test. All four Botrytis species are pathogenic to the legumes used in the experiment, meaning that they were able to infect plants in vitro. But aggressiveness (the rate of infection) was dependent on species. B. fabae and B. fabiopsis were more aggressive against field beans, while B. cinerea and B. pseudocinerea also rapidly infected peas and narrow-leaved lupine. Soya symptoms were insignificant as soy isolates were not used for inoculation.*
Key words: *Botrytis fabae, Botrytis fabiopsis, Botrytis cinerea, Botrytis pseudocinerea.*

Ievads

Pākšaugi ir vieni no vērtīgākajiem kultūraugiem, kurus audzē Latvijā. Galvenokārt tos audzē lopbarības ražošanai un augsnes ielabošanai. Pēdējos gados novērojama pākšaugu sējplatību palielināšanās.

Pākšaugu iekļaušana augu maiņā ir ļoti vēlama vairāku iemeslu dēļ. Gumiņbaktērijas piesaista slāpekli, tādējādi samazinot nepieciešamību lietot minerālmēslus. Pākšaugiem raksturīga spēcīga sakņu sistēma, kas irdina augsni, tāpēc pākšaugu iekļaušana augu maiņā ir ļoti vēlama. Augstā proteīna (17–40%), minerālvielu (Ca, Zn, Fe) un vitamīnu satura dēļ pākšaugu sēklas ir viena no svarīgākajām izejvielām lopbarības ražošanā (Stagnari, et al., 2017). Pākšaugos esošais proteīns, aminoskābes, ogļhidrāti un šķiedrvielas veido sulīgu, viegli sagremojamu lopbarību lauksaimniecības dzīvniekiem, nodrošinot to pilnvērtīgu attīstību, kā arī paaugstina saražoto produktu apjomus un palielina to vērtību. Zināmākie un plašāk audzētie pākšaugi Latvijā ir lauka pupas (*Vicia faba*) un zirņi (*Pisum sativum*), nelielās platībās sastopama arī šaurlapu lupīna (*Lupinus angustifolius*) un soja (*Glucine max*).

Palielinoties pākšaugu, tajā skaitā lauka pupu, sējplatībām, pieaug arī augu slimību risks. *Botrytis* ģints sēnes pākšaugiem ierosina nozīmīgas lapu plankumainības, tostarp lauka pupām. Brūnplankumainība ir postīga lauka pupu slimība visā pasaulē, arī Latvijā, taču Magribas reģionā (Lībija, Tunisija, Alžīrija, Maroka) ražas zudumi lauka pupām bijuši ļoti lieli (60–80%), tāpat zudumi novēroti arī citās valstīs (Bouhassan et al., 2004; Lindbeck et al., 2009; Bankina et al., 2021). *B. cinerea* pazīstams arī kā pelēkās puves ierosinātājs (Tivoli et al, 2006).

Lauka pupām raksturīgās slimības pazīmes ir brūni plankumi, kas sākotnēji biežāk novērojami uz auga apakšējām lapām, spēcīgas infekcijas gadījumā slimība bojā arī ziedus un pākstis, reizēm uz bojātajām augu daļām novērojami sklerociji. Citiem pākšaugiem *Botrytis* spp. ģints sēņu radītie bojājumi nav tik raksturīgi, tomēr bieži novērojami.

Latvijā veiktajā pētījumā konstatēts, ka inficēšanās var būt kompleksa. Tas nozīmē, ka slimību ierosina vairākas *Botrytis* sugas – *Botrytis cinerea, Botrytis pseudocinerea, Botrytis faba* un *Botrytis fabiopsis*, iespējams, arī citas (Zhang et al., 2010; Brauna-Morževska, Bankina, Kaņeps, 2019).

Literatūrā minēts, ka *Botrytis* spp. var inficēt arī lēcas, turku zirņus, sējas zirņus un lupīnu. Šī iemesla dēļ ir būtiski saprast, cik plašs ir katras *Botrytis* sugas saimniekaugu loks un vai tās spēj inficēt arī citus pākšaugus (Brauna-Morževska, Bankina, Kaņeps, 2019).

Pētījuma mērķis ir noskaidrot *Botrytis* sugu patogenitāti dažādiem pākšaugiem – lauka pupām (*Vicia faba*), sējas zirņiem (*Pisum sativum*), šaurlapu lupīnai (*Lupinus angustifolius*) un sojai (*Glucine max*).

Materiāli un metodes

Pētījums veikts Augsnes un augu zinātņu institūta (AAZI) Augu patoloģijas zinātniskajā laboratorijā mākslīgās inokulācijas fonā. Inokulācijai izmantoti laboratorijas kolekcijā esošie 20 *Botrytis* sugu – *B. pseudocinerea, B. fabae, B. cinerea, B. fabiopsi* – izolāti, kuru identifikācija veikta ar molekulāri-ģenētiskajām metodēm Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrā. Izolāti iegūti no dažādiem kultūraugiem – lauka pupām, sarkanā āboliņa, lupīnas, turku zirņiem un dārza pupiņām.

Patogenitātes testā izmantotas divas lauka pupu šķirnes – 'Laura', 'Lielplatone', divas zirņu šķirnes – 'Dolores', 'Florida', trīs šaurlapu lupīnas šķirnes – 'Sonet', 'Lejaskurzeme', 'Probor', kā arī divas sojas šķirnes – 'Laulema', 'Skulptor'.

Pākšaugi audzēti siltumnīcā, un patogenitātes testa veikšanai ievāktas to lapas 35. AE. Inokulēšanai izmantoti 5 mm Ø agara diski ar sēņu micēliju no iepriekš minētajiem *Botrytis* spp. izolātiem (1. att.). Pēc inokulēšanas paraugi ievietoti klimata kamerā (temperatūra 20 °C) uz trīs diennaktīm jeb 72 h. Ik pēc 24 h tika mērīts plankumu diametrs (mm), kas kopumā veikts trīs reizes. Izmēģinājumā noteikta *Botrytis* spp. ģints sēņu patogenitāte un augšanas ātrums (agresivitāte).

Rezultāti un diskusijas

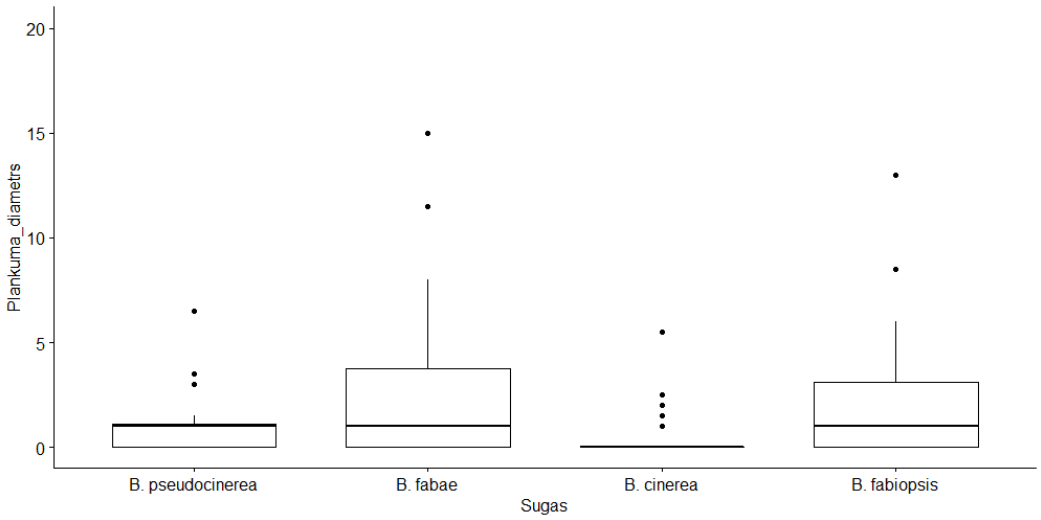
Patogenitāte parāda slimības ierosinātāja spēju inficēt noteiktus saimniekaugus vai to šķirņu grupas, bet agresivitāte raksturo inficēšanās ātrumu un/vai iespējamo slimības attīstības pakāpi.

B. cinerea, B. pseudocinerea, B. fabae un *B. fabiopsis in vitro* inficēja visus eksperimentā izmantotos pākšaugus. Tas nozīmē, ka ir iespējama patogēna "pārceļošana" no viena tauriņzieža uz otru.

Inficēšanās ātrumu ietekmēja katra izolāta īpašības, tomēr vidējie rādītāji pierāda, ka agresivitāte ir atkarīga no patogēna sugas. Vieni un tie paši izolāti atšķirīgi inficēja dažādus saimniekaugus (1. att.), taču atšķirības starp šķirnēm netika novērotas.

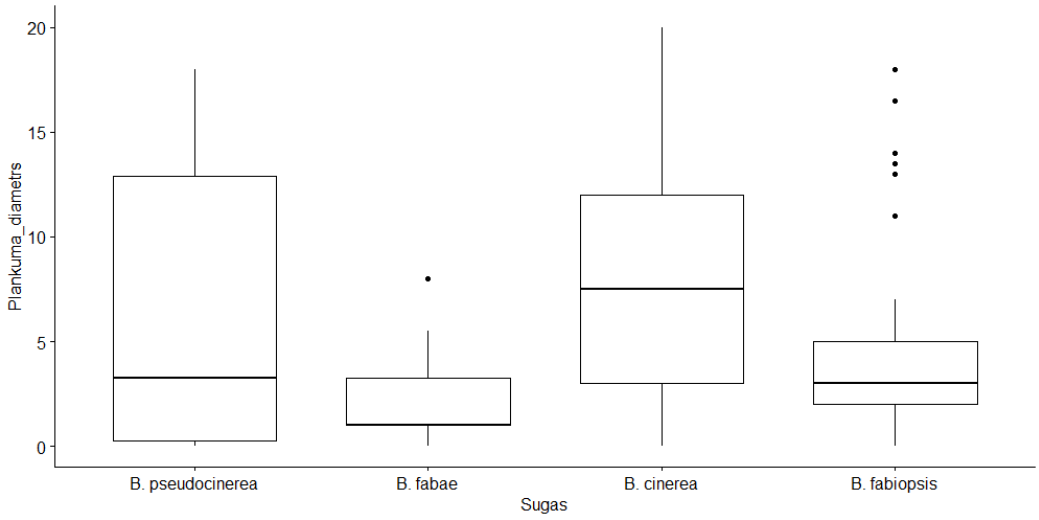
1. att. *Botrytis* spp. patogenitātes testa rezultāti pēc 72 h zirņiem un sojai.
Fig. 1. Pathogenicity test results of Botrytis spp. after 72 h, on peas and soybeans.

Atšķirīgo agresivitāti, iespējams, ietekmē arī izolātu izcelsme – respektīvi, augs, no kā tie iegūti. Kolekcijā esošie *Botrytis* izolāti galvenokārt iegūti no inficētām lauka pupām. Līdz ar to arī *in vitro*, veicot mākslīgo inokulēšanu, novērots, ka visi izolāti inficē lauka pupas (2. att.). *B. fabae* un *B. fabiopsis* bija agresīvāki nekā citi, būtiska atšķirība novērota ($p = 0.0005$) starp minētajām sugām un B. *pseudocinerea*. Tas ir skaidrojams ar *B. fabae* un *B. fabiopsis* šaurāku specializāciju – var inficēt mazāku saimniekaugu loku (Brauna-Morževska, Bankina, Kaņeps, 2019).



2. att. *Botrytis* spp. sugu virulence lauka pupām.
Fig. 2. Botrytis spp. species pathogenicity to field beans.

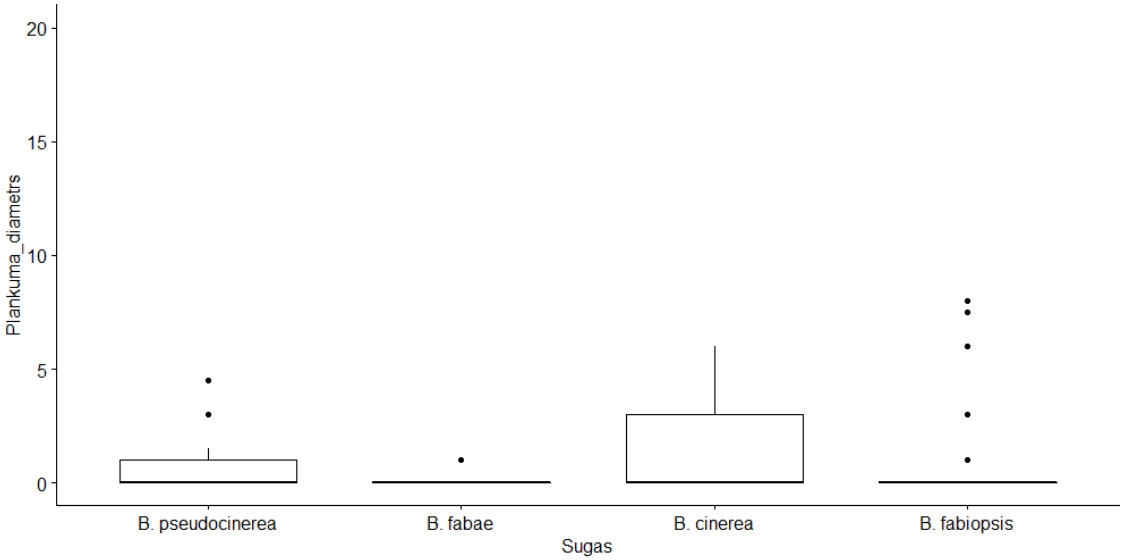
Salīdzinot izolātu agresivitāti attiecībā uz zirņiem, jāsecina, ka to augšanas ātrums bija lielāks, nekā tas novērots, inokulējot lauka pupu lapas (3. att.).



3. att. *Botrytis* spp. sugu virulence zirņiem.
Fig. 3. Botrytis spp. species pathogenicity to peas.

Lielāka agresivitāte (lielāks augšanas ātrums) novērojama *B. pseudocinerea* un *B. cinerea* izolātiem. Minētie izolāti bija agresīvāki arī attiecībā pret lupīnu. Tas skaidrojams ar plašo saimniekaugu loku, kuru var inficēt minētie patogēni. Kā zināms, *B. cinerea* ir plaši izplatītās pelēkās puves ierosinātājs (Tivoli et al, 2006). Matemātiski salīdzinot, būtiskas atšķirības ($p = 0.0005$) novērojamas starp B. *pseudocinerea* un *B. fabae*. Savukārt *B. fabiopsis* izolātu vidū iespējams konstatēt ļoti lielu izkliedi – daži no izolātiem bija agresīvāki nekā citi (sugas robežās), tāpēc pētījumi ir jāturpina.

Arī soja bija viens no pākšaugiem, kurš tika iekļauts izmēģinājumā. Tomēr šajā gadījumā, kaut arī inficēšanās tika novērota, tā bija zemāka nekā citiem inokulētajiem pākšaugiem (4. att.).



4. att. *Botrytis* spp. sugu virulence sojai.
Fig. 4. Botrytis spp. species pathogenicity to soy.

Iegūtie rezultāti ir vērtējami kā pretrunīgi, tāpēc nepieciešams turpināt pētījumus, lai turpinātu skaidrot atšķirības patogenitātē un agresivitātē, ko ietekmē gan patogēna suga, gan izolātu izcelsme, gan saimniekaugs. Pēdējo gadu laikā šāda veida pētījumi pasaulē ir aktuāli, jo sniedz iespēju izvērtēt iespējamos inficēšanās avotus un patogēnu izplatības īpatnības. Būtiski ir turpināt patogēnu daudzveidības pētījumus, jo pēdējā laikā īstenotie pētījumi pierāda, ka iespējamais sugu loks ir plašāks, nekā tika uzskatīts agrāk (Bankina et al., 2021).

Secinājumi

1. *B. cinerea*, *B. pseudocinerea*, *B. faba* un *B. fabiopsis* ir patogēni lauka pupām, zirņiem, šaurlapu lupīnai un sojai.
2. *B. cinerea* un *B. pseudocinerea* ir agresīvi pret zirņiem un šaurlapu lupīnu, savukārt *B. faba* un *B. fabiopsis* – lauka pupām.
3. *B. cinerea*, *B. pseudocinerea*, *B. faba* un *B. fabiopsis* ir patogēni sojai, taču to agresivitāte ir zema – inficēšanās ir iespējama, tomēr saslimšana notiek lēni.
4. Eksperimentu nepieciešams atkārtot, lai iegūtu precīzus datus, paplašinot izolātu loku, jo dažādu izolātu agresivitāte atšķirās.

Pateicība. Pētījums veikts LZP granta „*Botrytis* spp., nozīmīga pākšaugu slimību ierosinātāja, patogenitāte un diversitāte" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bankina B. Stoddard F., Kaņeps J., Brauna-Morževska E., Bimšteine G., Neusa-Luca I., Roga A., Fridmanis D. (2021). *Botrytis* four species are associated with chocolate spot disease of faba bean in Latvia. Zemdirbyste-Agriculture. 108. 297–302. 10.13080/z-a.2021.108.038.
2. Bouhassan A., Sadiki M., Tivoli B. (2004), Evaluation of a collection of faba bean (*Vicia fabae* L.) genotypes originating from the Maghreb for resistance to chocolate spot (*Botrytis fabae*) by assessment in the field and laboratory. Euphytica, 135 pp. 55–62.
3. Brauna-Morževska E., Bankina B., Kaņeps J. (2019). *Botrytis* genus fungi as causal agents of legume diseases: a review. Proceedings of 25th international scientific conference Research for Rural Development 2019, vol. 2, p. 63–69.

4. Lindbeck K. D., Bretag T. W., Ford R. (2009). Survival of *Botrytis* spp. on infected lentil and chickpea trash in Australia. Australas. Plant Pathol. 38, 399–407.
5. Stagnari F., Maggio A., Galieni A., Pisante M.(2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: An overview. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 4(2).
6. Tivoli B., Baranger B., Avila A., Banniza C., Barbetti S., Chen M., Davidson W., Lindeck J., Kharrat K., et al. (2006). Screening techniques and sources of resistance to foliar diseases caused by major necrotrophic fungi in grain legumes. Euphytica. 147. 223–253.
7. Zhang J., Wu M. D., Li G. Q., Yang L., Yu L., Jiang D. H., Zhuang W. Y. (2010). *Botrytis fabiopsis*, a new species causing chocolate spot of broad bean in central China. Mycologia, 102(5), 1114–1126.

AUGŠANAS UZLABOŠANAS LĪDZEKĻU EFEKTIVITĀTE GRAUDAUGOS BIOLOĢISKAJĀ LAUKSAIMNIECĪBĀ

EFFICIENCY OF SOIL CONDITIONERS IN ORGANIC FARMING

Aivars Jermušs, Daina Sarkanbārde, Deniss Kaško, Gaļina Jermuša
LLU Zemkopības institūts
aivars.jermuss@llu.lv

Abstract. *The depletion of plant nutrients in soil is a topical issue in organic farming. Nutrients available for plants are limited for field crops when using environmentally friendly practices. Improvement of the soil performance can be carried out using different methods, and one of them is soil conditioners. The aim of the study was to demonstrate and test some soil conditioners and foliar fertilizer suitable for organic farming system. In Skriveri from 2018 to 2021 the acid soil conditioner Physio Max 975 (250 kg ha^{-1}) and humic acid soil conditioner LifeForce (260 kg ha^{-1}) were tested in oats, winter triticale and wheat. The seaweed extract Kelpak in 3 mL L^{-1} water was also used for leaf treatment during the peeling and stalking phases. The yield of oats ranged in average from 1.04 t ha^{-1} to 1.43 t ha^{-1} without a significant difference (p = 0.939>0.05). The triticale grain yield ranged from 1.92 t ha^{-1} with the use of acid soil conditioner to 2.04 t ha^{-1} in the plots with humic acid soil improver and seaweed extract treatment, however, the difference was not significant (p = 0.995> 0.05). Thousand grain weight of oats were near the same within four years: it was on average from 33.9 g to 34.5 g, but the volume weight ranged on average from 465 to 483 g L^{-1} during 2018-2021. The thousand grains of triticale weighed 38.1-38.9 g and had a volume weight of 677 to 678 g L^{-1}. The grain yield of winter wheat varied between 1.64 and 2.01 t ha^{-1}, thousand grains of wheat weighed 39.9-40.6 g and had a volume weight of 777 to 781 g L^{-1}. The results of three years showed that soil improvers do not affect the yield of field crops significantly, and the quality of grain was almost the same in all treatments.*

Key words: *organic farming, soil conditioners, cereals.*

Ievads

Bioloģiskā lauksaimniecība ir videi draudzīgs saimniekošanas veids, kas balstās uz saudzīgu vides kopšanu un izpratni. Bioloģiskās lauksaimniecības platības Eiropas Savienībā turpina palielināties, pieaugot no 8.5% 2019. gadā līdz 9.1% 2020. gadā no kopējās lauksaimniecībā izmantotās zemes 27 dalībvalstu griezumā. Arī Latvijā bioloģiskās saimniekošanas sistēmas īpatsvars palielinās, 2020. gadā sasniedzot vienu no augstākajiem rādītājiem (14.8%) Eiropas Savienībā.[2] Taču, arī saimniekojot bioloģiskajā lauksaimniecības sistēmā, ir svarīgi ievērot augu barības elementu aprites bilanci un ņemt vērā vielu nezūdamības likumu. Augu saistītā un ķīmiski pārveidotā saules enerģija tiek uzkrāta ar ražu un izmantota turpmākiem dzīvības uzturēšanas mērķiem, taču ražas veidošanai no augsnes tiek izmantotas minerālvielas, kuru krājumi augsnē ir ierobežoti. Šī iemesla dēļ ir svarīgi rūpēties par faktoriem, kuri nepieciešami zaļajiem augiem saules enerģijas uzkrāšanai, nākotnē domājot gan par apkārtējo vidi, gan par ilgtspējīgu saules enerģijas izmantošanu cilvēces vajadzībām.

Augsnes ielabošanas līdzekļi bioloģiskajā lauksaimniecībā ir paredzēti augsnes mikroorganismu aktivitātes ierosināšanai, kuri savukārt augsnē nodrošina labvēlīgus apstākļus augu augšanai un attīstībai (Olarewaju... 2021). Augsnes ielabošanas līdzekļus var definēt par jebkuru materiālu, kas satur ierobežotu augu barības vielu daudzumu, bet to lietošanas rezultātā tiek labvēlīgi ietekmētas augsnes bioloģiskās, fizikālās vai ķīmiskās īpašības (Shinde, Sarkar, Thombare, 2019). Mikroorganismu savstarpējā mijiedarbībā ar augu saknēm uzlabojas barības vielu pieejamība un augsnes auglība, kā rezultātā palielinās kultūraugu raža (Salmina..., 2021). Augsnes mikroorganismu kopiena aizņem tikai līdz 10% no augsnes tilpuma, taču nodrošina līdz pat 90% no kopējās augsnes bioloģiskās aktivitātes (Kandeler, 2007).

Darba uzdevums – pārbaudīt un demonstrēt dažu bioloģiskai lauksaimniecībai piemērotu augsnes un augu augšanu uzlabošanas līdzekļu efektivitāti – ir aktuāls bioloģiskās lauksaimniecības saimniecībām.

[2] Eurostat (2022) Organic crop area by agricultural production methods and crops (from 2012 onwards). [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 22. febr.]. Pieejams: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/org_cropar/default/table?.

Materiāli un metodes

Skrīveros LLU Zemkopības institūtā bioloģiskās lauksaimniecības sistēmas lauki atbilstības sertifikātu ieguvuši 2005. gadā. Kopš 2018. gada lauka demonstrējumi-izmēģinājumi tika ierīkoti ar divu veidu augsnes ielabošanas līdzekļiem un uz augu lapām smidzināmu mēslojumu graudaugu sējumos, kuri tika audzēti jau pastāvošajā bioloģiskajā augu sekā smilšmāla augsnē. Izmēģinājumos iekļautos līdzekļus atļauts lietot Latvijas bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā. Preparāti pārbaudīti lauciņos ar kopējo platību 300 m^2, izņemot smidzināmā preparāta variantu, kur viena lauciņa platība bija 30 m^2. Smilšmāla augsnē iekārtotā viena izmēģinājuma lauka (turpmāk – lauks Nr. 22) augsnes agroķīmiskie rādītāji: pH_{KCl} 5.7, organisko vielu saturs 28 g kg^{-1}, augiem pieejamais fosfors 42 mg kg^{-1} P_2O_5 un kālijs 68 mg kg^{-1}. Savukārt otra lauka (turpmāk – lauks Nr. 23) rādītāji ir šādi: pH_{KCl} 6.4, organiskā viela 33 g kg^{-1}, augiem pieejamais fosfors 68 mg kg^{-1} P_2O_5, kālijs 94 mg kg^{-1} K_2O, kas liecina par zemu un vidēju barības vielu nodrošinājumu. Auzu, tritikāles un ziemas kviešu (ziemas kvieši audzēti 2000. un 2001. gadā) sējumā ierīkoti demonstrējumi ar augsnes ielabotāju skābām augsnēm Physio Max 975 (250 kg ha^{-1}), kā arī ar humīnskābju preparātu LifeForce (260 kg ha^{-1}), kuru iestrāde veikta tieši pirms sējas. Veicot graudu sēju ar disku sējmašīnu kombinācijā ar vertikālo augsnes frēzi, demonstrētie preparāti sajaukti virsēji velēnglejotas (GLu) smilšmāla augsnes sējas dziļumā, kas veido 3–5 cm. Varianti iekārtoti četros atkārtojumos ar viena atkārtojuma platību 75 m^2. Blakus augsnes ielabošanas līdzekļu lauciņiem augu cerošanas un stiebrošanas fāzēs ar rokas smidzinātāju četros atkārtojumos graudaugu lapas apstrādātas ar jūraszāļu preparātu Kelpak 3 ml L^{-1} ūdens šķīdumā.

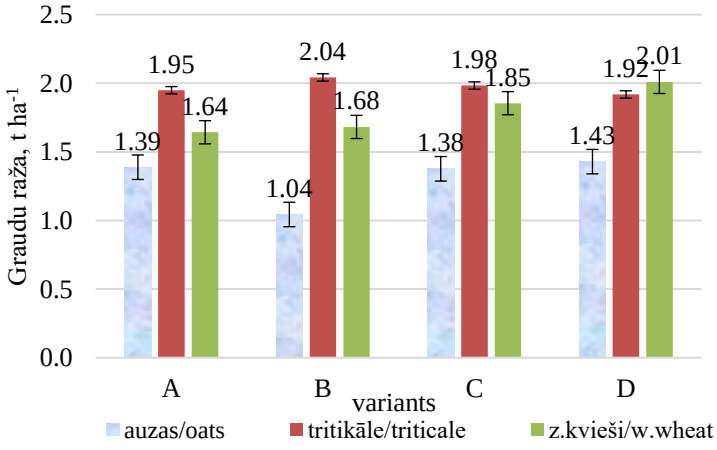
Auzas audzētas pēc lauka pupām, tritikāle iesēta pēc vasaras miežiem, savukārt ziemas kvieši sekoja auzām. Lauku aršana veikta mainīgā dziļumā, pirms sējas arumu sastrādājot ar pleznu kultivatoru 10–15 cm dziļumā. Auzas iesētas aprīļa trešajā līdz maija pirmajā dekādē ar izsējas normu 500 dīgstoši graudi uz 1 m^2. Tritikāle un ziemas kvieši sēti septembra otrajā dekādē ar izsējas normu 450–500 dīgstoši graudi uz 1 m^2. Graudaugu veģetācijas laikā augsnes mitruma uzturēšanai un viengadīgo nezāļu ierobežošanai veikta sējumu ecēšana ar garpirkstu ecēšām.

Graudu raža vākta ar lauka izmēģinājumu kombainu Wintersteiger Delta, kura darba platums veido 1.85 m. Pēc graudaugu izmēģinājuma nokulšanas iegūtā sēklu raža nosvērta, noteikts mitrums un tīrība. Graudu raža pārrēķināta pie standartmitruma (14%) un 100% tīrības. No iegūtās ražas noņemti graudu paraugi ražas turpmākai analīzei – 1000 graudu masas LVS EN ISO 520 un tilpummasas LVS 275 noteikšanai.

Datu matemātiskā apstrāde veikta "MS Excel" datorprogrammā, īstenojot vienfaktora dispersijas analīzi ar 95% ticamības līmeni.

Rezultāti un diskusijas

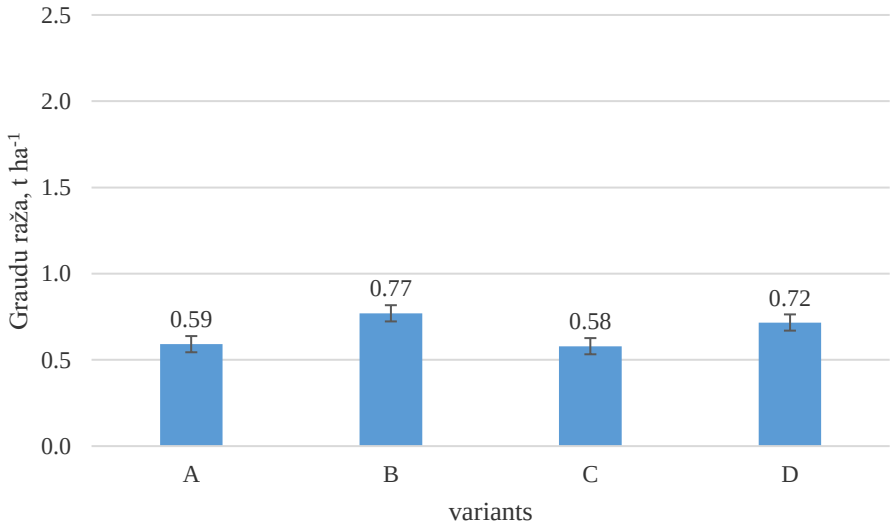
Vidēji 2018.–2021. gadā tritikāles graudu raža bija lielāka un stabilāka nekā auzu sējumā, iegūstot no 1.95 t ha^{-1} kontroles variantā bez preparātu lietošanas līdz 2.04 t ha^{-1} graudu variantos ar augsnes ielabotāju skābām augsnēm (1. att.).



1. att. Graudaugu raža vidēji 2018.–2021. gadā, t ha^{-1}.
Fig. 1. Yield of cereals, avg. 2018.- 2021., kg ha^{-1}.

Saīsinājumi/*abbreviations*: A – kontrole/*control*; B – jūraszāļu ekstrakts / *seaweed extract*; C – humīnskābju augsnes uzlabotājs / *humic acids soil conditioner*; D – augsnes ielabotājs skābām augsnēm / *acid soil conditioner*.

Vienfaktora dispersijas analīze ar 95% ticamību tritikāles graudu ražu atšķirību starp variantiem atspoguļo kā nebūtisku ($p = 0.995 > 0.05$). Auzu sējumā graudu raža vidēji četru gadu laikā variēja no 1.04 t ha^{-1} jūraszāļu ekstrakta lapu apstrādes ietekmē līdz 1.43 t ha^{-1} graudu lauciņos ar augsnes ielabotāju skābām augsnēm Physio Max 975 (skat. 1. att.). Neskatoties uz lielām graudu ražas atšķirībām starp variantiem, vasaras auzās starpība starp variantiem bija statistiski nebūtiska ($p = 0.939 > 0.05$). Ziemas kviešu sējumā vidēji divos gados (2000. un 2001. gadā) graudu raža bija lielāka nekā auzu sējumos, kontroles variantā sasniedzot 1.64 t ha^{-1}, bet variantā ar augsnes ielabotāju skābām augsnēm līdz 2.01 t ha^{-1} graudu. Ziemas kviešiem graudu raža palielinājās demonstrēto preparātu ietekmē, taču matemātiski atšķirība variantu vidū nebija būtiska ($p = 0.127 > 0.05$).

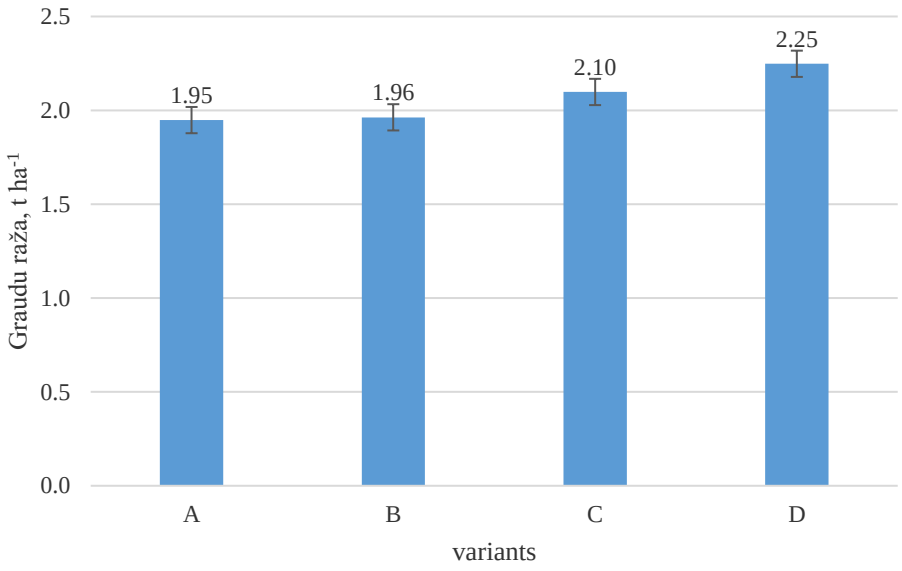


2. att. Graudaugu (auzas – 2018. gadā, mieži – 2019. gadā, tritikāle – 2020. gadā) raža laukā Nr. 22 vidēji 2018.–2020. gadā, t ha^{-1}.
Fig. 2. Yield of cereals (oats 2018, barley 2019, triticale 2020) field Nr. 22, avg. 2018.- 2020., t ha^{-1}.

Saīsinājumi/*abbreviations*: A – kontrole/*control*; B – jūraszāļu ekstrakts / *seaweed extract*; C – humīnskābju augsnes uzlabotājs / *humic acids soil conditioner*; D – augsnes ielabotājs skābām augsnēm / *acid soil conditioner*.

Izmēģinājumu blokā – laukā Nr. 22 – ar nabadzīgu augu barības vielu nodrošinājumu (2. att.) trīs gadu (auzas – 2018. gadā, mieži – 2019. gadā, tritikāle – 2020. gadā) graudaugu ražība bija ļoti neliela, ko raksturo nelielas atšķirības starp variantiem: vidēji 0.58–0.77 t ha^{-1}. Datu matemātiskā analīze augsnes ielabošanas līdzekļu un smidzinātā jūraszāļu preparāta lietošanas ietekmi uz graudaugu ražību neapliecināja ($p = 0.987 > 0.05$). Salīdzinoši nelielo dažādu sugu graudaugu ražu ieguvi var pamatot ar augiem pieejamo barības vielu trūkumu augsnē un agresīviem nezāļu konkurences apstākļiem. Rezultāti apliecina līdzību ar Polijā konstatēto sakarību, ka viena tipa (Brunic Arenosol) augsnē bioloģiskie mēslošanas līdzekļi uzlaboja augsnes mikrofloras aktivitāti fosfora pieejamības veicināšanā, bet tie paši līdzekļi cita veida augsnē (Abruptic Luvisol) bija mazefektīvi (Macik... 2020).

Vērtējot viena lauka augu maiņas ražību tīrumā ar vidēju augu barības vielu nodrošinājumu, – lauks Nr. 23 (tritikāle – 2018. gadā, auzas – 2019. gadā, ziemas kvieši – 2020. gadā, auzas – 2021. gadā) – graudaugu raža vidēji 2018.–2020. gadā bija no 1.95 t ha^{-1} kontroles variantā līdz 2.25 t ha^{-1} graudu variantā, kur lietots augsnes ielabotājs skābām augsnēm. Lai gan ražas atšķirība starp variantiem nebija būtiska ($p = 0.807 > 0.05$), tomēr bija vērojama pozitīva tendence preparātu iedarbībai.



3. att. Graudaugu (tritikāle – 2018. gadā, auzas – 2019. gadā, z. kvieši – 2020. gadā) raža laukā Nr. 23 vidēji 2018.–2020. gadā, t ha^{-1}.
Fig. 3. Yield of cereals (triticale 2018, oats 2019, w.wheat 2020) field Nr. 23, avg. 2018.- 2020., t ha^{-1}.

Saīsinājumi/*abbreviations*: A – kontrole/*control*; B – jūraszāļu ekstrakts / *seaweed extract*; C – humīnskābju augsnes uzlabotājs / *humic acids soil conditioner*; D – augsnes ielabotājs skābām augsnēm / *acid soil conditioner*.

1000 graudu masa auzām visos variantos vidēji četru gadu laikā bija no 33.9 g variantā ar ielabotāju skābām augsnēm līdz 34.5 g variantā ar humīnskābju preparātu (skat. 1. tab.). Tritikālei tūkstoš graudu masa nebija izteikti mainīga, iekļaujoties 38.1–38.9 g robežās. Ziemas kviešiem vidēji divu gadu laikā graudu rupjums bija no 39.9 g jūraszāļu ekstrakta variantā līdz humīnskābju augsnes ielabotāja variantā iegūtiem graudiem ar 40.6 g tūkstoš graudu masu. Graudu tilpummasa auzām 2019.–2021. gadā bija robežās vidēji no 465 līdz 483 g L^{-1}, kas gan neatbilst pārtikas graudu kvalitātes prasībām, jo graudu tilpummasai jāsasniedz vismaz 500 g L^{-1}, ja tās audzētas bioloģiski.[3] Tilpummasa tritikāles graudiem 2019.–2021. gadā vidēji bija 678 g L^{-1}. Ziemas kviešu tīrumā tika konstatēta neliela tilpummasas atšķirība starp variantiem, veidojot no 777 g L^{-1} variantā ar jūraszāļu ekstraktu līdz 781 g L^{-1} variantā ar humīnskābju augsnes ielabotāja lietošanu (1. tab.). Graudu kvalitātes atšķirības starp variantiem nebija būtiskas.

1. tabula / *Table 1*

Graudaugu ražas kvalitatīvie rādītāji vidēji 2018.–2021. gadā
Quality of cereal crops, average 2018 – 2021

Variants	1000 graudu masa, g / *Grain mass*			Tilpummasa, g L^{-1} / *Volumetric weight*		
	auzas/ *oats*	tritikāle/*tritical e*	z. kvieši / *w. wheat*	auzas/ *oats*	tritikāle/*tritical e*	z. kvieši / *w. wheat*
A	34.0	38.1	40.5*	477	678	779*
B	34.3	38.2	39.9*	465	678	777*
C	34.5	38.1	40.6*	483	678	781*
D	33.9	38.9	40.5*	474	677	779*

* 2020. un 2021. gada dati / *two year data*.

Saīsinājumi/*abbreviations:* A – kontrole/*control*; B – jūraszāļu ekstrakts / *seaweed extract*; C – humīnskābju augsnes ielabotājs / *humic acid soil conditioner*; D – augsnes ielabotājs skābām augsnēm / *acid soil conditioner*.

[3] Kvalitātes prasības (2022) [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 10. febr.]. Pieejams: https://dzirnavnieks.lv/kvalitates-prasibas/.

Izmēģinājumu blokā ar salīdzinoši labāku augu barības vielu nodrošinājumu atsevišķos gados un dažādiem kultūraugiem tika novērota un matemātiski apstiprināta bioloģisko preparātu pozitīvā ietekme uz graudu ražas veidošanos, taču ilgtermiņā jeb vidēji četru gadu laikā graudu ražu variantu atšķirības izlīdzinājās, līdz ar to preparātu efektivitāte matemātiski nav apstiprināma. Tas liecina par augsnē pieejamo augu barības elementu nozīmi augsnes ielabošanas līdzekļu efektivitātes nodrošināšanā.

Secinājumi

Četru gadu laikā Skrīveru bioloģiskās saimniekošanas sistēmas lauku apstākļos stabilākās graudaugu ražas iegūtas, audzējot ziemas kviešus un tritikāli. Auzu graudu ražas lielums mainījās vairāk laikapstākļu ietekmes dēļ nekā demonstrēto preparātu lietošanas rezultātā. Pozitīva preparātu iedarbības tendence bija vērojama ar augu barības vielām bagātākā augsnē. Lai arī atsevišķos gados demonstrēto preparātu efektivitāte bija būtiska, vidēji četru gadu laikā nozīmīgu graudu ražas pieaugumu neizdevās konstatēt.

Pateicība. Demonstrējums ierīkots LAP 2014.–2020. apakšpasākuma „Atbalsts demonstrējumu pasākumiem un informācijas pasākumiem" ietvaros: LAD240118/P16 „Jaunu mēslošanas un augsnes ielabošanas līdzekļu demonstrējums integrētajai un bioloģiskajai lauksaimniecībai. 15. lote.

Izmantotā literatūra

1. Kandeler E. (2007) 3 - *Physiological and biochemical methods for studying soil biota and their function. Soil Microbiology*, Ecology and Biochemistry (Third Edition), Academic Press, p. 53-83, ISBN 9780125468077, https://doi.org/10.1016/B978-0-08-047514-1.50007-X.
2. Mącik M., Gryta A., Sas-Paszt L., Frąc M. (2020). The Status of Soil Microbiome as Affected by the Application of Phosphorus Biofertilizer: Fertilizer Enriched with Beneficial Bacterial Strains. Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 8003. https://doi.org/10.3390/ijms21218003.
3. Salmina N. Mokgehle, Hintsa T. Araya, Nadia A. Araya, Michael W. Bairu, Manaka J. Makgato, Motiki M. Mofokeng, Phomolo Maphothoma, Christian P. du Plooy, Stephen O. Amoo, (2021) Chapter 11 - Biostimulant applications in low-input cultivation systems to enhance nutrition efficiency of crops, Editor(s): Shubhpriya Gupta, Johannes Van Staden, ***In:*** *Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development*, Academic Press, p 237-262, ISBN 9780128230480, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823048-0.00001-0.
4. Shinde R., Sarkar P., Thombare N. (2019). Soil Conditioners. Agriculture & Food: e- Newsletter Vol. 1., Issue 10, p. 1-5. ISSN: 2581-8317 https://www.researchgate.net/publication/337161125_Soil_Conditioners.
5. Olarewaju O.O., Arthur G. D., Fajinmi O. O., Coopoosamy R. M., Naidoo K. K. (2021) Chapter 19 - Biostimulants: potential benefits of enhancing nutrition efficiency in agronomic and horticultural crops, Editor(s): Shubhpriya Gupta, Johannes Van Staden, **In:** *Biostimulants for Crops from Seed Germination to Plant Development*, Academic Press, p. 427-443, ISBN 9780128230480, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823048-0.00006-X.

RUDZU UN TRITIKĀLES RAŽA UN KVALITĀTE ATŠĶIRĪGOS LATVIJAS REĢIONOS BIOLOĢISKAJĀ SAIMNIEKOŠANAS SISTĒMĀ

WINTER RYE AND WINTER TRITICALE YIELD AND QUALITY IN ORGANIC GROWING SYSTEM IN DIFFERENT REGIONS OF LATVIA

Kintija Pekša, Veneranda Stramkale, Inga Jansone, Ieva Kroiča
Agroresursu un ekonomikas institūts
kintija.peksa@arei.lv

Abstract. *Winter rye (Secale cereale L.) and winter triticale (× Triticosecale) play an important role in the organic farming systems in Latvia. 15% of all sown areas of organic cereals in 2020, which are more than 4 thousand hectares, were rye and triticale sowings. Rye and triticale play an important role in providing feed and food. They are also good forerunners in controlling weeds, pests and pathogens. Demonstration trials for the cultivation of rye and triticale in different organic farming systems were set up in the autumn of 2020 in Kurzeme, Vidzeme and Latgale regions. Different soil and climatic conditions were observed at all study regions. The study assessed the yield and yield quality of the populations of winter rye cultivar 'Kaupo', hybrid rye cultivar 'Su Nasri', winter triticale cultivar 'Ruja' and line '0703-55'. The yield of rye grain obtained in the demonstration of the variety 'Kaupo' was from 2.44 to 5.07 t ha-1, but of the variety 'Su Nasri' from 3.08 to 7.28 t ha-1, while the yield of the triticale variety 'Ruja' was from 2.73 t ha-1. 1 to 4.92 t ha-1 and the yield of triticale line '0703-55'from 2.46 t ha-1 to 4.34 t ha-1 - depending on the region and location.*
Key words: *rye, triticale, grain quality.*

Ievads

Latvijā bioloģiskās saimniekošanas sistēmā būtisku vietu augu maiņā ieņem ziemas rudzi (*Secale cereale* L.) un ziemas tritikāle (× *Triticosecale*). Rudzu un tritikāles audzētais apjoms bioloģiskajās saimniecībās 2020. gadā veidoja 15% no visām bioloģisko graudaugu sējumu platībām, kas ir vairāk nekā 4 tūkstoši hektāru. Rudziem un tritikālei ir būtiska nozīme lopbarības un pārtikas nodrošināšanā.

Tie ir arī labi priekšaugi, ierobežojot nezāles, kaitēkļus un slimību ierosinātājus. Demonstrējuma izmēģinājumi rudzu un tritikāles audzēšanai atšķirīgās bioloģiskās saimniekošanas sistēmās iekārtoti 2020. gada rudenī Latgales, Vidzemes un Kurzemes reģionā. Visās pētījuma vietās tika novēroti atšķirīgi augsnes un klimatiskie apstākļi. Pētījumā vērtēta populāciju ziemas rudzu šķirnes 'Kaupo' un hibrīdās rudzu šķirnes 'Su Nasri', ziemas tritikāles šķirnes 'Ruja' un līnijas '0703-55' raža un ražas kvalitāte.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums iekārtots Latgalei raksturīgos apstākļos – Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrā (LLZC), Kurzemei raksturīgos apstākļos Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Stendes pētniecības centrā (SPC) un Vidzemei raksturīgos apstākļos AREI Priekuļu pētniecības centrā (PPC). Demonstrējums ierīkots rudzu un tritikāles audzēšanai piemērotās mālsmilts augsnēs ar vāji skābu augsnes reakciju, izmēģinājums iekārtots 4 atkārtojumos. AREI PPC augsnē bija zems kālija nodrošinājums, bet LLZC raksturoja zems fosfora nodrošinājums, kas ietekmēja graudaugu ražas veidošanos.

Tritikāles un rudzu sadīgšanai 2020. gada rudenī bija piemērota gaisa temperatūra un mitruma daudzums. Ziemcietība Latgalē un Kurzemē bija ļoti laba (8.5–9 balles), bet Vidzemē tā bija zemāka (6.5–8 balles), taču ziemcietību ietekmēja arī šķirne.

Pēc veģetācijas atjaunošanās aprīlī nokrišņu daudzums LLZC un SPC bija zemāks, savukārt maijā visās izmēģinājuma vietās nokrišņu bija vairāk, salīdzinot ar vidējiem ilggadējiem rādītājiem. Turpmāk veģetācijas periodā nokrišņu bija mazāk LLZC un PPC, savukārt SPC to apjoms sniedzās virs normas. Gaisa temperatūra LLZC aprīlī, maijā un jūnijā pārsniedza ilggadēji novēroto apmēru, savukārt PPC un SPC tā bija zemāka nekā iepriekš.

1. tabula / *Table 1*

Augsnes agroķīmiskais raksturojums
Soil agrochemical characteristics

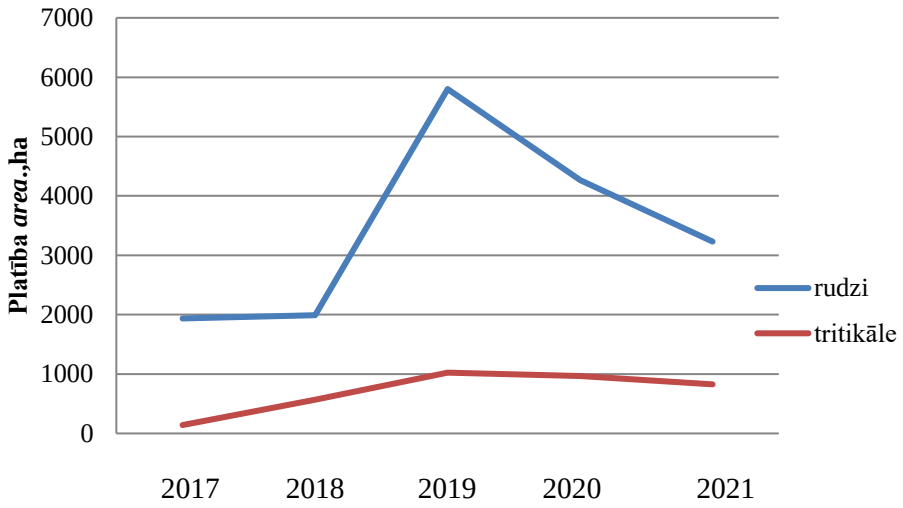
Vieta/*Locality*	Granulometriskais sastāvs / *Granulometric composition*	pH	Organiskā viela / *Organic matter*, %	K2O, mg kg^{-1}	P2O5, mg kg^{-1}
PPC*	Mālsmilts (mS)	5.74	1.97	54.5	142.1
SPC**		6.62	1.75	115.8	163.6
LLZC***		6.64	2.34	119.3	22.7

Apzīmējumi/*legend*: *PPC – Priekuļu pētniecības centrs / *Research Centre in Priekuli*; **SPC – Stendes pētniecības centrs / *Research Centre in Stende*; ***LLZC – SIA „Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs" /*Agricultural Research Centre of Latgale Ltd.*

Populācijas ziemas rudzu šķirne 'Kaupo' un hibrīdā rudzu šķirne 'Su Nasri' visās demonstrējuma vietās iesēta optimālos termiņos septembra II–III dekādē. Izsējas norma rudzu šķirnei 'Kaupo', tritikāles šķirnei 'Ruja' un līnijai '0703-55' veido 400 dīgstošas sēklas uz m^2, savukārt 'Su Nasri' – 250 dīgstošas sēklas uz m^2, izmantots sertificēts bioloģiskais sēklas materiāls. Raža novākta jūlija III dekādē, tās uzskaite veikta pie 100% tīrības un 14% mitruma. Graudiem kvalitātes rādītāji noteikti AREI Graudu tehnoloģijas un agroķīmijas laboratorijā. Kopproteīna un cietes saturs graudos un tilpummasa noteikta ar graudu analizatoru INFRETEC NOVA. 1000 graudu masa (TGM) noteikta, izmantojot standartu LVS EN ISO 520. Datu ticamība matemātiski noteikta katrai šķirnei atsevišķi, izmantojot dispersijas analīzi (ANOVA).

Rezultāti un diskusijas

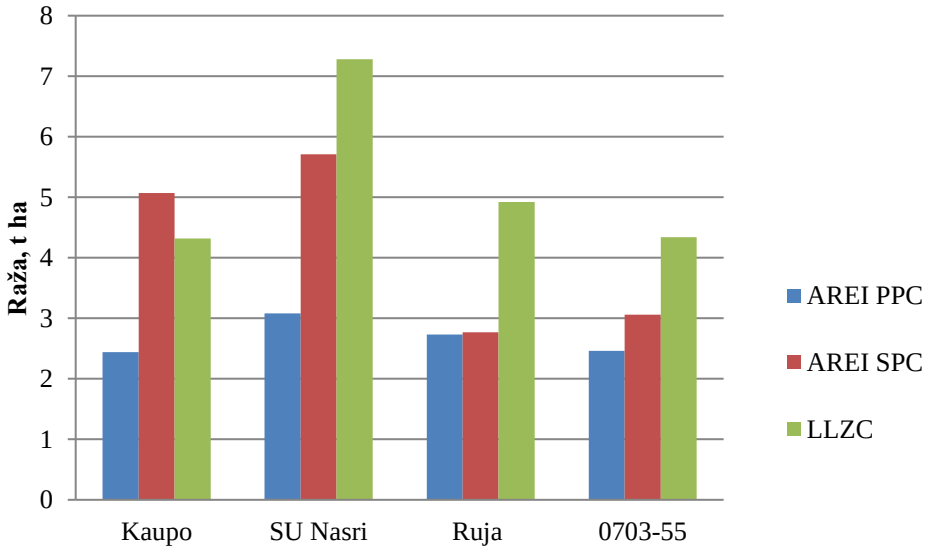
Saskaņā ar LAD datiem bioloģiskajās saimniecībās rudzu un tritikāles audzēšana laika periodā no 2017. līdz 2021. gadam ir būtiski pieaugusi (skat. 1. att.). Lielākās rudzu sējplatības šajā laika periodā konstatētas 2019. gadā – 5800 ha, ziemas tritikāles platība sasniedza 1024 ha, savukārt 2021. gadā tās samazinājās attiecīgi līdz 3231 ha un 826 ha.



1. att. Bioloģiski audzētu rudzu un ziemas tritikāles platības Latvijā.
Fig. 1. Organic rye and winter triticale areas in Latvia.

Rudziem un tritikālei, salīdzinot ar kviešiem, bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā ir augstāks ražas potenciāls, audzējot piemērotās smilšmāla augsnēs (Schlegel, 2013). Demonstrējumā iegūtā

rudzu graudu raža šķirnei 'Kaupo' bija no 2.44 līdz 5.07 t ha^{-1}, bet hibrīdai šķirnei 'Su Nasri' – no 3.08 līdz 7.28 t ha^{-1}, savukārt tritikāles šķirnei 'Ruja' iegūtā graudu raža veidoja 2.73 t ha^{-1} līdz 4.92 t ha^{-1}, tritikāles līnijai '0703-55' – 2.46 t ha^{-1} līdz 4.34 t ha^{-1}, kas bija atkarīgs no reģiona un vietas, kur tika audzēts. Augstākā raža rudzu šķirnei 'Kaupo' konstatēta Kurzemes reģionā, augstākais rādītājs šķirnei 'SU Nasri' novērots Latgales reģionā, bet augstākā tritikāles raža iegūta Latgales reģionā, ko ietekmēja labvēlīgie klimatiskie apstākļi ziemošanas un veģetācijas periodā. Vidzemē rudzu un tritikāles ražas samazinājumu varēja ietekmēt zemāks barības elementu nodrošinājums un klimatiskie apstākļi (1. tab.). Vidzemes reģionā ražas veidošanos noteica rudzu un tritikāles ziemcietība, kas bija no 6.5 līdz 8 ballēm. Hibrīdos rudzus raksturo augstāks ražas potenciāls, salīdzinot ar populācijas rudziem (Schlegel, 2013), ko apliecina arī izmēģinājumā gūtie rezultāti.



2. att. Rudzu un tritikāles graudu raža, t ha^{-1}, kur 'Kaupo' RS$_{0.05}$ 0.37, 'Su Nasri' RS$_{0.05}$ 0.58, 'Ruja' RS$_{0.05}$ 0.57, '0703-55' RS$_{0.05}$0.0433.
Fig 2. Rye and triticale grain yield, t ha^{-1}, 'Kaupo' LSD$_{0.05}$0.36, 'Su Nasri' LSD$_{0.05}$0.52,'Ruja' LSD$_{0.05}$, 0,57, '0703-55' LSD$_{0.05}$0.043.

Apzīmējumi/*legend*: *PPC – Priekuļu pētniecības centrs / *Research Centre in Priekuli*; **SPC – Stendes pētniecības centrs / *Research Centre in Stende*; ***LLZC – SIA "Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs" /*Agricultural Research Centre of Latgale Ltd.*

Rudzu pārtikas graudiem viens no nozīmīgākajiem kvalitāti raksturojošajiem rādītājiem ir tilpummasa, kurai jābūt virs 700 g L^{-1} (AS „Dobeles dzirnavnieks"). Izmēģinājumā populācijas šķirnei 'Kaupo' tilpummasa bija no 750.90 līdz 764.70 g L^{-1} atkarībā no audzēšanas vietas. Augstākā tilpummasa rudziem 'Kaupo' tika konstatēta AREI PPC (2. tab.). Hibrīdai šķirnei 'Su Nasri' graudu tilpummasa bija robežās no 754.48 g L^{-1} līdz 757.70 g L^{-1}, kas bija atkarīgs no audzēšanas vietas, augstākais rādītājs iegūts LLZC ($p < 0.05$) (2. tab.). Abām pētītajām šķirnēm visās izmēģinājuma vietās tika konstatēts, ka tilpummasa ir pārtikas graudiem atbilstoša.

Tritikāles graudus pamatā izmanto lopbarības ražošanai, taču arī tritikālei viens no nozīmīgākajiem kvalitāti raksturojošajiem rādītājiem ir tilpummasa, kuras rādītājam jāpārsniedz 680 g L^{-1}. Izmēģinājumā šķirnei 'Ruja' tilpummasa bija robežās no 691.77 g L^{-1} līdz 713.20 g L^{-1}, augstākā tā bija LLZC, savukārt tritikāles līnijai '0703-55' tilpummasa svārstījās no 660.32 g L^{-1} līdz 670.92, augstākā tika novērota SPC. Šķirnei 'Ruja' tilpummasa visās audzēšanas vietās bija kvalitātes prasībām atbilstoša, bet līnijai '0703-55' tā bija zemāka nekā ir nepieciešams atbilstoši kvalitātes prasībām.

2. tabula / *Table 2*

Rudzu un tritikāles graudu kvalitātes rādītāji 2021. gadā
Grain quality indicators for rye and triticale, 2021

Kvalitātes rādītāji / *Grain quality*	Šķirnes/ *Variety*	Vieta/ *Locale*			RS 0.05
		PPC*	SPC**	LLZC***	
1000 graudu masa / *1000 Kernel weight*,g	'Kaupo'	31.80	32.88	31.90	1.78
	'Su Nasri'	32.30	34.46	33.28	0.73
	'Ruja'	35.40	42.25	37.65	5.22
	'0703-55'	38.98	40.68	38.69	2.45
Tilpummasa / *Volume weight*, g L^{-1}	'Kaupo'	764.70	750.90	756.30	8.32
	'Su Nasri'	757.10	754.48	757.70	4.75
	'Ruja'	704.6	691.77	713.20	6.25
	'0703-55'	715.30	700.96	725.90	4.52
Ciete/*Starch*, mg 100 g	'Kaupo'	585.20	590.09	590.70	4.28
	'Su Nasri'	587.60	590.48	596.30	3.06
	'Ruja'	643.30	650.65	650.39	2.88
	'0703-55'	661.40	670.92	660.32	7.65
Kopproteīns/ *Crude protein*, mg 100 g	'Kaupo'	102.30	83.80	87.76	9.77
	'Su Nasri'	90.06	78.60	80.80	4.28
	'Ruja'	118.88	108.90	110.07	8.12
	'0703-55'	112.29	98.30	112.60	6.12

Apzīmējumi/*legend*: *PPC – Priekuļu pētniecības centrs / *Research Centre in Priekuli*; **SPC – Stendes pētniecības centrs / *Research Centre in Stende*; ***LLZC – SIA "Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs" /*Agricultural Research Centre of Latgale Ltd.*

Tūkstoš graudu masa (TGM) graudiem ir būtisks kvalitāti raksturojošs rādītājs, ko var ietekmēt gan audzēšanas apstākļi, gan agrotehnika, un šī īpašība ir ģenētiski noteikta (Kučerov, 2007). Izmēģinājumos Latvijā ir konstatēts, ka rudzu graudiem TGM ir ap 44 g (Jansone, Gaile, 2015). Šajā demonstrējumā abām šķirnēm visos audzēšanas reģionos TGM bija zemāka. Abām rudzušķirnēm TGM bija atkarīga no audzēšanas vietas apstākļiem, augstākā TGM ($p < 0.05$) tika novērota SPC. Tritikāles TGM svārstījās no 35.40 g līdz 42.25 g, augstākā tā bija SPC. Saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 518 (24.07.2012.) "Augu šķirnes saimniecisko īpašību novērtēšanas noteikumi" TGM, kas ir robežās no 37 g līdz 46 g, tiek uzskatīta kā vidēji augsta.

Literatūrā tiek minēts, ka cietes saturs rudzu graudos ir 57–66% (570–660 mg 100 g) (Boese, 2006). Pētījumā cietes saturs rudzu graudos abām šķirnēm nepārsniedza 596.30 mg 100 g. Rudzu graudiem šo kvalitāti raksturojošo rādītāju ietekmē gan šķirne, gan klimatiskie apstākļi (Kučerov, 2007). Izmēģinājumā augstāko ($p < 0.05$) cietes saturu rudziem konstatēja LLZC (2. tab.). Tritikāles graudiem cietes saturs svārstījās no 643.30 mg 100 g līdz 670.92 mg 100 g, augstāks cietes saturs tika novērots SPC. Saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 518 (24.07.2012.) šāds cietes saturs tritikāles graudos tiek vērtēts kā vidēji augsts.

Kopproteīna saturu graudos ietekmē arī klimatiskie apstākļi un šķirne, taču tas ir ģenētiski noteikts (Schlegel, 2013). Rudzu graudos kopproteīna saturs ir zemāks nekā tritikāles vai kviešu graudos. Izmēģinājumā augstākais kopproteīna saturs ($p < 0.05$) abu šķirņu rudzu graudiem tika iegūts PPC, kur rudzu raža bija zemāka. Arī tritikāles graudiem abām šķirnēm augstāks kopproteīna saturs tika konstatēts PPC, kur iegūtā raža bija zemāka.

Secinājumi

1. Izmēģinājumā gūtie rezultāti liecina, ka gan populācijas, gan hibrīdos rudzus, gan ziemas tritikāli var sekmīgi audzēt bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā.
2. Visos audzēšanas reģionos rudzu graudu tilpummasa atbilda pārtikas kvalitātei, arī tritikāles šķirne 'Ruja' bija atbilstoša kvalitātes prasībām.
3. Rudzu šķirnēm 'Kaupo' un 'Su Nasri', tritikāles šķirnei 'Ruja' un līnijai '0703-55' tika novērota sakarība – jo zemāka raža, jo augstāks proteīna saturs graudos.

Pateicība. Pētījums veikts Zemkopības ministrijas Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai (ELFLA) projekta „Bioloģiskai lauksaimniecībai perspektīvu, Latvijā selekcionētu kartupeļu un graudaugu šķirņu demonstrējums" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. AS „Dobeles dzirnavnieks" kvalitātes prasības. [Tiešsaiste] [skatīts 2022. g. 15. febr.]. Pieejams: https://dzirnavnieks.lv/kvalitates-prasibas/.
2. Boese L. (2006). Cultivation of Cereals for Starch and Bio-ethanol Production in Saxony-Anhalt. In: 2 nd International Baltic Bioenergy Conference IBBC, Stralsund, Germany, November 2–4, 2006, p. 156–164.
3. Kučerov J. (2007). The Effect of Year, Site and Variety on the Quality Characteristics and Bioethanol Yield of Winter Triticale. *Journal of the Institute of Brewing*. Vol.133. p. 142–146.
4. Jansone I., Gaile Z. (2015). Heat of winter cereal crops. Research for Rural Development. Vol. 1, p. 40–44.
5. Schlegel H.J. (2013). *Rye: Genetics, Breeding, and Cultivation*. CRC Press, Boca Raton, p. 387.

MIKROORGANISMU IZMANTOŠANA RAŽĪBAS PALIELINĀŠANAI BIOLOĢISKAJĀ UN KONVENCIONĀLAJĀ LAUKSAIMNIECĪBĀ
APPLICATION OF MICRO-ORGANISMS FOR INCREASING YIELD IN ORGANIC AND CONVENTIONAL AGRICULTURE

Simona Larsson[1], Vivita Vīksniņa[1, 2], Larisa Černova[3], Veneranda Stramkale[3]

[1]SIA „Bioefekts", [2]Latvijas Lauksaimniecības universitātes Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte, [3]Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs

[1]simona.larsson@bioefekts.lv; [1,2]viksnina.vivita@gmail.com; [3]llzc.vilani@gmail.com

Abstract. *The overarching goal of the EU Green Deal, launched in December 2019, is to make the EU the first climate-neutral continent by 2050, leading to a cleaner environment, more affordable energy, smarter transport, new jobs and a better quality of life in general. The Green Deal aims to reduce the use of plant protection products by 50% and the use of fertilizers by 20%, reducing the overall reduction in soil pollution by 50%. Such transformation will require a new approach and broad coordination between all agricultural stakeholders and new, sustainable innovations based on the latest scientific discoveries and new technologies and agricultural enterprises. Today's environmentally friendly solutions are the result of interdisciplinary collaboration that combines the knowledge and solutions of microbiology, agronomy and economics, including green and circular economics. The Latvian Agricultural Development Program defines grain growing as one of the priority agricultural sectors in the country. Several tasks have been set for the development of this sector, where one of the main goals of improving cultivation technology is to obtain a higher grain yield with appropriate quality. In connection with these objectives, a study was carried out on the effectiveness of microbiological fertilizers in the biological and conventional farming system. Preparations of micro-organisms containing nitrogen-fixing and phosphorus-solubilizing bacteria and microscopic fungi Trichoderma spp. were used in the biological and conventional field. The pilot scheme was performed in 5 variants and 4 replicates. In the control variant (1), no microbiological preparations were used (in the biological field) or a full conventional treatment scheme (in the conventional field) was used. The seed and plant and treatment scheme of the seed material was used in the 2-5 variant. The obtained results show that by applying microbiological products, it is possible to obtain up to 21% higher wheat yield in organic grain growing, while in conventional farming - up to 15.5% higher yield. Thus, it is possible to reduce the doses of agrochemicals, while working in accordance with the goals of the Green Deal and gaining economic benefits.*

Key words: *Green Deal, microbiological fertilizers, innovations in agriculture, economic efficiency, wheat.*

Ievads

2019. gada decembrī iesniegtā Eiropas Savienības Zaļā kursa visaptverošais mērķis ir šāds – ES līdz 2050. gadam jākļūst par pirmo klimatneitrālo kontinentu (Johnson *et al.*, 2021), tādējādi radot tīrāku vidi, pieejamāku enerģiju, viedāku transportu, jaunas darbavietas un kopumā labāku dzīves kvalitāti. Stratēģijas „No lauka līdz galdam" mērķis ir paātrināt mūsu pāreju uz ilgtspējīgu pārtikas sistēmu, kurai ir neitrāla vai pozitīva ietekme uz vidi, kas palīdzēs mazināt klimata pārmaiņas un pielāgoties to ietekmei, kas novērš bioloģiskās daudzveidības samazināšanos, un kas nodrošinās to, ka ikvienam ir pieejama pietiekama, droša, barojoša un ilgtspējīga pārtika. Lai īstenotu izaicinājumu ilgtspējīgi nodrošināt ar pārtiku 9 miljardus cilvēku līdz 2050. gadam, lauksaimniecības nozarei nāksies piedzīvot lielas pārvērtības. Būs nepieciešams uzturvielām bagāts ēdiens, kas ražots, izmantojot mazāk resursu. Zaļais kurss paredz samazināt augu aizsardzības līdzekļu lietošanu par 50%, minerālmēslu izmantošanu par 20%, samazinot vispārējo augsnes piesārņojumu par 50% (European Commission, 2020). Šādu pārmaiņu īstenošanai būs nepieciešama jauna pieeja un plaša koordinācija starp visām lauksaimniecībā ieinteresētajām pusēm un jaunas, uz ilgtspējību orientētas inovācijas, kas balstītas uz jaunākajiem zinātniskajiem atklājumiem, inovatīvām tehnoloģijām un lauksaimniecības produkciju ražojošiem uzņēmumiem. Šobrīd paredzami divi iespējamie risinājumi – lauksaimniecības digitalizācija un biotehnoloģiju izmantošana.

Digitālā lauksaimniecība tiek raksturota kā revolūcija, kas radīs pakāpeniskas pārmaiņas ekonomikā, uzlabojot efektivitāti un ilgtspēju, kā arī sekmēs ārkārtīgi nepieciešamo reģionālās un sociālās labklājības pieaugumu (Fleming *et al.,* 2021).

Biotehnoloģiskās inovācijas varētu samazināt bioloģiskās lauksaimniecības risku, kas saistīts ar ražas apjoma starpību, kas rodas, izmantojot integrēto vai bioloģisko lauku apstrādāšanas metodi. Kultūraugi pastāvīgi ir pakļauti patogēnu un kaitēkļu draudiem, savukārt sintētisko pesticīdu izmantošana bioloģiskajā lauksaimniecībā ir aizliegta (Purnhagen, *et al.*, 2021). Lai gan modernās biotehnoloģijas ir spēcīgi orientētas uz augu DNS izmaiņām, nodrošinot augu ražības pieaugumu, izturību pret dažādām slimībām, plaši tiek veikti arī augsnes mikrobioma pētījumi. Lauksaimniecībā nozīmīgu mikroorganismu (piemēram, augu augšanu veicinošu mikroorganismu) izmantošana ir galvenā ekoloģiskā stratēģija integrētai lauksaimniecības praksei, piemēram, barības vielu nodrošinājumam, bioloģiskajai kontrolei, abiotiskā stresa (piemēram, sausuma, sāļuma, smago metālu) mazināšanai, līdz minimumam samazināta agroķīmisko vielu lietojuma panākšanai lauksaimniecībā, kā arī ražīguma nodrošināšanai (Ma *et al*., 2016). Baktērija *Azotobacter vinelandii*, kas spēja piesaistīt atmosfēras slāpekli 20–50 kg apjomā sezonā, ir dokumentēta daudzos zinātniskos pētījumos (Cheng, 2008) – atkarībā no pieejamā fosfora (P) un molibdēna koncentrācijas (Timmusk *et al.,* 2017). Augsnes parasti satur lielu daudzumu kopējā P dažādās, tostarp nešķīstošās, formās, piemēram, kalcija (Ca_3PO_4), alumīnija (Al_3PO_4) un dzelzs (Fe_3PO_4) fosfāti. Diemžēl, salīdzinot ar citām galvenajām barības vielām, P ir visnekustīgākā un augiem nepieejamākā barības viela lielākajā daļā augšņu – pat tad, ja kopējais augsnes P saturs krietni pārsniedz augu vajadzības (400–1200 mg/kg) (Nosrati *et al.,* 2014). Fosfora šķīdināšana ar zemas molekulmasas organiskajām skābēm ir daudz pētīta un plaši pieņemta teorija. Dažādos pētījumos ir identificētas un kvantificētas organiskās skābes un noteikta to loma šķīdināšanā (Cheng, 2008). Šo funkciju veic noteiktas baktērijas, piemēram *Bacillus subtilis*. Šis process ietver mikrobu šūnu un to apkārtnes paskābināšanos, kā rezultātā P-joni tiek atbrīvoti no P-minerāla, H+ aizstājot ar kalciju (Trivedi and Sa, 2008).

Pētījums tika veikts ar mērķi noskaidrot, vai mikrobioloģiskie līdzekļi varētu tikt izmantoti pašreizējā pārejas periodā, kad būs nepieciešams samazināt agroķīmijas patēriņu. Visos mikrobioloģiskajos preparātos izmantotās mikroorganismu grupas ir iegūtas, izolējot tās no Latvijas augsnes. To dabiskā attīstīšanās un vairošanās vide ir augsne, rizosfērā. Apvienojot mikroorganismu grupas vienā produktā, tiek veicināta šo mikroorganismu sinerģija. Kultūraugu mēslošana caur lapām, lietojot mikroorganismu producētās vielas – biostimulantus –, pozitīvi ietekmē ražu.

Saistībā ar Zaļā kursa un stratēģijas „No lauka līdz galdam" izvirzītajiem mērķiem tika veikts pētījums par mikrobioloģisko mēslošanas līdzekļu efektivitāti bioloģiskajā un konvencionālajā saimniekošanas sistēmā, lai noskaidrotu, vai, izmantojot mikrobioloģiskus organismus saturošus preparātus gan bioloģiskajā, gan konvencionālajā lauksaimniecībā, ir iespējams panākt līdzšinējos ražības rezultātus.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumā iekļauta vasaras kviešu šķirne 'Robijs', 4 atkārtojumos. Tika izmantoti SIA „Bioefekts" ražotie mikrobioloģiskie preparāti, to koncentrācija produktos ir 10^9 kvv/ml – trihodermīns (*Trihoderma harzianum 8-20, Trihoderma viride 1-5*), subtimikss (*Trihoderma sp., Bacillus subtillis*), vitmīns (*Azotobacter sp., Pseudomonas sp*), azotobakterīns (*Azotobacter sp*).

Izmēģinājumi tika veikti gan bioloģiskajā, gan konvencionālajā laukā.

Bioloģiskā lauka pētījuma uzskaites lauciņa lielums vienā atkārtojumā bija 16 m^2, kopējā izmēģinājuma platība veidoja 820 m^2. Izmēģinājums iesēts trūdainā podzolētā glejaugsnē ar organiskās vielas saturu 3.3%. Augu barības elementu nodrošinājums augsnē bija šāds: kālijs (K_2O) 129 mg kg^{-1}; fosfors (P_2O_5) 50 mg kg^{-1}; magnijs (Mg) 448 mg kg^{-1}; kalcijs (Ca) 1570 mg kg^{-1}; bors (B) 0.6 mg kg^{-1}; varš (Cu) 1.5 mg kg^{-1}; mangāns (Mn) 149 mg kg^{-1}; cinks (Zn) 0.5 mg kg^{-1}; sērs ($S\text{-}SO_4$) < 5.9 mg kg^{-1}. Augsne – vāji skāba, tās reakcija – pH KCl 6.4. Priekšaugs – zaļmēslojums. Lauka sagatavošanas darbos ietilpa zaļmēslojuma iestrāde ar diskiem (10.07.2020, UNIA ARES 3TLP), rudens aršana (12.10.2020.) un kultivēšana divās kārtās (15.04.2021. Laumetris KLG-3,6 un 10.05.2021. Viking L5, 3H). Sēja veikta 2021. gada 11. maijā ar sējmašīnu SN-16. Izsējas norma šķirnei 'Robijs' noteikta, lai nodrošinātu 500 dīgstošu augu uz kvadrātmetru. Sējumu kopšana tika veikta ar kultivatoru Stars 2,2 (31.05., 11.06., 30.06., 09.07. un 02.08.2021.). Pilngatavību kviešu

šķirne 'Robijs' sasniedza no 9. augusta. Kviešu izmēģinājumu 10. augustā novāca ar graudu novākšanas kombainu Sampo 130.

Bioloģiskā laukā izmēģinājums ierīkots 5 variantos un 4 atkārtojumos. 1. variants – kontroles variants –, kurā netika izmantoti mikrobioloģiskie preparāti. 2.–5. variantā izmantotā sēklas materiāla un augu, augsnes apstrādes shēma, kā arī izmantotās mikrobioloģisko preparātu devas ir ietvertas 1. tabulā.

1. tabula / *Table 1*

Vasaras kviešu šķirnes 'Robijs' izmēģinājumos lietotie SIA „Bioefekts" preparāti un to devas

Bioefekts Ltd. products and application rates used in field trials on summer wheat variety 'Robijs'

N.p.k.	Veiktās darbības apraksts, mērķis	Datums	Pētījuma variants	Pētījumā izmantotais produkts, deva (l t^{-1} vai l ha^{-1})		
				azotobakterīns	*vitmīns*	*trihodermīns + subtimikss*
1.	Sēklas apstrāde (bio-kodne)	10.05.2020.	2.	-	1.5 l t^{-1}	5 l t^{-1} + 5 l t^{-1}
			3., 4., 5.	5 l t^{-1}	1.5 l t^{-1}	5 l t^{-1} + 5 l t^{-1}
2.	Augsnes apstrāde pirms sējas (augsnes ielabošana)	11.05.2020.	2., 3.	5 l ha^{-1}	-	5 l ha^{-1} + 5 l ha^{-1}
			4.	7.5 l ha^{-1}	-	7.5 l ha^{-1} + 7.5 l ha^{-1}
			5.	10 l ha^{-1}	-	10 l ha^{-1} + 10 l ha^{-1}
3.	Augu apstrāde - cerošanas sākumā BBCH 21 (cerošanas veicināšanai un profilaktiskai augu aizsardzībai)	07.06.2020.	2.	-	-	5 l ha^{-1} + 5 l ha^{-1}
			3.	5 l ha^{-1}	1.5 l ha^{-1}	5 l ha^{-1} + 5 l ha^{-1}
			4.	-	2.0 l ha^{-1}	7.5 l ha^{-1} + 7.5 l ha^{-1}
			5.	-	2.0 l ha^{-1}	10 l ha^{-1} + 10 l ha^{-1}
4.	10 dienas pēc BBCH 21 augu apstrādes (augu aizsardzībai)	17.06.2020.	2., 3.	-	-	5 l ha^{-1} + 5 l ha^{-1}
			4., 5.	-	-	7.5 l ha^{-1} + 7.5 l ha^{-1}
5.	BBCH 37, pirms parādās karoglapa (ražas kvalitātes uzlabošanai)	25.06.2020.	2.,3.	1.5 l ha^{-1}	-	-
			4.,5.	2.0 l ha^{-1}	-	-
6.	BBCH 51, pēc nepieciešamības (vārpas aizsardzībai)	05.07.2020.	2.,3.	-	-	5 l ha^{-1} + 5 l ha^{-1}
			4.,5.	-	-	7.5 l ha^{-1} + 7.5 l ha^{-1}

Konvencionālā lauka pētījuma uzskaites lauciņa lielums vienā atkārtojumā bija 20 m^2, kopējā izmēģinājuma platība veidoja 860 m^2. Izmēģinājums iesēts trūdainā podzolētā glejaugsnē ar organiskās vielas saturu 9.6%. Lauks drenēts, reljefs izlīdzināts, augsnes novērtējums – 48 balles. Augu barības elementu nodrošinājums augsnē bija šāds: kālijs (K_2O) 183 mg kg^{-1}; fosfors (P_2O_5) 199 mg kg^{-1}; magnijs (Mg) 994 mg kg^{-1}; kalcijs (Ca) 3289 mg kg^{-1}. Augsne neitrāla, tās reakcija – pH KCl 7.3. Priekšaugs – ziemas kvieši. Priekšauga pamatmēslojumā lietots kompleksais minerālmēslojums YaraMila NPK(S) 9-12-25(7) – 3.0 c ha^{-1}, papildmēslojumā amonija salpetris 4.4 c ha^{-1}. Pamatmēslojumā pirms vasaras kviešu šķirnes 'Robijs' sējas izmantots kompleksais minerālmēslojums Yara Mila NPK (S) 18-11-13(7), deva 300 kg ha^{-1}. Veģetācijas periodā N mēslojums lietots 4. jūnijā cerošanas fāzē N 90 kg ha^{-1} ar YaraBela Sulfan 24-6. Sēklu apstrādes procesā, kas aprakstīts 1. tabulā, konvencionālajā laukā visos variantos papildus tika izmantots fungicīds Celest Trio 2 l t^{-1}. Sēja veikta 2021. gada 11. maijā ar sējmašīnu SN-16. Izsējas norma šķirnei 'Robijs' noteikta, lai nodrošinātu 500 dīgstošu augu uz kvadrātmetru. SIA „Bioefekts" preparāti migloti 2021. gada 11. maijā, 7. jūnijā, 17. jūnijā un 25. jūnijā. Attiecīgi 1. jūnijā veikta kviešu miglošana ar herbicīdiem Banvel 0.2 l ha^{-1} + Primus XL 0.75 l ha^{-1}, insekticīdu

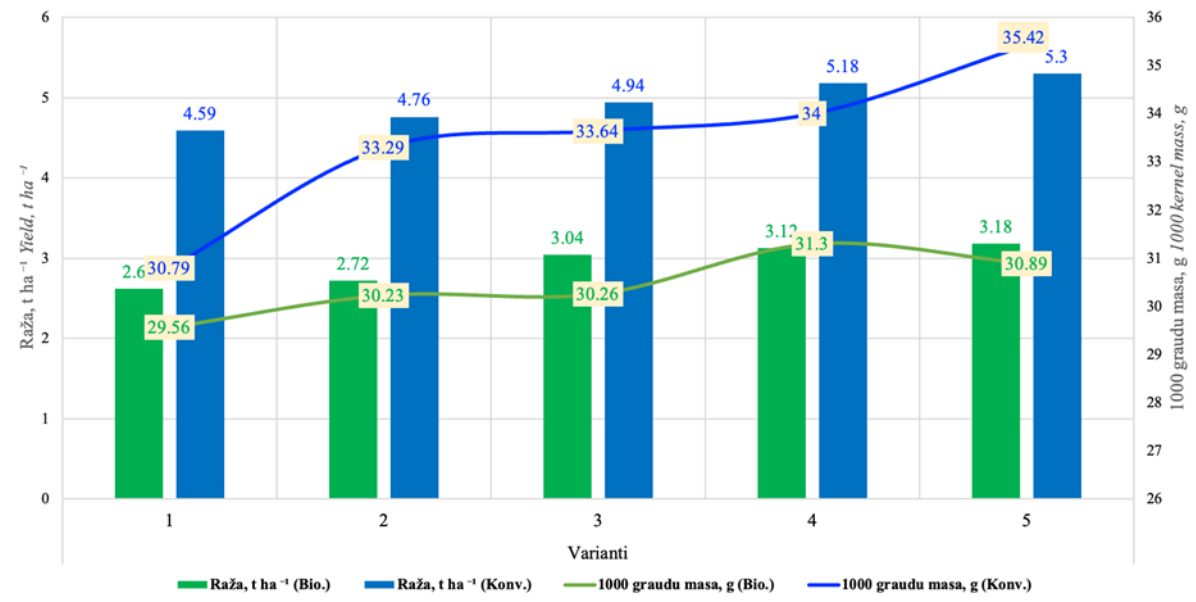
Fastac 50 0.3 l ha^{-1} un 1. variantā (kontrole) ar pretveldres preparātu Cikocels 750 1.0 l ha^{-1}. 10. jūnijā tāpat 1. variantā īstenota miglošana ar fungicīdu Input 1.0 l ha^{-1}, bet 1. jūlijā ar fungicīdiem Priaxor 0.5 l ha^{-1} + Curbatur 0.5 l ha^{-1}. 2.–5. variantā augu aizsardzības līdzekļi ir aizstāti ar SIA „Bioefekts" preparātiem. Jāpiebilst, ka 1. tabulā minētā augu apstrāde ar SIA „Bioefekts" preparātiem 5. jūlijā netika veikta.

Pilngatavību kviešu šķirne 'Robijs' sasniedza 13. augustā. Attiecīgi kviešu izmēģinājumu 20. augustā novāca ar graudu novākšanas kombainu Sampo 130.

1000 kviešu sēklas saskaitītas ar sēklu skaitītāju CONTADORE, nosvērtas ar precizitāti ± 0.001 g. Raža pārrēķināta pie standartmitruma 14%.

Rezultāti

Analizējot iegūto vasaras kviešu šķirnes 'Robijs' graudu ražu bioloģiskajā un konvencionālajā laukā un 1000 graudu masu gan bioloģiskajā, gan konvencionālajā laukā, jāsecina, ka, izmantojot SIA „Bioefekts" produktus, iegūta arī augstāka graudu raža. Veicot ražas datu analīzi, iespējams secināt, ka iegūtais ražas pieaugums, lietojot SIA „Bioefekts" produktus, ir būtisks visos variantos, kur produkti izmantoti (2.–5. variantā). Lielākā atšķirība starp 4. un 5. variantu konstatēta preparātu Trihodermīns, Subtimikss un Azotobakterīns devā augsnes apstrādei un pirmajam miglojumam (cerošanas stadijā).



1. att. Vasaras kviešu šķirnes 'Robijs' graudu raža atkarībā no SIA „Bioefekts" produktiem bioloģiskajā un konvencionālajā laukā. Kolonnas attēlo ražas datus, līnijas – 1000 graudu masu.

Fig. 1. Spring wheat "Robijs" yield after "Bioefekts" Ltd. product use in organic and conventional trials. Bars represent the yield data, the lines – 1000 kernel mass data.

Apkopojot pētījuma datus par bioloģiskā lauka kviešu ražu un tās atšķirību, salīdzinot ar kontroles variantu, respektīvi, 1. variantu un 2.–5. izmēģinājuma variantu, var secināt, ka kontroles variantā iegūtie ražas rādītāji ir 2.62 t h^{-1}, starpība starp 1. un 2. variantu ir 4% apmērā, attiecīgi 2. variantā iegūtā raža sasniedz 2.72 t ha^{-1}. Savukārt 3. un 4. variantā ir vērojama būtiska atšķirība starp abiem variantiem un kontroles varianta rādītājiem – attiecīgi 16% un 19%. Vislielāko starpību uzrāda 5. variants salīdzinājumā ar 1. variantu – 21%. 5. varianta ražas rādītāji ir 3.18 t ha^{-1}, kas ir uzskatāms par lielāko ražas pieaugumu. Konvencionālajā laukā 1. variants jeb kontroles variants sasniedza ražu 4.59 t ha^{-1} apjomā. Kviešu raža 2. variantā ir par 4% augstāka nekā kontroles variantā. Savukārt 3. un 4. varianta dati atspoguļo ražas pieaugumu, kas ir par 8% un 13% vairāk salīdzinājumā ar kontroles variantu. Savukārt 5. variants uzrāda jau 15% ražas pieaugumu salīdzinājumā ar kontroles variantu.

1000 graudu masa bioloģiskajā laukā kontroles variantā ir 29.56 g, 2. un 3. variantā novērojams 2% pieaugums, 4. variantā – 6% pieaugums, 5. variantā – 4% pieaugums. 1000 graudu masu konvencionālajā laukā raksturo vienmērīga pieauguma tendence salīdzinājumā ar konvencionālo

kontroles variantu. 1000 graudu masa kontroles variantā ir 30.79 g, 2. un 3. variantā novērojams pieaugums par 8% un 9%, 4. un 5. variantā 1000 graudu masas pieaugums ir būtisks, tas ir par 10% un 15% augstāks, salīdzinot ar kontroles variantu.

Iegūtie rezultāti apliecina, ka bioloģiskajā graudkopībā iespējams iegūt līdz 21% augstāku kviešu ražu, savukārt saimniekojot konvencionāli, var sasniegt līdz 15% augstāku ražu. Izvērtējot ekonomisko efektivitāti, iespējams secināt, ka, ieviešot mikrobioloģiskos mēslojumus līdztekus konvencionāli lietotajiem mēslojumiem, ir iespējams samazināt agroķīmisko līdzekļu devas, vienlaikus strādājot saskaņā ar Zaļā kursa mērķiem un gūstot ekonomisko labumu.

Secinājumi

1. Mikrobioloģisko preparātu izmantošana lauksaimniecībā atbilst Zaļā kursa mērķiem – samazināt minerālā mēslojuma un sintētisko augu aizsardzības līdzekļu izmantošanu.
2. Lietojot mikrobioloģiskos produktus esošajā augu audzēšanas tehnoloģijā, iespējams palielināt graudaugu ražību.
3. Konvencionālajā lauksaimniecībā mikrobioloģisko preparātu izmantošana var samazināt un daļēji aizstāt lauksaimniecībā izmantoto ķīmisko preparātu lietošanu, taču nepieciešams pētījumus turpināt.
4. Ņemot vērā ievērojamo minerālā mēslojuma cenu kāpumu un ģeopolitisko situāciju 2022. gadā, mikrobioloģisko preparātu lietošana var būt arī ekonomiski izdevīga.

Izmantotā literatūra

1. Cheng, Q. (2008). Perspectives in biological nitrogen fixation research. J. Integr. Plant Biol. 50, p. 786–798.
2. Fleming, A., Jakku, E., Fielke, S., Taylor, B. M., Lacey, J., Terhorst, A., & Stitzlein, C. (2021). Foresighting Australian digital agricultural futures: Applying responsible innovation thinking to anticipate research and development impact under different scenarios. *Agricultural Systems*, *190*(March), 103120. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103120.
3. Johnson, C., Ruiz Sierra, A., Dettmer, J., Sidiropoulou, K., Zicmane, E., Canalis, A., Llorente, P., Paiano, P., Mengal, P., & Puzzolo, V. (2021). The Bio-Based Industries Joint Undertaking as a catalyst for a green transition in Europe under the European Green Deal. *EFB Bioeconomy Journal*, *1*(March), 100014. https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2021.100014.
4. Ma, Y., Oliveira, R. S., Freitas, H., and Zhang, C. (2016). Biochemical and molecular mechanisms of plant-microbe-metal interactions: relevance for phytoremediation. *Front. Plant Sci.* 7:918.
5. Nosrati, R., Owlia, P., Saderi, H., Rasooli, I., and Ali Malboobi, M. (2014). Phosphate solubilization characteristics of efficient nitrogen fixing soil *Azotobacter* strains. Iran. J. Microbiol. 6, p. 285–295.
6. Purnhagen, K. P., Clemens, S., Eriksson, D., Fresco, L. O., Tosun, J., Qaim, M., Visser, R. G. F., Weber, A. P. M., Wesseler, J. H. H., & Zilberman, D. (2021). Europe's Farm to Fork Strategy and Its Commitment to Biotechnology and Organic Farming: Conflicting or Complementary Goals? *Trends in Plant Science*, *26*(6), 600–606. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.03.012.
7. Timmusk, S., Behers, L., Muthoni, J., Muraya, A., and Aronsson, A.-C. (2017). Perspectives and challenges of microbial application for crop improvement. Front. Plant Sci. 8:49.
8. Trivedi, P., and Sa, T. (2008). *Pseudomonas corrugata* (NRRL B-30409) mutants increased phosphate solubilization, organic acid production, and plant growth at lower temperatures. *Curr. Microbiol.* 56, p. 140–144.
9. European Commission. (2020). Farm to Fork Strategy. DG SANTE/Unit 'Food Information and Composition, Food Waste'' 23. https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf.

GRIĶU ŠĶIRŅU 'AIVA', 'NOJAS', 'LILEJA' POTENCIĀLS JAUNU (BEZGLUTĒNA) PRODUKTU RAŽOŠANAI

POTENTIAL OF BUCKWHEAT VARIETIES 'AIVA', 'NOJAS', 'LILEJA' FOR PRODUCTION OF NEW (GLUTEN-FREE) PRODUCTS

Vita Šterna[1], Sanita Zute[1], Margita Damškalne[1], Enno Ence[2], Evita Štrausa[2]
[1]Agroresursu un ekonomikas institūts, [2] Rīgas Tehniskā universitāte, Inženierekonomikas un vadības fakultāte
vita.sterna@arei.lv

Abstract*. Buckwheat cultivation is becoming more and more important at a time when organic farming methods are gaining popularity, because it is in the biological system that the positive contribution of this species to the crop is most effectively seen. The biochemical composition of buckwheat is of high dietary value, however, it may be different for different varieties under the same growing conditions, in addition, the yield, economic characteristics and ripening time depend on the genetic characteristics of the varieties. The aim of the study was to evaluate the productivity and chemical composition of buckwheat cultivars 'Aiva', 'Noja', 'Lileja' and their suitability for the production of extruded products. The research data show that the most suitable varieties for food production in Latvia are 'Aiva' and 'Nojas', which provide a higher yield and are 10–14 days earlier. The high protein content (13. 45–7.12%), the low fat content (2.51–2.82%) and the fiber supply show that all three varieties are high-quality raw materials for the production of both gluten-free and other products. The content of protein, amino acids, fat starch and trace elements in buckwheat grown under the same conditions does not differ significantly.*
Key words: *buckwheat, plant protein, dietary fibre, extrusion.*

Ievads

Pasaulē strauji aug tendence samazināt gaļas lietošanu uzturā, tā vietā izvēloties augu valsts produktus ar līdzvērtīgu proteīna saturu un sastāvu. Tāpat palielinās tendence ražot veselīgus un garšīgus gaļas izstrādājumiem līdzīgus produktus veģetāriešiem un vegāniem, kas atgādina gaļas garšu, krāsu un struktūru ar līdzīgu uzturvērtību (Kumar u.c., 2017). Visbiežāk – gandrīz divās trešdaļās šādu produktu – kā sastāvdaļas tiek izmantoti pākšaugi, attiecīgi to saturs dažādos izstrādājumos veido 9–65% (Curtain & Grafenauer, 2019), tomēr pārtikas ražotāji meklē arvien jaunas izejvielas ar augstu uzturvērtību, jaunas garšu kombinācijas un pārstrādes tehnoloģijas. Viens no saudzīgākajiem tehnoloģiskajiem procesiem ir ekstrūzija – īslaicīga apstrāde augstā temperatūrā un spiediena klātbūtnē, nodrošinot produktiem nepieciešamo struktūru. Ekstrudējot zirņus, pupas, soju (Strauta, 2017; Kudlinskiene u.c., 2020) vai miežus (Sterna u.c.., 2021) un citus graudus, nebūtiski samazinās tauku saturs, bet aminoskābju sastāvs būtiski nemainās. Literatūrā kā vērtīgākās griķu sastāvdaļas min paaugstināto dzelzs saturu, vērtīgo šķiedrvielu, vitamīnu un citu bioloģiski aktīvu vielu daudzumu kodolos (Arendt&Zannini, 2013), vienlaikus griķu sēklās nav glutēna, un tos var lietot cilvēki, kuru organisms nespēj sašķelt labību graudiem raksturīgo specifisko, ūdenī nešķīstošo olbaltumvielu daļu.

Latvijā, tāpat kā bioloģiskās daudzveidības un zaļās domāšanas idejas, arī griķu audzēšana kļūst aizvien populārāka. Lauku atbalsta dienesta dati liecina, ka atbalstam pieteiktās griķu platības pēdējo 3 gadu laikā augušas par 24% – 15 637 ha (2019. gadā), 16 469 ha (2020. gadā) un 19 473 ha (2021. gadā). Diemžēl trūkst šķirņu, kas būtu piemērotas Baltijas reģiona apstākļiem – agrīnas, augstražīgas un ar stabilu ražu, tāpat ir maz pētījumu par Latvijā audzētu griķu kvalitāti, kas veicinātu jaunu griķu produktu izstrādi.

Pētījuma mērķis – izvērtēt griķu šķirņu 'Aiva', 'Noja' un 'Lileja' produktivitāti, ķīmisko sastāvu un to piemērotību ekstrudētu produktu ražošanai.

Materiāli un metodes

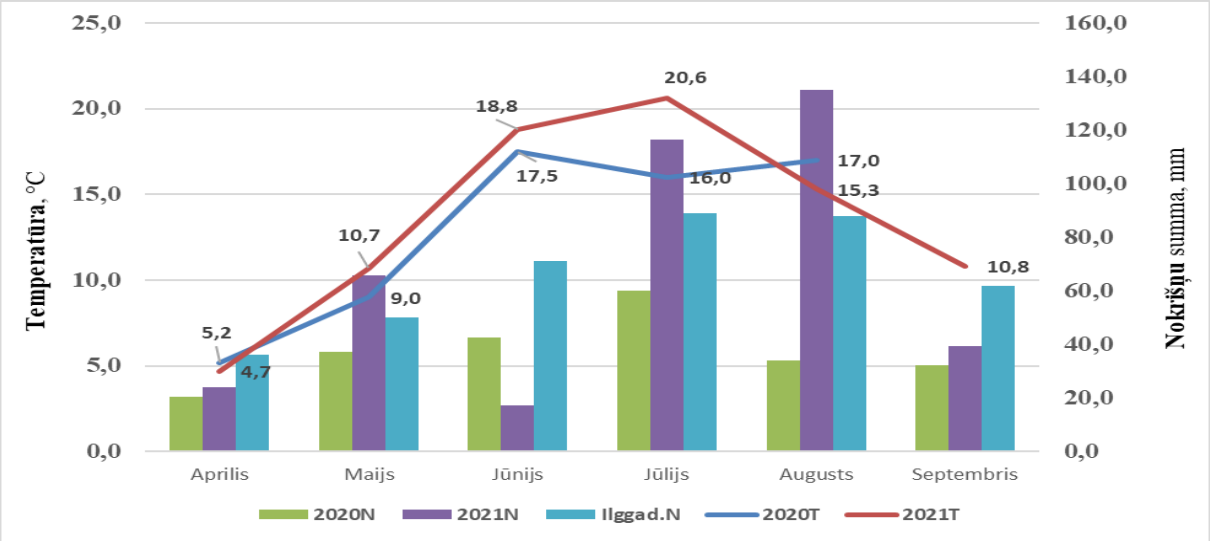
Pētījuma objekts – sējas griķu (*Fagopyrum esculentum* Moench) šķirnes 'Aiva' (Latvija), 'Noja' (Lietuva) un 'Lileja' (Vācija).

*Audzēšanas metodika***.** Sējumi ierīkoti Agroresursu un ekonomikas institūta Stendes pētniecības centra laukos – lat. 57.1412° N, long. 22.5367° E – divas secīgas sezonas, attiecīgi 2020. un 2021. gadā. Augsnes tips – velēnu vāji podzolētā mālsmilts, reljefs līdzens. Augsnes raksturojums –

pH_{KCl} 5.5–5.6, org.v. 1.5–2.1%, P_2O_5 147–192 mg kg^{-1}, K_2O 144–162 mg kg^{-1}. Pamatmēslojums – NPK (10-26-26) 300 kg ha^{-1} un amonija nitrāts N (S) (30-7) – 133 kg ha^{-1}. Sējas laiks – maija 3. dekāde, ražas novākšana – 2020. gada 18. septembrī un 1. oktobrī, kā arī 2021. gada 1. oktobrī un 25. oktobrī. Ražas uzskaites platība – 24 m^2 četros atkārtojumos. Augu produktivitātes rādītāji noteikti, analizējot augus no paraugkūļiem, kas ievākti 2 x 0.125 m^2 platībā katra varianta ražas uzskaites atkārtojumā.

Saimnieciskie rādītāji. Pētījumā novērtēta raža pie standarta mitruma 14%, noteikts augu garums (cm), produktīvo zaru skaits (gab.), ziedkopu skaits (gab.), riekstiņu skaits no auga (gab.), riekstiņu svars no auga (g), plēkšņainība (%).

Meteoroloģiskie apstākļi. Dati par gaisa temperatūru (T) un nokrišņu daudzumu (N) 2020.–2021. gada audzēšanas sezonā apkopoti 1. attēlā.



1. att. Gaisa temperatūras un nokrišņu raksturojums pētījuma gados.
Fig. 1. Characteristics of air temperature and precipitation in the study years.

Ķīmiskā sastāva testēšanas parametri. Proteīna saturs noteikts ar Kjeldāla metodi, noskaidrojot slāpekļa daudzumu un proteīna izteikšanai lietojot koeficientu 6.25. Tauku satura noteikšanai lietota Soksleta ekstrakcijas metode, cieti noteica saskaņā ar LVS EN ISO 10520:2001 standarta prasībām. Šķīstošās un nešķīstošās diētiskās šķiedrvielas tika noteiktas saskaņā ar AOAC 991.43:1994 metodi. Aminoskābju noteikšanai lietota šķidruma hromatogrāfijas metode. Kalcija, fosfora, kālija, magnija noteikšanu veica saskaņā ar standartu prasībām (attiecīgi GOST 26570-95; ISO 6491:1998; LVS EN IS0 6869:200 un GOST 26570-95). Kopējais fenolu saturs noteikts ar spektrofotometrisko metodi, izmantojot Folin-Ciocalteau reaģentu (Singelton u.c., 1999) pie gaismas viļņu garuma 765 nm (izteikts ar gallusskābes ekvivalentu mg $100g^{-1}$). Glutēns un gliadīns noteikts saskaņā ar fermentatīvo metodi PB-394 ed. III 2020. gada 23. aprīlī un iekārtu ELISA Mendez R5.

Ekstrudētu produktu prototipu sagatavošana. Griķu un produktu ekstrūzija veikta uzņēmumā SIA "MILZU!", izmantojot divu skrūvju ekstrūderu. Ekstrūzijas procesā izvēlētās temperatūras ir 78 °C, 83 °C, 98 °C, skrūvju ātrums – 800 rpm^{-1}, produkta Z-G izejviela – zirņu un griķu miltu maisījums proporcijā 65:35.

Datu statistiskās apstrādes metodes. Tika noteikti vidējie rādītāji un standartnovirze, atšķirības tiek uzskatītas par statistiski nozīmīgām, ja $p < 0.05$.

Rezultāti un diskusijas

Griķu ražību būtiski ietekmē augšanas apstākļi veģetācijas periodā, ko pierāda arī pētījumā iegūtie un 1. tabulā apkopotie rezultāti. Salīdzinot abos gados gūtos rezultātus, redzams, ka 2020. gadā griķu attīstība ir noritējusi optimālos apstākļos. Ražības līmenis ir augsts, ko labi atspoguļo arī augu individuālā produktivitāte. Zemāki auga produktivitātes rādītāji bija šķirnei 'Lileja', kuras maksimālais ziedēšanas

periods ir par 10–14 dienām vēlāks nekā šķirnei 'Nojas'. 2020. gadā šķirnes 'Lileja' ziedēšana noritēja vēsākos laikapstākļos, kas neveicināja ziedu apputeksnēšanos, tāpēc šīs šķirnes čemuros bija vismazākais produktīvo riekstiņu skaits.

1. tabula / *Table 1*

Griķu raža un produktivitātes rādītāji
The yield and productivity indicators

Gads/ *Year*	Griķu šķirne / *Buckwheat variety*	Raža/ *Yield* t ha^{-1}	Auguma garums, cm / *Height, cm*	Produktīvo zaru skaits, gab. / *Number of productive branches, pcs*	Čemuru skaits uz auga, gab. / *Number of clusters per plant, pcs*	Riekstiņu skaits no auga, gab. / *Number of seeds per plant, pcs*	Riekstiņu masa no auga, g / *Mass of seeds per plant, g*	Plēkšņu īpatsvars ražā, % / *Proportion of flakes in yield, %*
2020	'Aiva'	4.37	100	2.6	10.2	97	2.7	16.18
	'Nojas'	5.04	96.5	3.0	12.2	82	2.5	21.10
	'Lileja'	2.69	128	2.7	7.0	30.5	0.9	16.65
2021	'Aiva'	0.41	91.3	3.8	6.4	37.2	4.6	27.85
	'Nojas'	0.29	99.9	4.1	12.6	40.7	2.5	30.10
	'Lileja'	0.37	100.4	nn/nd*	nn/nd*	nn/nd*	nn/nd*	35.40

* nn/nd nav noteikts / *not detected*.

Otrajā pētījumu gadā mitruma deficīta un ilgstoša karstuma ietekmē būtiski samazinājās griķu produktivitāte ($p < 0.05$). Meteoroloģiskie apstākļi ziedēšanas periodā kavēja ziedu apputeksnēšanos. Rezultātā samazinājās apaugļoto ziedu skaits un riekstiņu skaits čemurā, bet divu gadu laikā iegūtie rādītāji neatspoguļoja būtiskas atšķirības 1000 riekstiņu masas rezultātos ($p > 0.05$). Šis rādītājs lielā mērā ir atkarīgs no šķirnes genotipa. Visrupjākie riekstiņi tika iegūti no šķirnes 'Lileja' – vidēji abos gados 31.44 g. Vienlaikus šai šķirnei ir arī augstāks riekstiņu apvalku īpatsvars ražā – saskaņā ar 2021. gada datiem tie ir 35.4% no ražas masas. 2021. gada apstākļos vēlīnā šķirne 'Lileja' visintensīvāk ziedēja tieši vasaras otrajā pusē – augustā un septembra sākumā –, kad lietus dēļ augi turpināja attīstīt veģetatīvo masu, un tieši šajā periodā arī veidojās raža, kas bija gatava novākšanai vien oktobra beigās. Savukārt agrīnākās šķirnes 'Nojas' attīstība un ziedēšanas maksimums sakrita ar karstuma periodiem no jūnija beigām līdz jūlijam. Šī iemesla dēļ čemuros bija ļoti mazs riekstiņu skaits – vidēji 2.5 riekstiņi vienā čemurā. Divu gadu dati liecina, ka griķu ražības rādītāji ik gadu var ļoti variēt un meteoroloģiskajiem apstākļiem ir noteicošā loma.

2. tabula / *Table 2*

Griķu ķīmiskais sastāvs
Chemical composition of buckwheat

Gads/ *Year*	Griķu šķirne / *Buck wheat variety*	Proteīns / *Protein*	NŠV/ ŠŠV* *IDF/SDF*	Tauki/ *Fat*	Ciete/ *Starch*	Fosfors/ *Phosphorus*	Kalcijs / *Calcium*	Magnijs / *Magnesium*	Fenolu savienojumi / *Phenolic compounds*
		%							mg100g^{-1}
2020	'Aiva'	13.81	1.2/4.0	2.57	69.5	3.83	0.04	0.15	434.5
	'Nojas'	13.45	1.0/3.3	2.51	71.9	2.51	0.04	0.21	447.3
	'Lileja'	13.91	1.9/5.7	2.63	70.2	2.82	0.05	0.18	435.9
Vidēji 2020. gadā / *Average in 2020*		**13.86**	**1.4/4.3**	**2.61**	**70.1**	**3.29**	**0.04**	**0.17**	**438.1**

2021	'Aiva'	17.06	1.2/2.2	2.64	68.52	2.66	0.04	0.14	398.6
	'Nojas'	16.93	1.6/2.1	2.54	69.87	3.22	0.05	0.16	368.8
	'Lileja'	17.12	-	2.82	68.59	3.52	0.05	0.15	408.4
Vidēji 2021. gadā / *Average in 2021*		**17.19**	**-**	**2.69**	**68.93**	**3.11**	**0.05**	**0.15**	**396.5**

* ŠŠV – šķīstošās diētiskās šķiedrvielas; NŠV – nešķīstošās diētiskās šķiedrvielas.
**IDF – insoluble dietary fiber; SDF – soluble dietary fiber*.

Vērtējot griķu bioķīmiskos rādītājus, kas apkopoti 2. tabulā, jāsecina, ka proteīna, tauku, cietes, fosfora, kalcija un magnija saturs būtiski neatšķīrās ($p > 0.05$) dažādu šķirņu paraugiem. Kaut arī proteīna saturs būtiski atšķiras pa gadiem ($p < 0.05$), pētījuma rezultāti liecina, ka visu šķirņu paraugos tas noteikts augstāks nekā vidēji citos pētījumos, attiecīgi 10.4–12.3% (Arend, Zannini, 2013). Literatūrā minēts, ka griķu kodoli satur vidēji 7% diētisko šķiedrvielu, kur 2.2% ir nešķīstošās šķiedrvielas (lignīns un celuloze) un 4.8% šķīstošās šķiedrvielas, galvenokārt pektīns un sveķi (Steadman u.c., 2001). Mūsu pētījuma rezultāti liecina, ka diētisko šķiedrvielu saturs griķos noteikts 3.4–7.6% robežās un būtiski atšķiras starp šķirnēm ($p < 0.05$). Visvairāk šķiedrvielu, īpaši nešķīstošo, ir šķirnes 'Lileja' paraugos – 7.6%.

Tāpat kā proteīna saturs, arī pētījumā noteiktais aminoskābju sastāvs būtiski neatšķīrās testēto griķu šķirņu paraugos (3. tab.). Literatūrā minēts (Pomeranz, Rubbins, 1972, Arend, Zannini, 2013), ka griķos dominējošās aminoskābes ir glutamīnskābe, asparagīnskābe, arginīns, ko apstiprina arī šī pētījuma rezultāti.

3. tabula / *Table 3*

Aminoskābju saturs griķu paraugos un produktos
Amino acid content of samples of buckwheat and products

Aminoskābes / *Amino acids*	'Aiva'	'Nojas'	'Lileja'	Literatūrā*** / *Literature*	Produkts ZG / *Product ZG*
Asparagīnskābe	0.79 ± 0.13	0.75 ± 0.12	0.69 ± 0.11	1.08–1.20	1.22
Glutamīnskābe	1.75 ± 0.28	1.80 ± 0.29	1.71 ± 0.27	1.78–1.94	2.52
Serīns	0.50 ± 0.18	0.49 ± 0.08	0.50 ± 0.08	0.45–0.52	0.64
Glicīns	0.67 ± 0.11	0.68 ± 0.11	0.67 ± 0.11	0.59–0.65	0.61
Histidīns*	0.24 ± 0.04	0.25 ± 0.04	0.25 ± 0.04	0.23–0.31	0.34
Arginīns	0.90 ± 0.14	0.92 ± 0.15	0.90 ± 0.14	0.85–1.16	1.1
Treonīns*	0.35 ± 0.06	0.34 ± 0.05	0.34 ± 0.05	0.36–0.41	0.47
Alanīns	0.46 ± 0.07	0.48 ± 0.08	0.45 ± 0.07	0.42–0.47	0.58
Prolīns	0.44 ± 0.07	0.43 ± 0.07	0.43 ± 0.07	0.32–0.43	0.61
Tirozīns	0.17 ± 0.03	0.17 ± 0.03	0.16 ± 0.01	0.18–0.25	0.34
Valīns*	0.49 ± 0.08	0.50 ± 0.08	0.49 ± 0.08	0.48–0.54	0.63
Metionīns*	0.20 ± 0.03	0.21 ± 0.03	0.20 ± 0.03	0.18–0.30	0.16
Cisteīns*	0.19 ± 0.03	0.16 ± 0.02	0.17 ± 0.03	-	0.13
Izoleicīns*	0.37 ± 0.06	0.38 ± 0.06	0.37 ± 0.06	0.36–0.40	0.50
Leicīns*	0.68 ± 0.11	0.69 ± 0.11	0.68 ± 0.11	0.61–0.66	0.94
Fenilalanīns*	0.47 ± 0.07	0.47 ± 0.07	0.46 ± 0.07	0.46–0.50	0.64
Lizīns*	0.59 ± 0.09	0.59 ± 0.09	0.37 ± 0.09	0.5–0.7	0.86
NA summa**, $g kg^{-1}$	32.3	32.5	29.9	36.7–38.5	45.4

*Neaizvietojamās aminoskābes, kas jāuzņem ar uzturu / *Essential amino acids*.
** NA – neaizstājamo aminoskābju summa / *the sum of essential amino acids*.
*** (Pomeranz, Rubbins, 1972).

Pētījuma rezultāti liecina, ka neaizstājamo aminoskābju summa griķu paraugos noteikta no 29.9 g kg^{-1} šķirnes 'Lileja' paraugos līdz 32.5 g kg^{-1} šķirnes 'Nojas' paraugos un būtiski neatšķīrās starp šķirnēm, tas ir nedaudz mazāk nekā minēts literatūrā 36.7–38.5 g kg^{-1} (Pomeranz, Rubbins,

1972). Lizīna saturs griķu 'Aiva' un 'Nojas' paraugos veido 0.59 g kg^{-1}, un tas ir aptuveni divas reizes augstāks nekā citos graudos, piemēram, miežos lizīna saturs ir 0.31–0.34 g kg^{-1}. Uztura zinātnieki rosina patērēt graudus kopā ar pākšaugiem proporcijā 65:35, lai nodrošinātu sabalansētu aminoskābju uzņemšanu, jo pākšaugos ir maz sēru saturošo aminoskābju – meteomīna un cisteīna, bet lizīna, fenilalanīna vairāk nekā graudos (Petrusán u. c., 2016). Aminoskābju saturs produktos, kur līdztekus griķiem iekļauti arī zirņi (produkts ZG, 3. tab.), liecina, ka kopējā neaizstājamo aminoskābju summa jaunajos produktos ir augstāka – 45.4 g kg^{-1}, tāpat augstāks nekā griķos ir arī glutamīnskābes, prolīna, tirozīna, leicīna un lizīna saturs.

Pētījuma rezultāti liecina, ka ekstrudētie produkti – griķu, zirņu-griķu, griķu-miežu – nesatur glutēnu (< 80 ppm), tāpēc droši lietojami arī to cilvēku uzturā, kuriem rekomendēts samazināt to saturu.

Kopumā iegūtie rezultāti liecina, ka griķi ir lieliski piemēroti gan brokastu pārslu, saldo un sāļo uzkodu ražošanai, gan var tikt iekļauti dažādu sauso maisījumu un pusfabrikātu ražošanā, piemēram, smūtiju vai falafelu sausajos maisījumos.

Secinājumi

1. Latvijas apstākļiem piemērotākās ir griķu šķirnes 'Aiva' un 'Nojas', kas labos augšanas apstākļos spēj nodrošināt sējumu ražību, lielāku par 4 t ha^{-1}, šīs šķirnes ir par 10 līdz 14 dienām agrīnākas, salīdzinot ar šķirni 'Lileja', sniedzot iespēju ražu novākt agrāk un ar mazākiem ražas zudumiem.
2. Proteīna, aminoskābju, tauku, cietes un mikroelementu saturs vienādos apstākļos audzētām griķu šķirnēm neatšķiras.
3. Augstais proteīna saturs (13.45–17.12%), zemais tauku saturs (2.51–2.82%) un šķiedrvielu nodrošinājums (4.2–7.4%) liecina, ka visas testētās šķirnes ir augstvērtīga izejviela bezglutēna produktu ražošanai, kas var tikt iekļauta gan brokastu pārslu, gan vegāniem piemērotu produktu, piemēram, smūtiju vai falafelu, ražošanai.
4. Lai nodrošinātu optimālu aminoskābju sastāvu, griķus ir lietderīgi kombinēt ar pākšaugiem.

Pētījumi veikti ar līgumu Nr.1.2.1.1/18/A/002 starp SIA „Latvijas Pārtikas nozares kompetences centrs" un Centrālo finanšu un līgumu aģentūru, pētījumu veic SIA „MILZU!" (pētījuma Nr. 45) ar Eiropas Reģionālās attīstības fonda (ERAF) atbalstu projekta „Latvijas Pārtikas nozares kompetences centrs" ietvaros un Valsts un ES atbalsta pasākuma "Sadarbība" 16.2. apakšaktivitātes finansiālu atbalstu – projekta Nr. 19-00-A01620-000068, „Zināšanu pārnese un jaunu graudaugu produktu izstrāde".

Izmantotā literatūra

1. Arendt E. K., Zannini E. (2013). Buckwheat. **No** *Cereal grains for the food and beverage industries*. Hughes S. red. Woodhead Publishing, p. 369–408.
2. Curtain F., Grafenauer S. (2019) Plant-Based meat substitutes in the flexitarian age: an audit of products on supermarket shelves. *Nutrients*, Vol 11(11):2603.
3. Kudlinskienė I., Gružauskas R., Daukšienė A., Dovidaitienė G., Želvytė R., Monkevičienė I., Šližius E., Urbšienė D., Racevičiūtė-Stupelienė A., Ots M., Kass M., Žilinskas H., Stankevičius R. (2020). Effect of extrusion on the chemical composition of the faba beans and its influence on Lactation performance of dairy cows. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol 107, Nr 1 p. 87–94.
4. Kumar, P., Chatli, M.K., Mehta, N., Singh, P., Malav, O.P., Verma, A.K. 2017. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(5): 923-932. DOI: 10.1080/10408398.2014.939739.
5. Pomeranz Y., Robbins G. S. (1972). Amino-acid composition of buckwheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol 20, p. 270-274.
6. Petrusán J.I., Rawel H., Huschek G. (2016). Protein–rich vegetal sources and trends in human nutrition: A review. *Current Topics Peptide & Protein Research* **17**, 1-19

7. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau reagent. *Methods Enzymology* **299**, 152-178. http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1
8. Steadman K. J., Burgoon M. S., Lewis B. A., Edwardson S. E., Obendorf R. L. (2001). Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre. *Journal of Cereal Science*, Vol 33, p. 271–278.
9. Sterna V., Bleidere M., Sabovics M., Auzins A., Leimane I., Krievina A. (2021). Improving nutritional value of products with flour of the hulless barley cultivar 'Kornelija' as an ingredient. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol.108, Nr 1 p.43–50.
10. Strazdina V., Jemeljanovs A., Sterna V., Vjazevica V. (2011). Evaluation of protein composition of game meat in Latvian farms and wildlife. *Agronomy Research* Vol 9 (Special issue II) p. 469–472.
11. Strauta L. (2017). Pākšaugi ekstrudētu pārtikas produktu ieguvei. Latvijas Lauksaimniecības universitātes PTF, 146 lpp.

ZEMEŅU ĀBOLIŅA (*TRIFOLIUM FRAGIFERUM*) LATVIJAS POPULĀCIJAS BIOLOĢISKĀS UN ĢENĒTISKĀS DAUDZVEIDĪBAS IZVĒRTĒJUMS

*ASSESSMENT OF BIOLOGICAL AND GENETIC DIVERSITY OF THE LATVIAN POPULATION OF STRAWBERRY CLOVER (*TRIFOLIUM FRAGIFERUM*)*

Ģederts Ieviņš[1], Una Andersone-Ozola[1], Dainis Ruņģis[2], Astra Jēkabsone[1], Andis Karlsons[3]
[1]Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte, [2]LVMZI „Silava", [3]Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts
gederts.ievins@lu.lv

Abstract. *The aim of this study was to characterize biological and genetic diversity of geographically isolated micropopulations of strawberry clover in Latvia, with a special attention to resistance to abiotic and anthropogenic factors, as well as dependence on nitrogen fertilizer and symbiosis of N_2-fixing bacteria. Plants from all micropopulations were characterized by relatively high resistance to the tested adverse environmental factors, but there were significant differences between individual micropopulations in terms of biomass accumulation and changes in physiological parameters due to these factors. The analysis of genetic diversity showed a low degree of diversification within individual populations, but micropopulations were genetically differentiated from each other, and a significant difference emerged between "marine" and "river / lake" coastal habitats. The observed genetic and physiological diversity shows that the geographically isolated populations of strawberry clover in Latvia represent different ecotypes and are considered to be a valuable biological resource of crop wild relatives.*

Key words: *crop wild relatives, forage crops, genetic diversity, strawberry clover, stress tolerance.*

Ievads

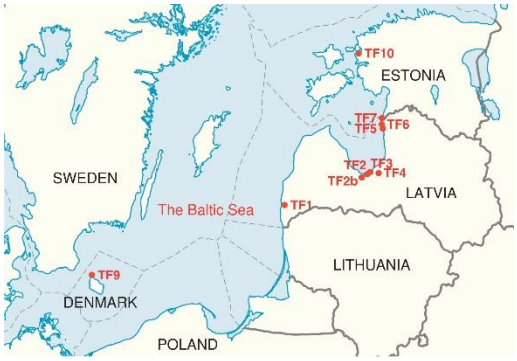
Pasaulē notiekošās klimata izmaiņas un pieaugošā antropogēnā ietekme palielina arī agroekosistēmu heterogenitāti. Lai saglabātu stabilas un kvalitatīvas ražas šādos apstākļos, ir jāpalielina kultūraugu šķirņu daudzveidība, īpašu uzmanību pievēršot to abiotiskā stresa izturībai. Kultūraugu savvaļas radinieki ir īpaši vērtīgs resurss šī mērķa sasniegšanā (Dempewolf et al., 2014). Latvijā kultūraugu savvaļas radinieki ir pārstāvēti galvenokārt ar lopbarībā izmantojamām kultūrām – ilggadīgajām graudzālēm un tauriņziežiem. Raugoties no lauksaimniecības ilgtspējas viedokļa, tauriņzieži ir īpaši vērtīgi gan kā proteīna avots, gan saistībā ar augsnes slāpekļa satura palielināšanu gumiņbaktēriju simbiozes rezultātā (Zhang et al., 2019). Vairāku āboliņu ģints (*Trifolium*) sugu savvaļas ģenētiskie resursi ir pētīti Latvijā un citās Baltijas valstīs (Dabkevičiene, Dabkevičius, 2005; Rancane et al., 2006; Bērziņa et al., 2008; Paplauskienė, Dabkevičienė, 2012; Lemežienė et al., 2018), taču nav pieejama informācija par īpaši retas sugas zemeņu āboliņa (*Trifolium fragiferum* L.) bioloģisko un ģenētisko daudzveidību. Lai gan Eiropā zemeņu āboliņu saimnieciski neizmanto, tas tiek kultivēts kā mērenās joslas daudzgadīgo ganību komponents citos reģionos (ASV, Austrālija, Jaunzēlande), un tam piemīt unikālas agronomiskās īpašības, tai skaitā izturība pret augsnes sāļumu, pārlieku lielu mitrumu un sausumu, kā arī slimībām (Townsend, 1985; Nichols et al., 2012). Ziemeļeiropā *T. fragiferum* ir raksturīgā suga Eiropas aizsargājamā biotopā „Baltijas boreālā piekrastes pļava" 1630* (Rūsiņa, 2013), bet Latvijā tai ir īpaši aizsargājamās sugas statuss.

Šī pētījuma mērķis bija raksturot Latvijā sastopamo zemeņu āboliņa ģeogrāfiski izolēto mikropopulāciju bioloģisko un ģenētisko daudzveidību, īpašu uzmanību pievēršot izturībai pret abiotiskajiem un antropogēnajiem faktoriem, kā arī atkarībai no slāpekļa papildmēslojuma un gumiņbaktēriju simbiozes. Tika izvirzīta hipotēze, ka *T. fragiferum* mikropopulācijas ir ģenētiski diferencēti ekotipi ar atšķirīgām fizioloģiskajām īpašībām.

Materiāli un metodes

Eksperimentiem izmantoja *Trifolium fragiferum* sēklu materiālu no astoņām identificētajām Latvijas mikropopulācijām (atradnēm) (1. att.). Bioloģisko un ģenētisko salīdzinājumu veica ar Austrālijas komercšķirni 'Palestine' (TF8). Ģenētiskās daudzveidības pētījumā izmantoja arī zemeņu āboliņa paraugus no Bornholmas (Dānija, TF9) un Hāpsalu (Igaunija, TF10), bet sālsizturības pētījumā arī TF9. Veģetācijas trauku eksperimentus realizēja kontrolētos apstākļos siltumnīcā, salīdzinot izvēlēto genotipu augšanas un fizioloģisko reakciju uz pieaugošu augsnes sāļumu,

paaugstinātu mitrumu un augsnes appludināšanu, atkārtotu nogriešanu, atkārtotu nobradāšanu, pieaugošu smago metālu (Pb un Cd) koncentrāciju, slāpekļa papildmēslojumu un simbiozi ar natīvajām gumiņbaktērijām. Augus audzēja individuāli 1.3 L plastmasas konteineros kvarca smilšu un komerciālas dārza augsnes maisījumā (1:3) siltumnīcā ar papildapgaismojumu (fotonu plūsmas blīvums 380 µmol m^{-2} s^{-1}, fotoperiods 16 h), 24/16 °C temperatūrā (diena/nakts), relatīvais gaisa mitrums 60–70%. Augus mēsloja ar Yara Tera Kristalon Red un Yara Tera Calcinit mēslojumu reizi divās nedēļās. Eksperimentu gaitā veica hlorofila koncentrācijas un hlorofila *a* fluorescences mērījumus ar nedestruktīvām metodēm. Eksperimentu noslēgumā augus individuāli sadalīja pa daļām (saknes, stoloni, lapu kāti, lapu plātnes), noteica lapu skaitu un atsevišķo daļu svaigo un sauso masu. Līdztekus veica arī pētījumu lauka apstākļos Latvijas zemeņu āboliņa atradnēs, lai noskaidrotu augsnes ķīmiskā sastāva un augu minerālās barošanās īpatnības. Detalizēta informācija par augu pavairošanu, kultivēšanas apstākļiem siltumnīcā, veiktajām analīzēm un mērījumiem atrodama iepriekšējās publikācijās (Andersone-Ozola et al., 2021a; Andersone-Ozola et al., 2021b; Ievinsh et al., 2021).



1. att. Baltijas jūras karte ar pētījumā izmantoto *T. fragiferum* atradņu vietām.
Fig. 1. Map of the Baltic Sea with indicated sites of T. fragiferum *used in the study.*

Ģenētiskajām analīzēm DNS izdalīja no 11 populāciju 265 individuāliem augiem, izmantojot modificētu CTAB metodi (Porebski et al., 1997). Tika aprobēti 16 āboliņa marķieri: TPSSR09, TPSSR46, TPSSR13, TPSSR17, TPSSR34, TPSSR16, TPSSR44, TPSSR50, TPSSR29, TPSSR40 (Kölliker et al. 2006), RCS0883, RCS1928, RCS1225, RCS1897, RCS2667, RCS3666 (Haerinasab et al., 2020). Pēc marķieru genotipēšanas kvalitātes pārbaudes visus izdalītos DNS paraugus analizēja ar 10 mikrosatelītu marķieriem (TPSSR16, TPSSR17, TPSSR40, TPSSR50, RCS0883, RCS1928, RCS1225, RCS1897, RCS2667, RCS3666). Genotipēšanas datus analizēja ar GenAlEx 6.501 (Peakall, Smouse, 2012), Mega 4 (Tamura et al., 2007), Structure 2.3.4 (Pritchard et al., 2000) un Structure Harvester (Earl, von Holdt, 2012).

Rezultāti un diskusijas

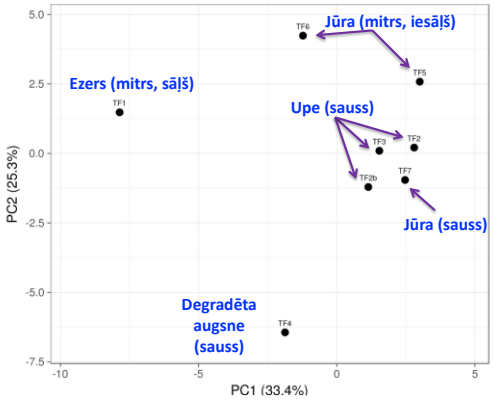
Augsnes apstākļu un minerālās barošanās atšķirības Latvijas atradnēs. Visas identificētās ģeogrāfiski izolētās *T. fragiferum* mikropopulācijas atradās tiešā ūdensbaseinu tuvumā (jūras, upes, ezera piekrastē), izņemot TF4 atradni Rīgas pilsētas degradētā teritorijā. Tikai TF1 atradnē *T. fragiferum* auga sāļā augsnē, bet TF5 un TF6 – iesāļā augsnē (1. tab.). Atradnes pārsvarā bija salīdzinoši nelielas, to laukums bija no dažiem simtiem m^2 (TB2, TB2b, TB4) līdz vairākiem tūkstošiem m^2 (TF1). Indivīdu skaits atradnēs bija no apmēram 10 (TF2, TF3, TF7) līdz vairākiem tūkstošiem (TF1).

1. tabula / *Table 1*

Augsnes īpašības *T. fragiferum* Latvijas atradnēs
Soil characteristics at* T. fragiferum *Latvian sites

Atradne/*Site*	Augsnes mitrums, % / *Soil moisture*	Augsnes sāļums, mS cm^{-1} / *Soil salinity*	Na^+ koncentrācija, mg L^{-1} / *Na^+ concentration*	pH/*pH*
TF1	65.4 ± 5.4 a	8.94 ± 1.18 a	1114 ± 180 a	6.53 ± 0.43 d
TF2	8.94 ± 1.18 a	0.36 ± 0.06 c	57 ± 13 c	8.70 ± 0.2 a
TF2b	1114 ± 180 a	0.36 ± 0.09 c	44 ± 14 d	7.78 ± 0.13 abc
TF3	6.53 ± 0.43 d	0.60 ± 0.37 c	64 ± 4 c	6.78 ± 0.17 cd
TF4	26.9 ± 1.9 d	0.59 ± 0.05 c	65 ± 2 c	8.65 ± 0.09 ab
TF5	0.36 ± 0.06 c	2.18 ± 0.50 b	357 ± 87 b	7.70 ± 0.04 abc
TF6	57 ± 13 c	2.51 ± 0.71 b	484 ± 48 b	7.07 ± 0.17 cd
TF7	8.70 ± 0.2 a	0.21 ± 0.03 c	22 ± 2 e	7.35 ± 0.02 bcd

Augiem pieejamo augsnes minerālelementu koncentrācijas uzrādīja būtiskas atšķirības starp dažādām atradnēm un variēja no 59% N līdz 139% Ca gadījumā. Minerālelementu koncentrācijas apjoms augu lapu kātos un plātnēs variēja mazāk. Principiālo komponentu analīze atspoguļoja līdzību attiecībā uz augsnes īpašībām un minerālo barošanos starp mikropopulācijām sausos sāls neietekmētos biotopos upes un jūras piekrastē (2. att.). Pamatojoties uz šiem rezultātiem, *T. fragiferum* var raksturot kā sugu, kas spējīga uzturēt minerālvielu homeostāzi audos, pat augot substrātos ar krasi atšķirīgu pieejamo minerālvielu koncentrāciju, dažādu sāļumu un pH vērtībām.

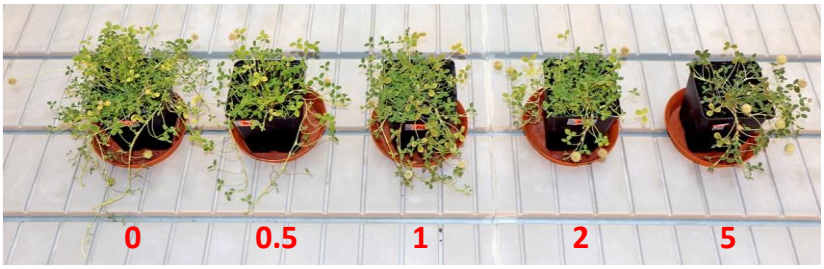


2. att. Augsnes īpašību un minerālās barošanās līdzība starp *T. fragiferum* atradņu vietām.
Fig. 2. Similarity of soil characteristics and mineral nutrition of T. fragiferum *sites.*

Atradņu atrašanās tiešā ūdens baseinu tuvumā norāda uz iespējamo sugas izplatīšanos pa ūdeni un saistību ar organisko sanesumu nogulsnēšanos. Atšķirībā no citām āboliņu sugām *T. fragiferum* ir raksturīga ziedkopas (ziedgalvas) pārvēršanās par augļgalvu, kas sastāv no uzpūstām augļa kapsulām, veidotām no ziedkausa struktūrām pēc noziedēšanas (Zohary, Heller, 1982). Augļgalvas var nodrošināt sēklu izplatīšanās iespēju pa ūdeni, kas, domājams, notiek kopā ar fitodetrīta izplatīšanos (Wolters et al., 2017). Nevar izslēgt arī iespēju, ka kopā ar fitodetrītu izplatās arī augu stolonu fragmenti, kas var darboties kā veģetatīvās propagulas.

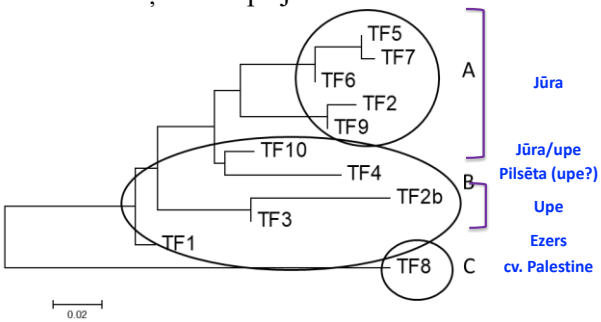
Izturība pret abiotiskajiem un antropogēnajiem faktoriem. Zemeņu āboliņa augiem no visām atsevišķajām Latvijas mikropopulācijām bija raksturīga salīdzinoši augsta izturība pret palielinātu augsnes mitrumu, nobradāšanu un nogriešanu, taču tiem konstatētas būtiskas atšķirības starp atsevišķām mikropopulācijām saistībā ar biomasas uzkrāšanos un fizioloģisko parametru izmaiņām šo faktoru ietekmē. TF1 kopumā uzrādīja vislielāko izturību. Visiem genotipiem bija augsta izturība pret palielinātu nebiogēno smago metālu Cd un Pb koncentrāciju augsnē, un to uzkrāšanos pārsvarā novēroja saknēs, turpretī dzinumos tā bija būtiski mazāka. Visi genotipi spēja augt un ģeneratīvi vairoties palielināta substrāta sāļuma apstākļos (līdz 5 g Na L^{-1}), taču tika novērotas būtiskas atšķirības, kas skar morfoloģiskos parametrus un biomasas veidošanos (3. att.). Paraugiem no

biotopiem ar augstāku sāļuma līmeni (TF1, TF9) bija augstāka relatīvā sālsizturība, taču TF9 bija būtiski mazāka biomasa jau kontroles apstākļos, tāpēc lielāku biomasu paaugstināta sāļuma apstākļos uzkrāja TF1 augi. Sāļuma ietekme uz minerālo barošanos raksturojama kā specifiska genotipam, apliecinot, ka minerālvielu homeostāzes uzturēšana ir būtisks sālsizturības komponents.



3. att. Pieaugoša sāļuma (g Na^+ L^{-1}) ietekme uz *T. fragiferum* TF9 augu morfoloģiju.
Fig. 3. Effect of increasing salinity (g Na^+ L^{-1}) on morphology of T. fragiferum *TF9 plants.*

Ģenētiskās daudzveidības raksturojums. Izmantojot 10 mikrosatelītu marķierus, tika konstatēta vienādi zema ģenētiskā daudzveidība visās Latvijas populācijās, kā arī augiem no Dānijas un Igaunijas atradnēm, ko varētu izskaidrot ar populāciju ģeogrāfisko izolāciju un klonālās vairošanās raksturu. Ievērojami lielāka daudzveidība tika novērota cv. 'Palestine' sēklu materiālā. Populācijas bija ģenētiski diferencētas, ar savstarpējām F_{st} vērtībām virs 0.050, izņemot TF5/TF6 un TF5/TF7. Interesanti, ka ģenētiskā diferenciācija starp TF2 (Lielupes ieteka jūrā) un TF9 (Bornholmas sala Dānijā) populācijām bija visai neliela (F_{st} = 0.069), lai gan starp tām gaisa līnija sasniedz vairāk nekā 600 km. Populāciju savstarpējo ģenētisko distanču analīze sadalīja tās trīs grupās (4. att.). Pirmajā grupā bija visas jūras piekrastes populācijas, izņemot TF10 (Hāpsalu Igaunijā). Otrajā grupā ietilpa populācijas no upes un ezera krasta, kā arī TF10, bet cv. 'Palestine' veidoja atsevišķu grupu. Šie rezultāti apstiprina pieņēmumu par *T. fragiferum* izplatīšanos Ziemeļeiropā pēc pēdējā leduslaikmeta pa diviem ceļiem – pa iekšzemes ūdeņiem un pa jūru.

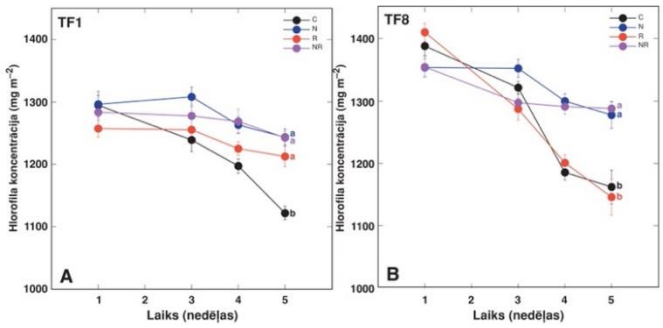


4. att. Ģenētiskā līdzība starp *T. fragiferum* populācijām.
Fig. 4. Genetic similarity between populations of T. fragiferum.

Simbiotiskās un slāpekļa atkarības raksturojums. Visu astoņu Latvijas atradņu *T. fargiferum* augiem un cv. 'Palestine' salīdzināja reakciju uz papildu slāpekli un inokulāciju ar natīvajām simbiotiskajām gumiņbaktērijām. Asimbiotiski kultivētiem minerālmēslojumu saņēmušiem *T. fragiferum* augiem pakāpeniski parādījās slāpekļa deficīta pazīmes, kas izpaudās kā lapu hlorofila koncentrācijas samazināšanās, lapu novecošanās, augšanas ātruma samazināšanās. Slāpekļa pievienošana, inokulācija ar natīvajām gumiņbaktērijām vai abu faktoru kompleksa ietekme būtiski novērsa šo simptomu rašanos (5. att.). Genotipi uzrādīja salīdzinoši līdzīgu atkarības pakāpi no slāpekļa (no 70 līdz 95% dzinumu sausās masas palielināšanās), bet dzinumu sausās masas pieaugums, inokulējot ar natīvajām gumiņbaktērijām, svārstījās no 27 līdz 85%. Vairākiem genotipiem (TF1, TF5, TF8) slāpekļa pievienošana jau simbiotiskiem augiem izraisīja papildu biomasas pieaugumu, bet tikai TF5 pozitīvi reaģēja uz papildu inokulāciju ar slāpekli apstrādātiem augiem. Gan lapu hlorofila koncentrācija, gan hlorofila *a* fluorescences parametrs PI bija labi rādītāji fizioloģiskā stāvokļa izmaiņām, ko izraisīja apstrāde ar slāpekli vai inokulācija ar gumiņbaktērijām (6. att.). Minerālvielu

koncentrācijas izmaiņas dažādās augu daļās bija atkarīgas no auga genotipa / gumiņbaktēriju kombinācijas.

5. att. Slāpekļa papildmēslojuma un gumiņbaktēriju ietekme uz *T. fragiferum* TF1 augu morfoloģiju.
Fig. 5. Effect on additional N fertilizer and rhizobia on morphology of T. fragiferum *TF1 plants.*



6. att. Slāpekļa papildmēslojuma (N), gumiņbaktēriju (R) un kopējās apstrādes (NR) ietekme uz *T. fragiferum* TF1 (A) un TF8 (B) augu lapu hlorofila koncentrācijas dinamiku.
Fig. 6. Effect on additional N fertilizer (N), rhizobia (R) and both treatments (NR) on time course of leaf chlorophyll concentration in leaves of T. fragiferum *TF1 (A) and TF8 (B) plants.*

Secinājumi

1. Pamatojoties uz minerālās barošanās adaptācijas spēju pielāgoties krasi atšķirīgiem augsnes apstākļiem un sāļumam, kā arī augu noturīgumu pret nelabvēlīgiem apstākļiem, *T. fragiferum* saglabāšanās potenciālu Latvijā var raksturot kā augstu, neraugoties uz esošo mikropopulāciju izolētību un ierobežoto lielumu.

2. Augiem no atsevišķām atradnēm ir lielāka izturība nekā cv. 'Palestine', kas apliecina, ka šie ģenētiskie paraugi ir izmantojami kā selekcijas materiāls jaunu lopbarības kultūru šķirņu veidošanai. Īpaši vērtīgs adaptīvā potenciāla ziņā ir genotips TF1 no Liepājas ezera piekrastes iesāļās mitrās pļavas.

3. Novērotā ģenētiskā un fizioloģiskā daudzveidība liecina, ka ģeogrāfiski izolētās zemeņu āboliņa mikropopulācijas Latvijā pārstāv dažādus ekotipus un ir uzskatāmas par vērtīgu kultūraugu savvaļas radinieku bioloģisko resursu.

Pateicība. Pētījums veikts Latvijas Zinātnes padomes Fundamentālo un lietišķo pētījumu projekta lzp-2020/2-349 „Vērtīgas savvaļas tauriņziežu sugas *Trifolium fragiferum* Latvijas ģenētisko resursu molekulārs, fizioloģisks un ekoloģisks izvērtējums ilgstpējīgas lauksaimniecības kontekstā" ietvaros. Paldies Magnolijai Garbarino, Lāsmai Neiceniecei, Līvai Purmalei un Mārim Romanovam par piedalīšanos pētījumā.

Izmantotā literatūra

1. Andersone-Ozola U., Jēkabsone A., Karlsons A., Romanovs M., Ievinsh G. (2021a). Soil chemical properties and mineral nutrition of Latvian accessions of *Trifolium fragiferum*, a crop wild relative plant species. *Environmental and Experimental Biology*, Vol. 19, p. 245–254.

2. Andersone-Ozola U., Jēkabsone A., Purmale L., Romanovs M., Ievinsh G. (2021b). Abiotic stress tolerance of coastal accessions of a promising forage legume species, *Trifolium fragiferum*. *Plants*, Vol. 10, 1552.
3. Bērziņa I., Zhuk A., Veinberga, I., Rashal I., Ruņģis, D. (2008). Genetic fingerprinting of Latvian red clover (*Trifolium pratense* L.) varieties using simple sequence repeat (SSR) markers: comparison over time and space. *Latvian Journal of Agronomy*, Vol. 11, p. 28–33.
4. Dabkevičiene G., Dabkevičius Z. (2005). Evaluation of wild red clover (*Trifolium pratense* L.) ecotypes and hybrid populations (*Trifolium pratense* L. × *Trifolium diffusum* Ehrh.) for clover rot resistance (*Sclerotinia trifoliorum* Erikss.). *Biologija*, Vol. 3, p. 54–58.
5. Dempewolf H., Eastwood R.J., Guarino L., Khoury C.K., Müller J.V., Toll J. (2014). Adapting agriculture to climate change: a global initiative to collect, conserve, and use crop wild relatives. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, Vol. 38, p. 369–377.
6. Earl D.A., von Holdt B.M. (2012). STRUCTURE HARVESTER: A website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetics Resources*, Vol. 4, p. 359–361.
7. Haerinasab M., Ali-Farsangi F., Bordbar F., Farouji A.E. (2020). Genetic diversity and infraspecific relationships of *Trifolium fragiferum* L. in Iran. *Iranian Journal of Science and Transactions A: Science*, Vol. 44, p. 345–354.
8. Ievinsh G., Karlsons A., Jēkabsone A., Andersone-Ozola U. (2021). Heavy metal tolerance and accumulation potential of coastal accessions of *Trifolium fragiferum*, a promising forage species. ***In***: *Proceedings of the 10th International Scientific Conference Rural Development 2021*. Vytautas Magnus University Agriculture Academy, pp. 214–219.
9. Kölliker R., Enkerli J., Widmer F. (2006). Characterization of novel microsatellite loci for red clover (*Trifolium pratense* L.) from enriched genomic libraries. *Molecular Ecology Notes*, Vol. 6, p. 50–53.
10. Lemežienė N., Stukonis V., Kemešytė V., Norkevičienė E. (2018). Wild and semi natural ecotypes of perennial grasses and legumes – for breeding purposes. ***In***: *Breeding Grasses and Protein Crops in the Era of Genomics*. Brazauskas G. et al. (Eds.). Springer International Publishing AG; pp. 88–95.
11. Nichols P.G.H., Revell C.K., Humphries A.W., Howie J.H., Hall E.J., Sandral G.A., Ghamkhar K., Harris C.A. (2012). Temperate pasture legumes in Australia—their history, current use, and future prospects. *Crop and Pasture Science*, Vol. 63, p. 691–725.
12. Paplauskienė V., Dabkevičienė G. (2012). A study of genetic diversity in *Trifolium hybridum* varieties using morphological characters and ISSR markers. *Žemdirbystė=Agriculture*, Vol. 99, p. 313–318.
13. Peakall R., Smouse P.E. (2012). GenALEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics*, Vol. 28, p. 2537–2539.
14. Porebski S., Bailey L.G., Baum B.R. (1997). Modification of a CTAB DNA extraction protocol for plants containing high polysaccharide and polyphenol components. *Plant Molecular Biology Reporter*, Vol. 5, p. 8–15.
15. Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, Vol. 155, p. 945–959.
16. Rancane S., Jansone B., Sparnina M. (2006). The evaluation of genetic resources of forage legumes collected from natural grassland. ***In***: *Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation: Sustainable Grassland Productivity*, Badajoz, Spain, 3–6 April 2006, pp. 327–329.
17. Rūsiņa S. 2013. 1630* Boreal Baltic coastal meadows. ***In***: Auniņš A. (Ed.) *European Union Protected Habitats in Latvia. Interpretation Manual.* Riga, Latvian Fund for Nature, Ministry of Environmental Protection and Regional Development, pp. 55–57.
18. Tamura K., Dudley J., Nei M., Kumar S. (2007). MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution*, Vol. 24, p. 1596–1599.
19. Townsend C.E. (1985). Miscellaneous perennial clovers. ***In***: *Clover Science and Technology*. Taylor J.L. (Ed.). ASA/CSSA/SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 563–578.

20. Wolters M., de Vries S., Ozinga W., Bakker J.P. (2017). Restoration of inland brakish vegetation by large-scale transfer of coastal driftline material. *Applied Vegetation Science*, Vol. 20, p. 641–650.
21. Zhang H., Yasmin F., Song B.-H. (2019). Neglected treasures in the wild — legume wild relatives in food security and human health. *Current Opinion in Plant Biology*, Vol. 49, p. 17–26.
22. Zohary M., Heller D. (1984). *The Genus Trifolium*. Israel Academy of Sciences and Humanities. 606 p.

BIOGĀZES DIGESTĀTA UN KOKSNES PELNU POTENCIĀLĀ IZMANTOŠANA KOKAUGU MĒSLOŠANAI

POTENTIAL USE OF DIGESTATE AND WOOD ASH AS TREE FERTILISER

Austra Zuševica[1], Kārlis Dūmiņš[1], Viktorija Vendiņa[1], Sindija Žīgure[1], Dagnija Lazdiņa[1] Aleksandrs Adamovičs[2]

[1]Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava", [2]Latvijas Lauksaimniecības universitāte
austra.zusevica@silava.lv

Kopsavilkums

Biogāzes un koksnes koģenerācijas procesā iegūstamie atkritumprodukti – digestāts un koksnes pelni – ir potenciāli izmantojami kā mēslošanas līdzeklis, jo digestātā ir augsts slāpekļa saturs, bet koksnes pelni satur daudz fosfora un kālija. Pētījuma mērķis bija noskaidrot optimālo pelnu un digestāta devu kokaugu mēslošanai. Kā substrātu izmantoja ar kāliju un fosforu nabadzīgu meža augsni (pH = 4.3), kuru papildināja ar digestāta un pelnu maisījumu dažādās proporcijās. Izvērtējot rezultātus, var secināt, ka visas mēslošanas proporcijas būtiski uzlabo gan spraudeņu morfoloģiskos, gan fizioloģiskos parametrus, salīdzinot ar nemēsloto variantu.

Ievads

Ražošanas atlieku izmantošana augsnes ielabošanai mūsdienās iegūst aizvien plašāku interesi ar to saistītajās nozarēs (Purnomo, Respito, Sitanggang, & Mulyono, 2018; Beesigamukama et al., 2021). Skābas augsnes mēslošana un kaļķošana uzlabo gan minerālo vielu saturu augsnē, gan to pieejamību augiem, tādējādi sekmējot koku augšanu un vitalitāti (Ouimet & Moore, 2015). Koksnes pelni kā augsnes ielabošanas līdzeklis uzlabo gan koku stādu saglabāšanos, gan augšanas rādītājus organiskajās augsnēs ar augstu slāpekļa, bet zemu fosfora un kālija saturu (Neimane, Celma, Zuševica, Lazdiņa, & Ievinsh, 2021). Taču, lai uzlabotu augšanas apstākļus nabadzīgā minerālaugsnē ar zemu NPK saturu, nepieciešams mēslojums, kas satur slāpekļa savienojumus.

Biogāzes ražošanas procesā kā atkritumu produkts veidojas digestāts, kuram var izdalīt divas frakcijas – šķidrās un cietās atkritumvielas daļas. Abām šīm frakcijām ir augsts slāpekļa savienojumu saturs, un tās var izmantot augsnes ielabošanai (Kouřimská, Poustková, & Babička, 2012; Koszel & Lorencowicz, 2015; Mystkowski, 2015). Iepriekš ir veikti pētījumi par digestāta izmantošanu lauksaimniecības kultūraugiem, taču ir maz pētījumu par tā lietošanu kokaugu mēslošanai (Kouřimská, Poustková, & Babička, 2012; Ren et al., 2020). Šī pētījuma mērķis bija izstrādāt jaunu augu ielabošanas līdzekli, izmantojot ražošanas atlieku no biogāzes ražotnes – digestāta un šķeldas koģenerācijas atlieku – koksnes pelnu maisījumu, kuru varētu izmantot kokaugu mēslošanai nabadzīgās minerālaugsnēs. Pētījumā izmantoja cieto digestāta frakciju, kura iegūta no vietējās biogāzes rūpnīcas un kurā kā substrāts izmantoti cūku un govju kūtsmēsli. Cietā frakcija uzlabo augsnes struktūru, padarot to irdenāku, kā arī samazina slāpekļa izskalošanās un nevēlamas vides eitrofikācijas risku, kas var notikt šķidrā digestāta frakcijas lietošanas rezultātā (Odlare, Pell, & Svensson, 2008; Rehl & Müller, 2011; Akhiar, Battimelli, Torrijos, & Carrere, 2016). Pelnu pievienošana substrātam to bagātina ar P un K makroelementiem, kā arī paaugstina pH, kas ir būtiski, augsnes ielabošanas līdzekli izmantojot skābās augsnēs, taču mēslošana ar pelniem nabadzīgās minerālās meža augsnēs ir efektīva tikai tad, ja slāpeklis nav limitējošs (Pitman, 2006). Šī iemesla dēļ skābās, nabadzīgās meža minerālajās augsnēs visefektīvāk būtu kombinēt abus šos blakusproduktus (pelnu un digestātu), jo ar digestātu var ienest papildu slāpekli.

Šajā pētījumā tika izvirzīta hipotēze – nabadzīgu meža augšņu, kurām raksturīgs zems pH līmenis, ielabošana ar biogāzes digestāta un koksnes pelnu maisījumu uzlabos kokaugu augšanas parametrus. Tika izvirzīti trīs darba uzdevumi: (1) daļēji kontrolētos izmēģinājumu apstākļos noskaidrot labāko biogāzes digestāta un koksnes pelnu attiecību kokaugu mēslošanai, par modeļa objektu izmantojot ar spraudeņiem veģetatīvi pavairotus papeļu klonus; (2) noteikt digestāta un pelnu maisījumu mēslojuma ietekmi uz priežu dīgtspēju; (3) veikt izmēģinājuma pārnesi uz skujkoku stādījumu, izmantojot maisījuma attiecības, kuras visvairāk uzlaboja koku augšanas parametrus.

Materiāli un metodes

Eksperimentam izvēlēti divu papeļu klonu spraudeņi: plaši izmantotais klons 'OP42' (syn. Hybride 275) un Latvijā selekcionēts klons 'Auce'. Kā substrātu lietoja meža minerālo augsni (pH = 4.3) ar zemu fosfora un kālija saturu. Substrātu papildināja ar cūku un govju kūtsmēslu biogāzes digestāta un koksnes pelnu maisījumu dažādās attiecībās (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

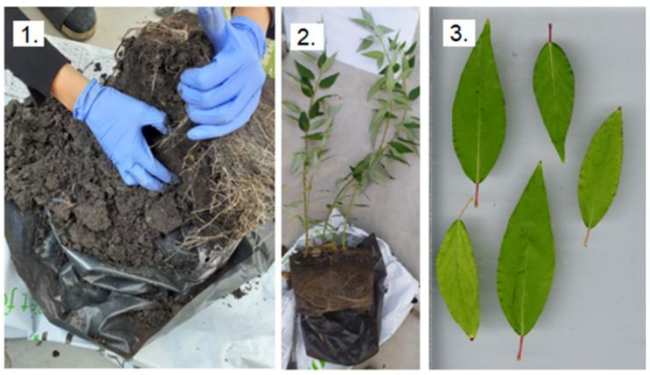
Digestāta un pelnu attiecības mēslojumu variantos stādītajiem papeļu spraudeņiem 2021. gadā

Digestate and wood-ash ratio in fertilised variants for planted Poplar cuttings in 2021.

Digestāta izejviela	Digestāta un pelnu attiecība	Neitralizēšanas spēja, %	Substrātam pievienotais daudzums g 1.3 l	Papildus ienestie barošanās elementi (mg/l)				
				N	P	K	Ca	Mg
Govju kūtsmēsli	1:1	23.14	27.81	0.070	0.164	0.458	2.484	0.407
	1:2	22.79	28.24	0.082	0.170	0.421	2.077	0.362
	1:3	31.51	20.43	0.098	0.180	0.364	1.746	0.317
	1:4	37.65	17.09	0.104	0.188	0.350	1.531	0.290
Cūku kūtsmēsli	1:1	25.86	24.89	0.078	0.135	0.462	2.283	0.372
	1:2	32.50	19.80	0.074	0.123	0.433	2.046	0.343
	1:3	38.01	16.93	0.080	0.117	0.392	1.823	0.301
	1:4	39.49	16.29	0.086	0.110	0.366	1.486	0.262

Pirmajā sezonā papeļu spraudeņu audzēšanai tika izvēlētas stādāmās kasetes, lai noteiktu spraudeņu dzīvotspēju un atvašu augstumu. Lai labāk pārbaudītu augšanas parametru, otrajā gadā papeles stādīja 20 L veģetācijas maisos. Tos ievietoja plastmasas vannās, lai novērstu minerālo vielu izskalošanos laistīšanas laikā (1. att.). Papeļu atvasēm veica gan morfoloģisko, gan fizioloģisko parametru mērījumus (2. att.). Noteica atvašu un sakņu garumu, lapu skaitu, lapu laukumu (izmantojot programmatūru WinFolia 2019), kā arī lapu, atvašu un sakņu svaigo un sauso masu. No fizioloģisko parametru mērījumiem trīs reizes sezonā veica hlorofila satura indeksa (CCI) mērījumus, izmantojot CI-710S lapu spektrofotometru, un divas reizes sezonā tika īstenoti fotosintēzes intensitātes mērījumi, izmantojot pārvietojamo infrasarkanās gaismas gāzes analīzes sistēmu. CCI norāda uz relatīvo hlorofila daudzumu lapā, bet fotosintēzes intensitātes norāda uz lapas maksimālo spēju fiksēt oglekli fotosintēzes laikā.

1. att. Eksperiments daļēji kontrolētos apstākļos siltumnīcā.
Fig. 1. Experiment in semi-controlled conditions.



2. att. Morfoloģisko parametru iegūšana: 1) sakņu attīrīšana; 2) veģetācijas trauks; 3) skenēto lapu paraugs.
Fig. 2. Morphological trait measurements: 1) root cleaning; 2) vegetation pot; 3) scanned leaf sample.

Lai pārbaudītu mēslojuma ietekmi uz skujkoku augšanu un attīstību, vienlaikus daļēji kontrolētos apstākļos siltumnīcās tika ierīkots sēto priežu mēslošanas eksperiments (3. att.). Priedes tika sētas stādīšanas kasetēs, kurās kā substrātu izmantoja meža minerālaugsni ar zemu fosfora un kālija saturu (pH = 4.3), to papildinot ar cūku un govju kūtsmēslu biogāzes digestāta un pelnu maisījumiem tādās pašās devās kā papeļu spraudeņiem (1. tab.).

3. att. Priežu dīgtspējas novērtējums daļēji kontrolētos apstākļos.
Fig. 3. Evaluation of germination of pine under semi-controlled conditions.

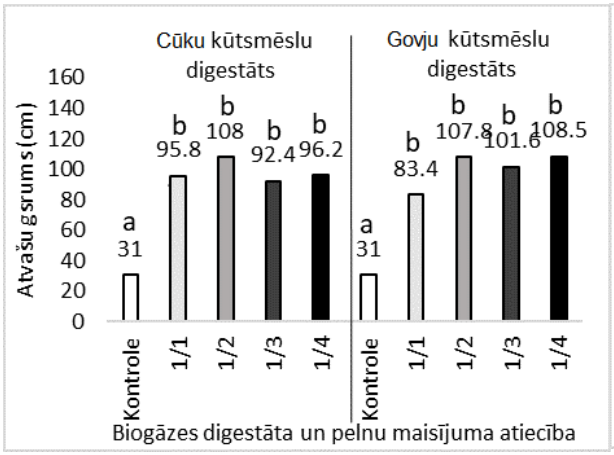
Pētījuma sākuma stadijā papeļu klonus izvēlējās kā modeļa objektu, jo tie ir viegli un ātri pavairojami ar spraudeņiem. Izvēloties klonus, augšanas izmaiņas indivīdiem pārsvarā inducē dažādi augšanas apstākļi, mazinot iedzimtības ietekmi un tādā veidā ļaujot labāk novērtēt tieši mēslojuma ietekmi. Nākamais solis pētījumā bija pārbaudīt šīs iegūtās atziņas izmēģinājumā skujkoku stādījumā. Četrgadīgo *Pinus sylvestris* stādījumu mēsloja divas reizes, ziemā un pavasarī, ar dažādu attiecību biogāzes un pelnu mēslojuma maisījumu.

Datus analizēja, izmantojot Stjūdenta koeficientu (divu paraugkopu salīdzināšanai) un dispersijas analīzi ANOVA (vairāku paraugkopu salīdzināšanai).

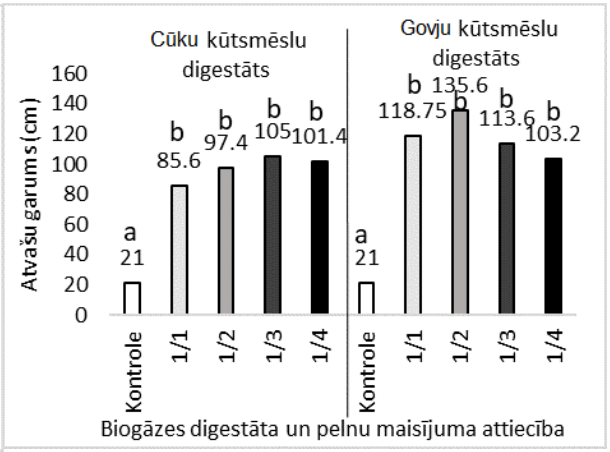
Rezultāti un diskusijas

Klonam 'Auce' gan dzinumu garums, gan dzinumu sausnes masa bija lielāka mēslotajos variantos, bet būtiski neatšķīrās starp mēslojuma attiecībām (5. att., 7. att.). Līdzīgi rezultāti iegūti arī 'OP42' klonam, taču atšķirībā no klona 'Auce' govju kūtsmēslu digestāta variantā augstākās devu grupas uzrādīja būtiski lielāku biomasas pieaugumu, salīdzinot ar kontroli un zemāko devu grupu (4. att., 6. att.).

Veiktie fizioloģiskie mērījumi apliecināja līdzīgu ietekmi. Augstāka fotosintēzes aktivitāte tika konstatēta mēslotajos variantos. Būtiski minēt, ka, salīdzinot ar laika posmu, kad veikts fizioloģisko

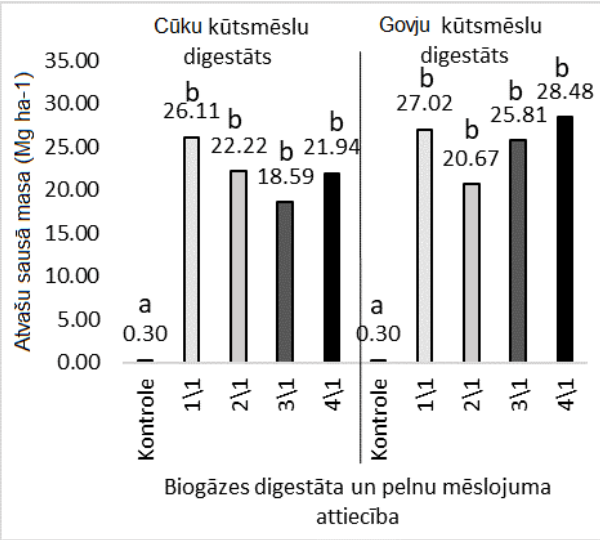


4. att. 'OP42' klona atvašu sausā masa atkarībā no digestāta veida un mēslojuma devām. Burti virs vērtības norāda ANOVA analīzes atšķirības (p = 0.05).
Fig. 4. Dry weight of 'OP42' clone shoots depending on the type of digestate and fertilizer doses. Letters above the value indicate differences in ANOVA analysis (p = 0.05).

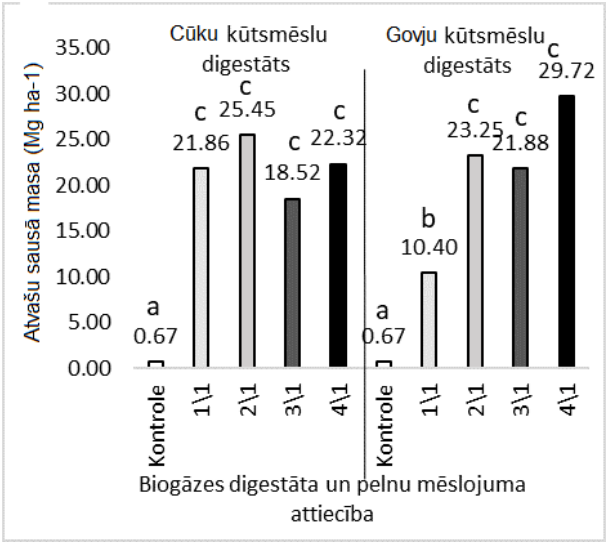


parametru

5. att. 'Auces' klona atvašu sausā masa atkarībā no digestāta veida un mēslojuma devām. Burti virs vērtības norāda ANOVA analīzes atšķirības (p = 0.05).
Figure 5. Dry weight of 'OP42' clone shoots depending on the type of digestate and fertilizer doses. Letters above the value indicate differences in ANOVA analysis (p = 0.05).



6. att. 'OP42' klona atvašu garums atkarībā no digestāta veida un mēslojuma devām. Burti virs vērtības norāda ANOVA analīzes atšķirības (p = 0.05).
Fig. 6. Shoot length of 'OP42' clone depending on digestate type and fertilizer dose. Letters above the value indicate differences in ANOVA analysis (p = 0.05).



7. att. 'Auces' klona atvašu garums atkarībā no digestāta veida un mēslojuma devām. Burti virs vērtības norāda ANOVA analīzes atšķirības (p = 0.05).
Fig. 7. Shoot length of 'Auce' clone depending on digestate type and fertilizer dose. Letters above the value indicate differences in ANOVA analysis (p = 0.05).

novērtējums, kontroles variantam veģetācijas perioda beigu posmā straujāk samazinājās gan hlorofila daudzums, gan fotosintēzes aktivitāte, norādot uz samazinātu veģetācijas periodu.

Pētījuma turpmākajās stadijās plānots novērtēt iegūtos datus par daļēji kontrolētos apstākļos audzēto spraudeņu lapu laukumu, kā arī atvašu, lapu un augsnes ķīmisko sastāvu atkarību no mēslojuma. Izmēģinājuma platībās skujkoku stādījumā tiks novērtēta izmantotā mēslojuma ietekme uz koku augstumu un stumbra diametru.

Secinājumi

1. Digestāta un koksnes pelnu maisījumu var veiksmīgi izmantot, lai papeļu spraudeņiem sasniegtu labākus augšanas rādītājus.
2. Klonam 'Auce' ir izteikti garākas atvases, bet koksnes sausnes daudzums lielākajā daļā mēslojuma variantu būtiski neatšķīrās no 'OP42' klona. Arī digestāta veids būtiski neietekmē koksnes sauso masu.
3. Mēslošana pagarina augšanas periodu.

Pateicība. Pētījums tika veikts ar Latvijas Zemkopības ministrijas un Lauku atbalsta dienesta projekta „Jaunas tehnoloģijas izstrāde augu mēslošanas līdzekļu ražošanai no biogāzes ražotnes fermentācijas atliekām – digestāta un šķeldas koģenerācijas atliekām – koksnes pelniem" finansiālo atbalstu. Līguma Nr. 19-00-A01612-000008.

Izmantotā literatūra

1. Beesigamukama, D., Mochoge, B., Korir, N.K., Fiaboe, K.M.K., Nakimbugwe, D., Khamis, F.M., Subramanian, S., Wangu, M.M., Dubois, T., Ekesi, S., Tanga, C.M. (2021). Low-cost technology for recycling a agro-industrial waste into nutrient-rich organic fertilizer using black soldier fly Waste Management. *Waste Management*, Vol. 119, p. 183–194.
2. Koszel, M., Lorencowicz, E. (2015). Agricultural Use of Biogas Digestate as a Replacement Fertilizers. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, Vol. 7, p. 119–124.

3. Kouřimská, L., Poustková, I., Babička, L. (2012). The use of digestate as a replacement of mineral fertilizers for vegetables growing. *Scientia Agriculturae Bohemica* , Vol. 43, p. 121–126.
4. Mystkowski, E. (2015). Poferment z biogazowni rolniczej nawozem dla rolnictwa. *Kukurydza*, p. 52–56.
5. Neimane, S., Celma, S., Zuševica, A., Lazdiņa1, D., Ievinsh, G. (2021). The effect of wood ash application on growth, leaf morphological and physiological traits of trees planted in a cutaway peatland. *Mires & Peat*, Vol. 12.
6. Odlare, M., Pell, M., Svensson, K. (2008). Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. *Waste Management*, Vol. 28, p. 1246–1253.
7. Ouimet, R., Moore, J. (2015). Effects of fertilization and liming on tree growth, vitality and nutrient status in boreal balsam fir stands. *Forest Ecology and Management*, p. 39–49.
8. Purnomo, C., Respito, A., Sitanggang, E., Mulyono, P. (2018). Slow release fertilizer preparation from sugar cane industrial waste. *Environmental Technology & Innovation*.
9. Rehl, T., Müller, J. (2011). Life cycle assessment of biogas digestate processing technologies. *Conservation and Recycling*, Vol. 56, p. 92–104.
10. Ren, T., Yu, X., Liao, J., Du, Y., Zhu, Y., Jin, L., Wang, B., Xu, H., Xiao, W., Chen, H.Y.H., Jin, F., Ruan, H. (2020). Application of biogas slurry rather than biochar increases soil microbial functional gene signal intensity and diversity in a poplar plantation. *Soil Biology and Biochmistry*.
11. Akhiar, A., Battimelli, A., Torrijos, M., Carrere, H. (2017), Comprehensive characterization of the liquid fraction of digestates from full-scale anaerobic co-digestion. Waste Management, Vol. 59, p. 118–128.

ORGANOMINERĀLO MĒSLOŠANAS LĪDZEKĻU IETEKME UZ KRŪMMELLEŅU RAŽĪBAS UN KVALITĀTES RĀDĪTĀJIEM BULDURU DĀRZKOPĪBAS VIDUSSKOLĀ

INFLUENCE OF MINERAL-ORGANIC FERTILIZERS ON HIGHBUSH BLUEBERRY YIELD AND QUALITY INDICATORS IN BULDURI HORTICULTURAL SECONDARY SCHOOL

Dzintra Dēķena[1], Līva Purmale[2], Sandra Dane[1], Sanita Griķe[3], Elga Ence[2]
[1]Dārzkopības institūts, [2]SIA „Bulduru Dārzkopības vidusskola", [3]SIA „Generis"
dzintra.dekena@llu.lv

Abstract. *The production of horticultural and arable crop plants is rapidly developing in the organic farming system in Latvia. Meanwhile, there is a lack of mineral-organic fertilizers in the Latvian market or they are expensive as well as not appropriate to specific crop. Besides there is a lack of knowledge about the cultivation of different crops in the organic cultivation system in Latvia. During the project "Improving the productivity and quality of organically grown crops by using of new mineral-organic fertilizers" new mineral-organic fertilizers of biological origin have been developed, including substrates for highbush blueberry. Blueberries have specific requirements for granulometric soil composition, soil reaction, micro and macro nutrition availability. Newly formed fertilizers had been tested both in commercial farms and in Bulduri Horticultural School to evaluate whether new fertilizers provide higher yields and higher quality at the same time maintaining soil fertility and meeting the principles of sustainable farming. In the spring of 2020, the blueberry trial was established at Bulduri Horticultural School, where four different fertilizers were evaluated in three replications of four plants. Four varieties were used: 'Patriot', 'Chippewa', 'Bluegold' and 'Polaris'. The fertilizers were developed by Generis, Ltd., using registered organic fertilizer GENERIS NPK 5-5-3 as a basis, which was enriched with other organic compounds. The peat substrate was supplied by Hortimed, Ltd. The conventional fertilization system was used as a control. In the trial, the number of young shoots per bush, length of shoots and number of flower clusters per bush were evaluated. In the autumn, the increase of annual shoot number in the bush, their length (cm) and yield from the bush (kg) were assessed. According to the first results obtained in 2021, the highest annual growth for all varieties was observed in the treatment where peat combined with granulated fertilizer and sapropel was used. The highest number of flower clusters was detected in control and in the treatment with peat and granulated fertilizer applied. The beginning of flowering did not differ significantly among treatments. The obtained yield varied among varieties. As regards varieties 'Chippewa' and 'Bluegold', the highest yield was harvested in the treatment where peat substrate was enriched with sapropel and plant additives.*

Key words: *Vaccinium, organic fertilizers, number of flowers, yield.*

Ievads

Krūmmelleņu patēriņš pasaulē, tai skaitā arī Eiropas valstīs, ir strauji palielinājies (Fang et al., 2020). To ogas atzītas par ļoti vērtīgām ar augstu antociānu aktivitāti (Šterne, 2013; Šterne, Āboliņš, 2009). Arī Latvijā krūmmelleņu platības palielinās. Saskaņā ar ZM datiem 2020. gadā reģistrēti 535 ha krūmmelleņu stādījumu (Latvijas lauksaimniecība, 2021). Strauji attīstās dažādu dārzaugu (tai skaitā krūmmelleņu) audzēšana bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā, taču jāatzīst, ka Latvijas tirgū trūkst organominerālā mēslojuma vai arī tas ir dārgs. Tāpat ir nepieciešams organominerālais mēslojums, kas būtu pielāgots konkrētiem kultūraugiem. Latvijā trūkst arī zināšanu par dažādu kultūraugu audzēšanu bioloģiskās audzēšanas sistēmā.

Krūmmellenes ir specifisks augs. Tām ir sekla (Julian et al., 2012), sazarota un ļoti smalka sakņu sistēma (Larco, 2010, Šterne, 2013). Tās vislabāk aug skābās (pH 4.5–5.1) (Drummond et al., 2009), labi drenētās, barības vielām bagātās augsnēs (Julian et al., 2012). Krūmmelleņu audzēšanai nepieciešami visi barības elementi – gan mikroelementi, gan makroelementi. Auglīgās augsnēs daļu slāpekļa krūmmellenes var uzņemt no augsnes. Deficīts var rasties, ja slāpeklis tiek izskalots no sakņu zonas pārmērīgu lietusgāžu vai apūdeņošanas gadījumā (Krewer, Smith, 2019). Zinātniskos pētījumos, kas saistīti ar bioloģisko krūmmelleņu audzēšanu, tiek pētīti dažādi mulčas veidi, ko izmantoja nezāļu apkarošanai un organiskās vielas paaugstināšanai. Jāņem vērā arī šķirņu īpatnības, jo dažādas šķirnes bioloģisko mēslojumu izmanto atšķirīgi. Atšķiras gan izmantošanas

ātrums, gan novērotas atšķirības starp dažādiem organisko mēslošanas līdzekļu veidiem (Strik, et al., 2016). Komposts dažkārt mēdz radīt problēmas augstā kālija satura dēļ (Strik, 2014).

Pētījuma mērķis bija pārbaudīt Latvijā izstrādātu mēslošanas līdzekļu ietekmi uz krūmmelleņu veģetatīvo augšanu, ziedēšanu un ražu.

Materiāli un metodes

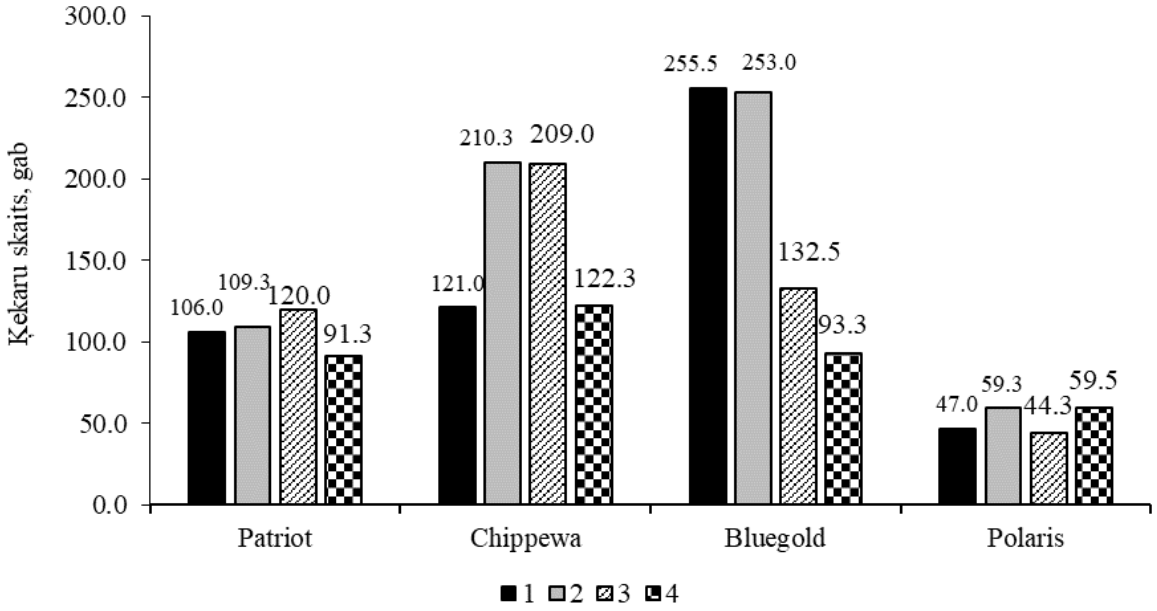
Krūmmelleņu izmēģinājums ierīkots 2020. gada pavasarī Bulduru Dārzkopības vidusskolā ar četriem dažādiem mēslošanas variantiem, trīs atkārtojumos, pa četriem stādiem katrā atkārtojumā. No kūdras substrāta veidotas 70 cm platas dobes, kas noklātas ar 1.10 m platu melno agrotīklu P50 un mulčētas ar rupjo skujkoku šķeldu. Stādījumā izmantoti trīsgadīgi konteinerstādi. Attālums starp augiem – 3 x 1 m. Izmēģinājumā izvēlētas četras šķirnes: 1) 'Patriot' – šķirne ar garu ražas ienākšanās laiku, augstu ziemcietību, lielām ogām, kas sāk ienākties jūlija sākumā. Krūma augstums – 1.5 m. Raža var sasniegt 7–8 kg no krūma; 2) 'Chippewa' – šķirne ar vidēji lielām ogām, kuras sāk ienākties augusta sākumā, ražošanas ilgums ir 3 nedēļas. Krūma augstums – 1.5 m, raža no krūma var sasniegt 4–5 kg; 3) 'Bluegold' – ražīga, spēcīgi augoša šķirne. Ogas sāk ienākties jūlija beigās, var ievākt 6–7 kg no krūma; 4) 'Polaris' – ziemcietīga šķirne ar vidēji lielām ogām, kas ienākas jūlija vidū, un raža no krūma sasniedz 4–5 kg. Pētījumi veikti 2020. un 2021. gadā.

Mēslošanas līdzekļus izstrādāja SIA „Generis", par pamatu izmantojot VAAD reģistrētu bioloģisko mēslošanas līdzekli GENERIS NPK 5-5-3. Mēslošanas līdzekļa sastāvā ietilpst augu izcelsmes pārstrādāti blakusprodukti, dzīvnieku izcelsmes proteīni, ķīmiski neapstrādāti koksnes pelni, minerālieži, dabiskas izcelsmes formulanti. Izmantotās izejvielas atbilst bioloģiskās lauksaimniecības prasībām saskaņā ar ES Regulu 834/2007. Kūdras substrātu sagatavoja un piegādāja SIA „Hortimed".

Izmēģinājumā iekļauti četri mēslošanas varianti: 1) kūdra bez piedevām (kontrole), kur tika izmantots Biopon kompleksais melleņu mēslojums; 2) kūdra ar pievienotu GENERIS NPK 5-5-3 5 kg uz 1 m^{-3} kūdras; 3) kūdra, kurai pievienots GENERIS NPK 5-5-3 un sapropelis; 4) kūdra, kurai pievienots sapropelis un Hortimed izveidota augu izcelmes piedeva NPK 3-3-4 7 kg uz 1 m^{-3} kūdras. Izmēģinājumā tika skaitīts jauno dzinumu skaits krūmā un mērīts to dzinumu garums, ziednešu skaits četriem krūmiem katrai šķirnei katrā variantā pilnzieda laikā (2021. gadā), raža no krūma katrā variantā visiem krūmiem (kg). Rudenī pēc ražas novākšanas vērtēts viengadīgo pieaugumu skaits pieciem krūmiem katrai šķirnei katrā variantā un 10 pieaugumiem mērīti garumi (cm). 2020. gada jūnijā veikta mēslošana kontroles variantā ar Biopon komplekso mēslojumu mellenēm 25 g uz m^2. Pārējos variantos papildu mēslošana netika veikta. Izmēģinājumā nav ierīkota pilienveida apūdeņošana. Mitrums tika nodrošināts ar laistīšanu.

Rezultāti un diskusijas

Kā viens no rādītājiem izmēģinājumā tika uzskaitīts ziednešu skaits. Tika stādīti trīsgadīgi stādi, lai izmēģinājumā varētu vērtēt arī ražu. 2020. gadā ziedneši netika uzskaitīti, jo stādījums tika ierīkots salīdzinoši vēlu un daļa ziednešu nobira. 2021. gada pavasarī vairāk ziedķekaru bija šķirnei 'Bluegold' kontroles variantā un variantā, kur tika lietots GENERIS NPK 5-5-3 mēslojums (1. att.). Jāņem vērā, ka stādīšanas brīdī stādi bija viena vecuma, taču šķirnei 'Bluegold' tie bija lielāki, līdz ar to ziednešu skaits kopumā varēja būt lielāks. Savukārt šķirnei 'Chipppewa' vairāk ziednešu veidojās variantā, kur kūdrai tika pievienots GENERIS NPK mēslojums, un variantā, kur līdztekus GENERIS NPK bija pievienots arī sapropelis. Mazākais ziednešu skaits visos variantos konstatēts šķirnei 'Polaris'.



1. att. Ziedķekaru skaits (gab.) krūmam atkarībā no mēslošanas varianta 2021. gadā: 1 – kūdra ar piedevām (kontrole); 2 – kūdra ar GENERIS NPK; 3 – kūdra ar GENERIS NPK un sapropeli; 4 – kūdra ar sapropeli un augu piedevām.
Fig. 1 Number of inflorescences (pcs) in the bush depending on the fertilization variant in 2021: *1 – Peat without additives, 2 – Peat with GENERIS NPK, 3 - Peat with NPK and sapropel, 4 – Peat with sapropel and plant material.*

Salīdzinot viengadīgos pieaugumus, spēcīgāk auguši šķirnes 'Polaris' krūmi, kuriem lielākie pieaugumi konstatēti 2020. gadā kontroles variantā, attiecīgi variantā ar GENERIS NPK, kas bagātināts ar sapropeli, un variantā ar sapropeli un augu piedevām. Šķirnei 'Bluegold' lielākie viengadīgie pieaugumi novēroti variantā, kur pievienots GENERIS NPK un sapropelis. Šķirnei 'Patriot' lielākie viengadīgie pieaugumi konstatēti 2020. gadā variantā ar sapropeli un augu piedevām. Viengadīgo pieaugumu ietekmē arī katras šķirnes īpatnības, kas vienādos augšanas apstākļos reaģē dažādi (Wach, 2012).

1. tabula / *Table 1*

Viengadīgo pieaugumu garums (cm) atkarībā no mēslošanas varianta 2020. un 2021. gadā
Length of annual shoots (cm) depending on the fertilization variant in 2020 and 2021

Mēslojuma varianti / *Fertiliser variants*	Šķirnes/*Varieties*							
	'Polaris'		'Chippewa'		'Bluegold'		'Patriot'	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
1. Kūdra bez piedevām / *Peat without additives*	42.8	57.9	28.6	31.9	30.2	45.5	38.3	41.3
2. Kūdra ar GENERIS NPK / *Peat with GENERIS NPK*	38.1	36.4	32.6	31.3	35.0	22.7	35.6	38.7
3. Kūdra ar GENERIS NPK un sapropeli / *Peat with NPK and sapropel*	44.5	61.7	34.4	42.6	25.3	52.0	35.6	44.7
4. Kūdra ar sapropeli un augu piedevām / *Peat with sapropel and plant material*	44.4	53.9	39.7	27.2	38.3	35.0	55.0	37.3

Lielāks skaits jauno viengadīgo dzinumu tika konstatēts pirmajā gadā, un tas bija atšķirīgs pa gadiem un mēslošanas variantiem. Lielāks jauno dzinumu skaits visām šķirnēm bija 2020. gadā, kad

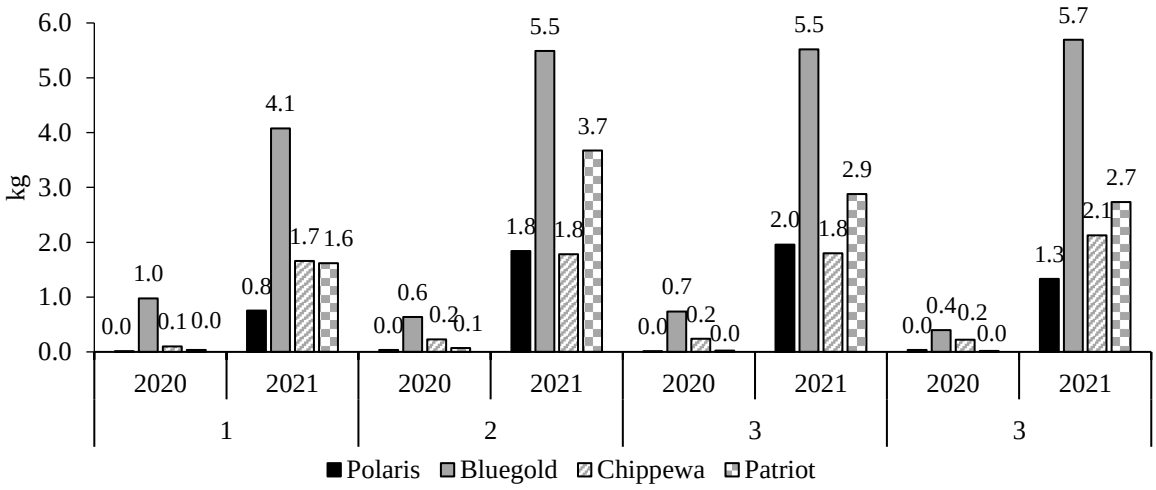
krūmi pēc stādīšanas auga spēcīgāk, veidojot jaunos dzinumus (2. tab.). Lielākais jauno dzinumu skaits novērots šķirnei 'Bluegold' – kūdras substrātā ar GENERIS NPK, kam pievienots sapropelis, kā arī šķirnei 'Polaris' – variantā ar sapropeli un augu piedevām.

2. tabula / *Table 2*

Jauno dzinumu skaits (gab.) atkarībā no mēslošanas varianta 2020. un 2021. gadā
Number of annual basal shoots (pcs) depending on the fertilization variant in 2020 and 2021

Mēslojuma varianti / *Fertilizer variants*	Šķirnes/*Varieties*							
	'Polaris'		'Chippewa'		'Blue gold'		'Patriot'	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
1. Kūdra bez piedevām / *Peat without additives*	2.4	1.0	2.2	0.2	2.2	0.6	1.8	1.4
2. Kūdra ar GENERIS NPK / *Peat with granular GENERIS NPK*	3.0	2.6	2.8	1.0	4.6	0.0	3.0	0.8
3. Kūdra ar GENERIS NPK un sapropeli / *Peat with NPK and sapropel*	4.0	1.2	3.4	0.2	8.4	0.2	4.8	0.4
4. Kūdra ar sapropeli un augu piedevām / *Peat with sapropel and plant material*	5.0	2.2	2.0	1.0	3.6	0.0	2.2	0.6

2020. gadā krūmmelleņu raža netika iegūta. Lielākā raža 2021. gadā tika iegūta šķirnei 'Bluegold' visos variantos (2. att.). To var skaidrot ar faktu, ka šai šķirnei jau sākotnēji bija lielāki stādi. Salīdzinot pa mēslošanas variantiem, nedaudz augstāka raža konstatēta 3. variantā, kur kūdra tika bagātināta ar sapropeli un augu atliekām, zemākā kontroles variantā. Šķirnei 'Patriot' lielākā raža bija 2. variantā, kur kūdra bagātināta ar Generis NPK.



2. att. Melleņu raža atkarībā no mēslošanas varianta: 1 – kūdra bez piedevām; 2 – kūdra ar GENERIS NPK; 3 – kūdra ar GENERIS NPK un sapropeli; 4 – kūdra ar sapropeli un augu piedevām.
Fig. 2. Yield of blueberries (kg) depending on the fertilizer variant: 1 – P*eat without additives, 2 – Peat with GENERIS NPK, 3 – Peet with NPK and sapropel, 4 - Peet with sapropel and plant material.*

Izvērtējot pirmo divu gadu laikā gūtos datus, vēl īsti nevar objektīvi spriest par konkrēta mēslošanas varianta ietekmi uz augšanu un ražu. Nepieciešami turpmāki pētījumi arī par ietekmi uz konkrētām šķirnēm. Izmantojot dažādus bioloģiskos mēslošanas līdzekļus, dažādas šķirnes reaģē atšķirīgi, un mainās gan ražas daudzums, gan ogu lielums (Larco, 2010).

Secinājumi

1. Lielākais ziednešu skaits krūmā bija šķirnei 'Bluegold' kontroles variantā un variantā, kur pievienots GENERIS NPK.
2. Jaunie dzinumi visām šķirnēm vairāk veidojušies 2020. gadā. Lielākais jauno dzinumu skaits konstatēts šķirnei 'Bluegold' un 'Patriot' variantā ar GENERIS NPK un sapropeli. 2021. gadā vairāk jaunos dzinumus veidoja šķirne 'Polaris' variantā, kur kūdrai pievienots sapropelis un augu piedevas.
3. Lielākie viengadīgie pieaugumi bija šķirnei 'Polaris' 2021. gadā kontroles variantā un abos variantos ar sapropeli (3. un 4. variants).
4. Augstākā raža 2021. gadā iegūta šķirnei 'Bluegold' visos variantos un šķirnei 'Patriot' 3. variantā, kur kūdrai pievienots GENERIS NPK.

Pateicība. Pētījums veikts Latvijas Lauku attīstības programmas 2014.–2020. gadam pasākuma 16. „Sadarbība" 16.2. apakšpasākuma „Atbalsts jaunu produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei" projekta 19-00-A01620-000075 „Bioloģiski audzēto kultūraugu ražības un kvalitātes paaugstināšana, izmantojot jaunus minerālorganiskos mēslošanas līdzekļus'' ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. "Latvijas lauksaimniecība 2020" [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 22. febr.]. Pieejams: https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS_Static_Page_Doc/00/00/02/12/76/2021_lauksaimniecibas_gada_zinojums.pdf.
2. Fang Y., Nunez G. H., Silva M. N., Phillips D. A. Munoz P. R. (2020) A review for Southern highbush blueberry Alternative Production Systems. *Agronomy*, p. 1–15.
3. Julian W. J., Strik B. C., Larco H. O., Brula D. R., Sulivan D. M. (2012) Costs of establishing organic northern highbush blueberry: impacts of planting method, fertilization, and mulch type. *HortScience,* Vol.47(7), p. 866–873.
4. Krewer G. and Smith D. S. (2019) *Blueberry fertilization in soil*. University of Georgia Ext. Fruit Publication, p.1 - 12. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 23. febr.]. Pieejams: https://smallfruits.org/files/2019/06/blueberryfert.pdf.
5. Larco H. 0. (2010) *Effect of planting method, weed management, and fertilizer on plant growth and yield of newly established organic highbush blueberries*. A. Thesis Oregon state university, p. 131.
6. Šterne D. (2013) *Temperatūras ietekme uz krūmmelleņu (Vaccinium corymbosum L.) ziemcietību un augu produktivitāti*. Promocijas darbs Dr. agr. Zinātniskā grāda iegūšanai, Jelgava, p. 152.
7. Šterne D., Āboliņš M. (2009). Evaluation of winter hardiness and productivity of five highbush blueberries cultivars in Latvia. ***In***: *Research for Rural Development: Annual 15 th International Scientific Conference Proceedings,* Jelgava, p. 76–81.
8. Strik B (2014) Organic blueberry production Systems – advances in research and industry. *Acta Hortic.*, 1017, p. 257–268.
9. Strik B. (2014) Organic blueberry production systems – advances in research and industry. *Acta Hort*ic., 1017, p. 257–268.
10. Strik B. C., Vance A., Bryla D. R. (2016) Organic production systems research in blueberry and blackberry – a review of industry-driven studies. *Acta Hortic*., p. 139 –148.
11. Wach D. (2012) Estimation of growth and yielding of five highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars. *Folia Hort*., 24/1, p. 61–65.

SĀKOTNĒJIE PĒTĪJUMI PAR MIERA PERIODU CIDONIJU (*CYDONIA OBLONGA* MILL.) UN ČEMURU ELEAGNA (*ELAEAGNUS UMBELLATA* THUNB.) SĒKLAUDŽU PUMPUROS

*PRELIMINARY STUDY OF DORMANCY IN BUDS OF QUINCE (*CYDONIA OBLONGA *MILL.) AND AUTUMN OLIVE (*ELAEAGNUS UMBELLATA *THUNB.) SEEDLINGS*

Kaspars Kampuss, Signija Vintere, Viola Remese, Gundega Sebre, Lilija Dučkena, Daiga Birzleja
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
kaspars.kampuss@llu.lv

Abstract. *Chilling requirements of quince (*Cydonia oblonga *Mill.) and autumn olive (*Elaeagnus umbellata *Thunb.) growing in the Latvian climate have not been sufficiently studied until now. This information could be important for the propagation and potential cultivation of them for fruits, rootstocks or as ornamentals. In order to find out the chilling requirement in quince and autumn olive buds, as well as to test methods for studying plant endodormancy period, an experiment was set up in the Latvia University of Life Sciences and Technologies. Potted one-year-old seedlings were placed in a cold store at 4 °C at the onset of dormancy. Every 7–14 days, 3 quince and 2 autumn olive plants were transferred to a climate chamber at 22 °C. The first control for quinces was performed after 14 days and for the autumn olives after 21 days in the cold. After 7–14 days a proportion of opened buds in the lower, middle and upper thirds of the plants was calculated. Quinces had a very low (less than 14 days) chilling requirement for the few buds on shoot tips and the bottom part of the plant, 35 days for the other buds in the upper third of the plants and the highest – in the middle of the plants (91 days). Thus, quince requires chilling of 91 days for normal bud opening (68% of all buds opened), although, after chilling of 35 days, enough buds open for satisfactory plant development (44%). A very low (less than 21 days) chilling requirement was observed in the lower and middle thirds of the autumn olive plants, and after chilling plants for 35 days or more, bud opening was inhibited and only a few buds opened at the bottom parts. Thus, the study should be repeated using other temperature and cold storage regimes for the autumn olive.*
Key words: *Cydonia oblonga, Elaeagnus umbellata, chilling requirement, endodormancy.*

Ievads

Cidonijas (*Cydonia oblonga* Mill.) un čemuru eleagna (*Elaeagnus umbellata* Thunb.) augļus iespējams lietot uzturā, augi ir izmantojami gan dekoratīvos stādījumos, gan arī kā potcelms.

Cidonijas augļu ražošanai audzē daudzviet pasaulē, piemēram, Ķīnā, Ukrainā, Eiropas dienvidu un rietumu valstīs u. c., tomēr Latvijā pagaidām nav komerciālu cidoniju stādījumu, kaut arī ir zināmi un kolekcijās tiek saglabāti vairāki perspektīvi kloni – ziemcietīgi un ar kvalitatīviem augļiem (Drudze, 2015). Cidonijas daudzviet tiek izmantotas kā veģetatīvi pavairojams augumu samazinošs potcelms bumbierēm – potcelmu selekcija Eiropā veikta, piemēram, Lielbritānijā, Francijā, Nīderlandē, Lietuvā un arī Latvijā. Ir zināms, ka daudziem šiem potcelmiem ir problēmas ar ziemcietību un saderību ar bumbieru šķirnēm (Einhorn, 2021), turklāt Latvijā nav veikti pietiekami daudz pētījumu, lai droši ieteiktu tos komerciālai audzēšanai (Drudze un Lāce, 2015). Tomēr Latvijā ir ierīkoti atsevišķi ražojoši stādījumi, piemēram, MPS 'Vecauce'. Vairums cidoniju sēklaudžu nav piemēroti lietošanai uzturā augļu savelkošās garšas un sastāvā esošo akmenssūnu dēļ, taču cidonijas sēklaudžus var izmantot kā potcelmu, piemēram, cidonijas šķirņu pavairošanai (Pio et al., 2008). Literatūrā pieejams ļoti šaurs informācijas klāsts par cidonijas prasībām pēc aukstuma perioda garuma dziļā miera perioda iziešanai un normālai pumpuru attīstībai. Anglijā veiktā pētījumā ar 48 cidoniju potcelmu formu koksnainiem spraudeņiem no kokaudzētavas mātesaugu stādījuma un 18 šķirņu un formu pieaugušu koku viengadīgiem dzinumiem atklāts, ka potcelmu paraugos miera perioda ilgums svārstījās no 29.6 līdz 78 dienām, bet pieaugušo koku dzinumos – no 26 līdz 68 dienām, pēc šī laika posma plauka vismaz 50% pumpuru. Pēc aukstuma perioda bija nepieciešamas 4.5 līdz 15 dienas siltumā (16 °C) līdz pumpuru saplaukšanai (Hongui and Alston, 1995). ASV Taksonā, Fīniksā, Arizonā un Kalifornijā dārzkopjiem ieteiktas šķirnes ar 300 h (12.5 dienas) ilgu miera periodu, un minēts, ka citām šķirnēm tas var būt robežās no 100 līdz 500 h (4–21 diena) (Growing Quince..., 2022).

Čemuru eleagns Āzijas valstīs, piemēram, Pakistānā, ir zināms kā tautas medicīnas līdzeklis ar pierādītu pretiekaisuma iedarbību (Mubasher et al., 2007) un augstu bioaktīvo vielu (flavonoīdi, karotinoīdi u. c.) koncentrāciju, turklāt veiksmīgi izmantojams veselīgu un garšīgu pārstrādes produktu ražošanā (Tariq et al., 2020). ASV tas tiek pētīts un ieteikts kā potenciāls kultūraugs komerciālai audzēšanai, galvenokārt tā augļu augstvērtīgā sastāva dēļ. Tie izceļas ar īpaši augstu likopēna saturu, tāpēc tiek uzskatīti par potenciāli izdevīgiem ne tikai veselīgas pārtikas vai uztura bagātinātāju ražošanai, bet arī likopēna ekstrakcijai (Black et al., 2005). Vienlaikus citos ASV reģionos tas atzīts par bīstamu invazīvu sugu ar slāpekļa fiksācijas spēju (Malinich, 2017). Tiesa – tā nav vienīgā augļkopībā izmantojamā suga, kas iekļauta invazīvo sugu sarakstos gan ASV, gan Latvijā. Pētījumus par čemuru eleagna dziļā miera perioda garumu literatūrā nebija iespējams atrast, vienīgi norādes, ka auga pumpuri pavasaros plaukst agrāk par citiem konkrētā klimatā augošiem augiem un ka tas cēlies no kontinentālā klimata zonas (Invasive species..., 2022) – tādējādi var pieņemt, ka čemuru eleagnam ir relatīvi īss dziļā miera periods.

Latvijas apstākļos nav pētīta šo sugu augu un to daļu prasības pēc dziļā miera perioda garuma, tomēr šī informācija būtu noderīga, lai izvērtētu to izmantošanas potenciālu Latvijā un, iespējams, sekmīgi audzētu un pavairotu tos kā augļu ražošanai, tā potcelmiem. Turklāt arī citur pasaulē veikti tikai daži pētījumi, un informācijas apjoms ir nepietiekams.

Pētījuma **hipotēze** skanēja šādi – cidonijas un čemuru eleagna pumpuru plaukšanai un attīstībai nepieciešams dažāda ilguma miera periods, turklāt tas ir atkarīgs no auga daļas, uz kuras pumpurs izvietots. Šī pētījuma **mērķis** bija noskaidrot miera perioda garumu cidoniju un čemuru eleagna viengadīgu sēklaudžu pumpuros, kā arī aprobēt dziļā miera perioda garuma novērtēšanas metodes.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums iekārtots LLU Augsnes un Augu zinātņu institūta Dārzkopības un biškopības laboratorijā 2021./2022. gada ziemā. Pētījuma idejas un metodikas izstrādei izmantota adaptēta Jones and Brennan (2009) metode upeņu šķirņu dziļā miera perioda pētīšanai. Šajā pētījumā izmantoti iepodoti viengadīgi cidonijas un čemuru eleagna sēklaudži. Miera perioda sākumā, respektīvi, brīdī, kad sāka krāsoties pirmās lapas un tās bija viegli atdalīt no augiem, tomēr pašas vēl nebira, augi atlapoti un ievietoti dzesētavā 4 ± 1 °C temperatūrā. Cidonijas šo attīstības etapu sasniedza 8. oktobrī, bet čemuru eleagns – 14. oktobrī.

Ik pēc 7–14 dienām 3 cidoniju un 2 eleagnu augi pārvietoti uz klimata kameru +22 °C temperatūrā pie pilna apgaismojuma. Pirmā kontrole cidonijām veikta pēc 14 dienām vēsumā, bet čemuru eleagnam – pēc 21 dienas vēsumā. Pēc 7–14 dienu plaucēšanas uzskaitīta pumpuru plaukšana un aprēķināts plaukstošo pumpuru īpatsvars procentos pret visu pumpuru skaitu augu apakšējā, vidējā un augšējā trešdaļā, rēķinot pēc vadzara (cidonijām) vai garākā dzinuma (čemuru eleagnam) garuma. Cidonijām uz īsākiem sāndzinumiem esošie pumpuri skaitīti pie tās auga daļas, no kuras atzarojās sāndzinums, savukārt spēcīgi, ar galotni konkurējoši sāndzinumi uzskatīti par otro vai trešo galotni, un pumpuri skaitīti, ņemot vērā attālumu no sakņu kakliņa. Čemuru eleagnam parasti bija 2–3 līdzīga garuma dzinumi, tāpēc pumpurus vienmēr skaitīja, ņemot vērā attālumu no sakņu kakliņa. Cidonijām vidējais auga garums bija 39.9 ± 7.0 cm, bet čemuru eleagnam vidējais dzinumu kopgarums – 82.4 ± 12.8 cm.

Datu matemātiskai apstrādei aprēķināti aritmētiskie vidējie rādītāji un standartnovirzes starp plaukšanas īpatsvaru vienā atkārtojumā izmantotajiem augiem, kā arī izmantota dispersijas analīze (ANOVA), lai salīdzinātu pumpuru plaukšanas īpatsvaru starp auga daļām konkrētā novērojumu reizē.

Rezultāti un diskusijas

Cidonijām novērota būtiska atšķirība starp plaukstošo pumpuru īpatsvaru ($p = 0.01$ izmēģinājuma noslēgumā) un nepieciešamā dziļā miera perioda ilgumu dažādās auga daļās novietotiem pumpuriem. Izmēģinājuma noslēgumā, pēc 105 dienām vēsumā, plauka vidēji 67.5 ± 8.6% pumpuru, tai skaitā dzinumu apakšējā trešdaļā 39.2 ± 18.3%, vidējā trešdaļā 72.5 ± 20.7% un augšējā trešdaļā 96.8 ± 5.5% pumpuru.

Atsevišķiem pumpuriem dzinumu un sāndzinumu galotnēs un uz sakņu kakliņiem netika novērots dziļā miera periods, tie izplauka jau pēc 14 dienām vēsumā, kad tika veikta pirmā pārbaude (1. att.). Kopumā pēc 14 dienām izplauka 25.4 ± 5.7% pumpuru un turpmāk līdz 28 dienām vēsumā īpatsvars pazemājās līdz 15.5 ± 10.9%. Iespējams, šo pazemājumu var skaidrot ar pumpuru ieiešanu arvien dziļākā mierā, pirms tie sasniedz nepieciešamo vēsuma periodu un ir gatavi atkal turpināt attīstību. Pēc

35 dienām plaukstošo pumpuru īpatsvars strauji pieauga līdz 44.2 ± 13.9% un turpmāk pakāpeniski palielinājās līdz 67.9 ± 10.9% pēc 91 dienas atrašanās vēsumā. Lai labāk izprastu šo pieaugumu un gūtu secinājumus par cidoniju sēklaudžiem nepieciešamo dziļā miera perioda garumu, veikta detalizēta analīze pēc pumpuru novietojuma uz auga. Pārskatāmībai atsevišķu augu fotofiksācija atsevišķos izmēģinājuma posmos parādīta 1. attēlā.

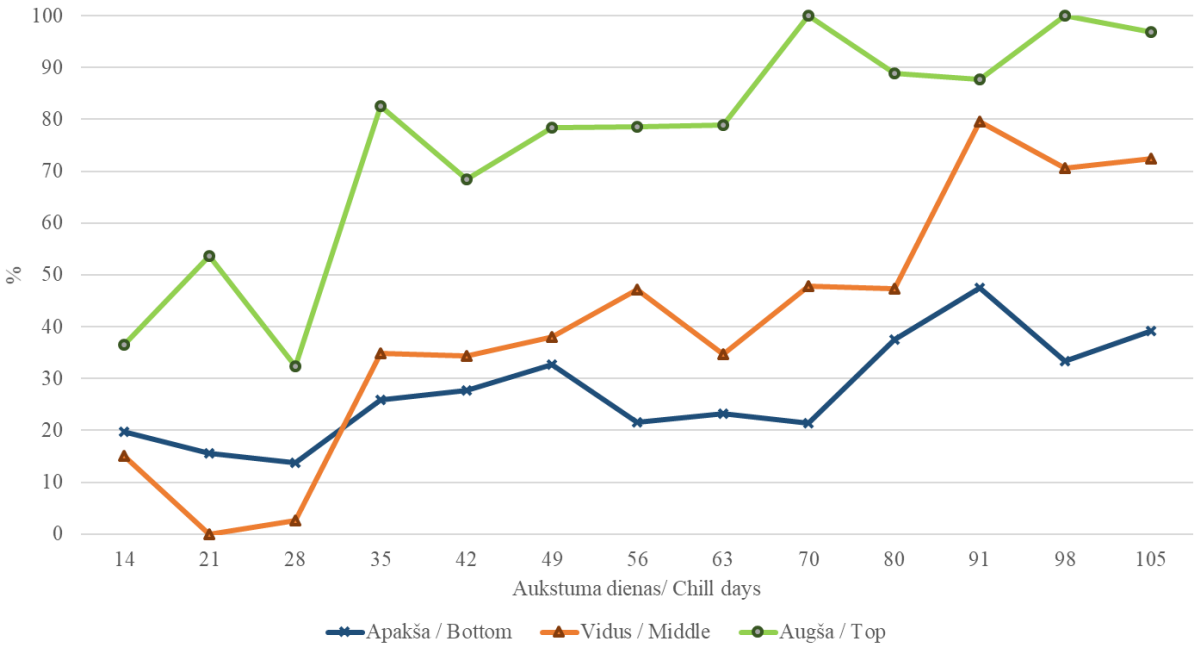
1. att. Pumpuru plaukšana atsevišķiem cidoniju sēklaudžiem pēc 14, 28, 35, 56 un 91 dienas atrašanās vēsumā.

Fig. 1. Bud break on selected quince seedlings after 14, 28, 35, 56, and 91 chill days.

1. attēlā var aplūkot, kā pēc 14 dienām vēsumā plaukst tikai 1–3 pumpuri dzinumu galotnēs un atsevišķi pumpuri auga apakšējā daļā. Tādējādi iespējams secināt, ka šajās augu daļās izvietotiem pumpuriem dziļā miera periods var būt īsāks par 14 dienām – līdzīgi kā dažu ASV audzētu šķirņu augiem (Growing Quince..., 2022). Pēc 28 dienām situācija nav krasi mainījusies, vienīgi dzinumu augšana ir kļuvusi intensīvāka. Pēc 35 dienām vēsumā novērojama vairuma pumpuru attīstība visā augšējā trešdaļā, tomēr pārējā auga daļā joprojām plaukst galvenokārt sāndzinumu (arī īso) galotnes pumpuri un atsevišķi pumpuri pie sakņu kakliņa. Tā kā viengadīgam augam nav būtiska visu pumpuru attīstība auga apakšējā daļā, jo lapas tur tāpat būtu noēnotas un liels skaits sakņu kakliņa dzinumu drīzāk sabiezinātu krūmu, kas nebūtu vēlams, mēs uzskatām, ka šādi augi jau attīstās apmierinoši. Attēlā iespējams aplūkot, ka pēc 56 dienu atrašanās vēsumā novērojama atšķirība starp augiem – vienam no tiem plaukst arī ievērojams skaits pumpuru auga vidusdaļā. To varētu izskaidrot gan ar ģenētiskām atšķirībām (augi ir sēklaudži, tātad nav ģenētiski pilnīgi viendabīgi), gan ar atšķirīgu augu attīstības stāvokli – lielākajam augam spēcīgi attīstās jaunie dzinumi un tie, iespējams, nomāc zemāk esošo pumpuru plaukšanu. Tomēr tikai pēc 91 dienas vēsumā plaukst un normāli attīstās pumpuri visās auga daļās. Precīzāka plaukstošo pumpuru īpatsvara analīze izmēģinājuma gaitā parādīta 2. attēlā.

Augšējā trešdaļā pēc 35 dienām vēsumā plaukstošo pumpuru īpatsvars sasniedza 82.6 ± 26.1% un turpmāk lēnām pieauga līdz pat 100% atsevišķos mērījumos, tāpēc varam uzskatīt, ka augu augšējā trešdaļā novietotiem pumpuriem (kuri nav 1–3 galotnes pumpuri) nepieciešamas 35 dienas dziļā miera perioda, līdzīgi, kā minēts literatūrā (Hongui and Alston, 1995). Arī augu vidusdaļā pēc 35 dienām plaukstošo pumpuru īpatsvars strauji pieauga līdz 34.9 ± 22.4%, tomēr tas vēl neliecināja par normālu pumpuru attīstību, jo vairums plaukstošo pumpuru joprojām bija izvietoti nelielo sāndzinumu galotnēs, turklāt novērotas arī lielas atšķirības starp augiem. Augu vidusdaļās pumpuri normāli plauka tikai pēc 91 dienas, sasniedzot 79.5 ± 5.1% īpatsvaru, tātad viengadīgo augu vidusdaļās novietotiem

dzinumiem miera periods bija vidēji 91 diena, kas ir ilgāks laika posms par literatūrā aprakstītajām 29.6–78 dienām siltākā klimatā augušiem augiem (Hongui and Alston, 1995). Tas, visticamāk, saistīts ar faktu, ka par mātesaugu izmantots jau atlasīts, Latvijas klimatam piemērots sēklaudzis un garāks dziļā miera periods ir viens no svarīgākajiem ziemcietības komponentiem mūsu klimatā.



2. att. Pumpuru plaukšanas īpatsvars cidoniju sēklaudžu augu apakšējā, vidus un augšējā trešdaļā pēc 14 līdz 105 dienu atrašanās vēsumā.

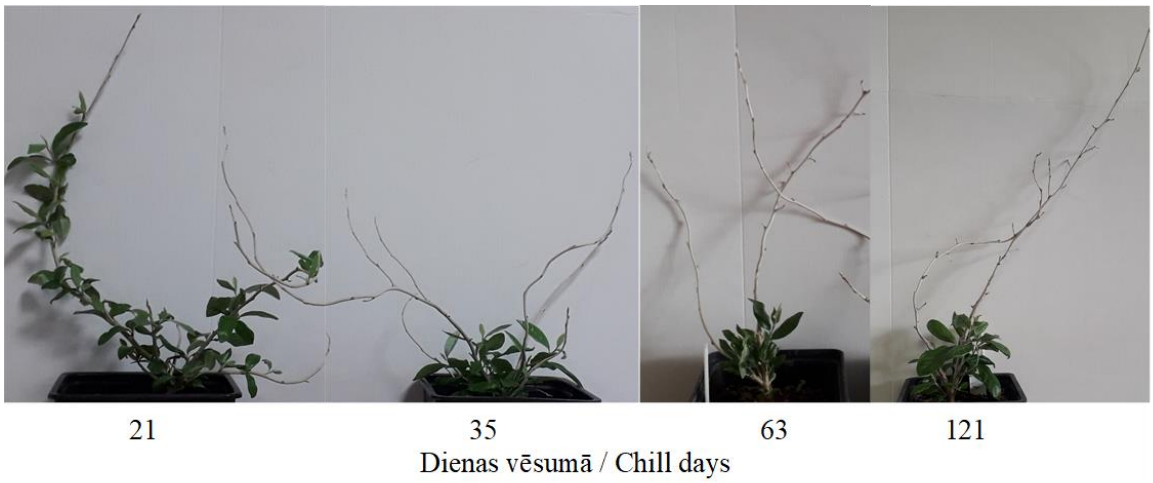
Fig. 2. Percentage of bud break on quince seedlings' plant upper, middle, and top third after 14 to 105 chill days.

Apakšējā trešdaļā pumpuru plaukšanas īpatsvars pieauga pakāpeniski, sasniedzot 47.4 ± 10.0% īpatsvaru pēc 91 dienas, taču netika novērots lēcienveida pieaugums, tāpēc nevar izdalīt kādu noteiktu dziļā miera perioda ilgumu. Kā jau minēts, atsevišķiem zemu novietotiem pumpuriem dziļā miera periods bija īsāks par 14 dienām, bet turpmāku plaukstošo pumpuru īpatsvara pieaugumu apturēja, iespējams, dzinumu un sāndzinumu galotnēs strauji augošo jauno dzinumu dominēšana.

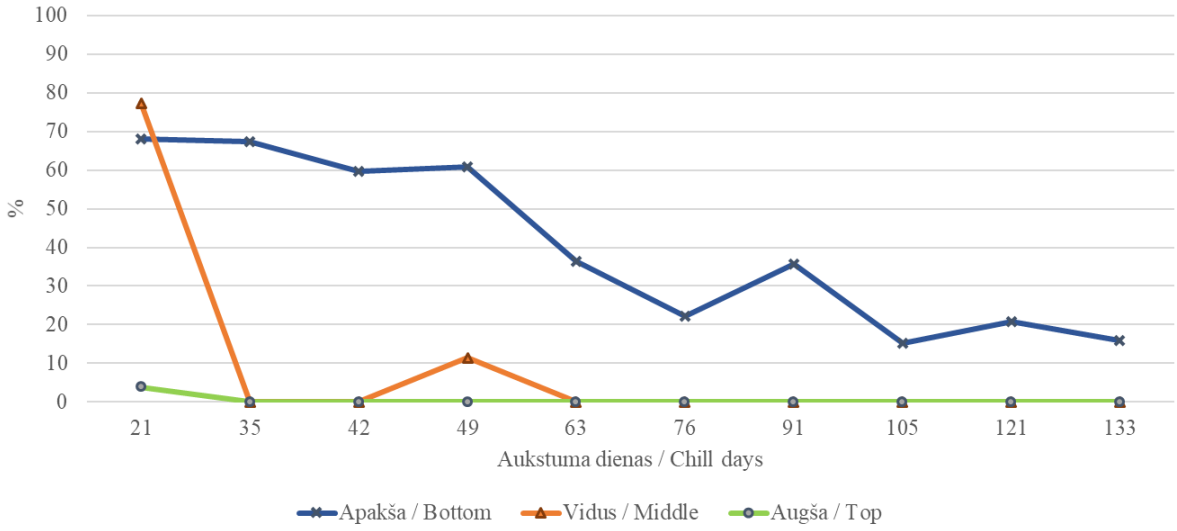
Čemuru eleagnam jau pirmajā pārbaudes reizē pēc 21 dienas vēsumā plauka 59.4 ± 9.4% pumpuru, kas arī bija visa izmēģinājuma laikā augstākais sasniegtais rezultāts. Šajā laikā izplauka 68.0 ± 0.6% pumpuru dzinumu apakšējā trešdaļā un 77.3 ± 32.1% vidējā trešdaļā. Saskaņā ar šiem datiem iespējams secināt, ka šajās auga daļās novietotiem pumpuriem dziļā miera periods ir īsāks par 21 dienu – kas saskan ar literatūrā visai aptuveni minētajiem datiem par čemuru eleagna īso dziļā miera periodu (Invasive species..., 2022). Jāatzīst, ka dzinumu augšējā trešdaļā saplauka tikai 3.8 ± 5.4% pumpuru, tāpēc izmēģinājums tika turpināts, lai noskaidrotu dziļā miera perioda ilgumu šajos pumpuros (3. att.). Jau pēc 35 dienām plauka vairs tikai sakņu kakliņa tuvumā esošie pumpuri, un turpmāk arī augu apakšējā trešdaļā esošo pumpuru plaukšana pakāpeniski samazinājās, bet vidējā un augšējā trešdaļā novietotie pumpuri neplauka vispār (4. att.).

Izmēģinājums turpināts līdz 133 dienu ilgam dziļā miera periodam, kad augšējā un vidējā trešdaļā novietotie pumpuri tā arī nesāka plaukt, tāpat apakšējā trešdaļā esošo pumpuru plaukšanas īpatsvaram bija tendence samazināties līdz 16.0 ± 0.6% pētījuma noslēgumā pēc 133 aukstuma dienām. Šī iemesla dēļ jāsecina, ka dzinumu augšējās trešdaļas pumpuri neplauka vai nu tāpēc, ka dzinumu gali nebija pilnīgi nobrieduši (kaut gan pumpuri bija pilnīgi izveidojušies, ieskaitot galotnes pumpuru), vai arī, līdzīgi kā cidonijām, augšējā trešdaļā izvietoto pumpuru dziļais miera periods bija ievērojami īsāks nekā augu vidusdaļā novietotiem pumpuriem – tātad šajā gadījumā ievērojami īsāks par 21 dienu. Diemžēl pētījumā neizdevās noskaidrot precīzu čemuru eleagna pumpuriem nepieciešamo dziļā miera perioda garumu. Savukārt pārāk ilga (šai gadījumā – augu apakšējā un vidējā trešdaļā vairāk par 21 dienu un augšējā trešdaļā, iespējams, jau mazāk par 21 dienu) augu turēšana vēsumā, šķiet, izraisīja pretēju efektu un inhibēja pumpuru plaukšanu. Šāds neparasts efekts novērots arī atsevišķu upeņu

šķirņu pumpuru miera perioda pētījumos, tomēr upeņu gadījumā dažādas šķirnes reaģēja uz aukstuma perioda atšķirībām ļoti dažādi, nevis vienveidīgi, kā čemuru eleagns šajā pētījumā (Jones and Brennan, 2009). Jāatzīst gan, ka minētajam pētījumam apzināti bija izvēlētas šķirnes ar atšķirīgu izcelsmi un augstu genotipisko dažādību, kas, visticamāk, bija ievērojami lielāka, nekā varētu sagaidīt no viena čemuru eleagna auga iegūtiem sēklaudžiem.



3. att. Pumpuru plaukšana atsevišķiem čemuru eleagna sēklaudžiem pēc 21, 35, 63 un 121 dienas atrašanās vēsumā.
Fig. 3. Bud break on selected autumn olive seedlings after 21, 35, 63, and 121 chill days.



4. att. Pumpuru plaukšanas īpatsvars čemuru eleagna sēklaudžu augu apakšējā, vidus un augšējā trešdaļā pēc 21 līdz 133 dienu atrašanās vēsumā.
Fig. 4. Percentage of bud break on autumn olive seedlings' plant upper, middle, and top third after 21 to 133 chill days.

Pētījumā izmantotā **metodika** ļāva noteikt augu pumpuru attīstībai nepieciešamo dziļā miera perioda garumu kopumā, vienlaikus noskaidrojot atšķirības starp dažādās auga daļās izvietotiem pumpuriem un dažādu sugu īpatnības. Jāņem vērā, ka nākotnē veicamo pētījumu metodika būtu jāuzlabo precīzāku datu ieguvei, piemēram, ieviešot „nulles kontroli", kur augus liek plaucēties bez dzesēšanas, samazinot laiku līdz pirmajai plaucēšanai, vai rudens periodā nodrošināt stabilu temperatūru, tādējādi izvairoties no iespējamas dziļā miera perioda iziešanas pirms eksperimenta sākuma. Pētījumu paredzēts atkārtot, izmantojot precizētu metodiku, lai pārbaudītu un papildinātu iegūtos rezultātus.

Secinājumi

1. Cidonijām optimālai pumpuru plaukšanai viengadīgiem sēklaudžiem nepieciešams 91 dienu ilgs aukstuma periods (plaukst vidēji 68% pumpuru), tomēr jau pēc 35 dienu ilga aukstuma perioda plaukst pietiekami daudz pumpuru apmierinošai augu attīstībai (vidēji 44%).
2. Cidonijām novērots ļoti īss (mazāk par 14 dienām vēsumā) dziļā miera periods dzinumu galotnēs un pie sakņu kakliņa esošiem pumpuriem, pārējiem pumpuriem augu augšējā trešdaļā tas ilgst 35 dienas, savukārt visgarākais dziļā miega periods konstatēts augu vidusdaļās (91 diena).
3. Čemuru eleagnam novērots ļoti īss (mazāk par 21 dienu vēsumā) dziļā miera periods augu apakšējā un vidējā trešdaļā, turklāt, turot augus vēsumā 35 dienas un ilgāk, pumpuru plaukšana tika inhibēta, un spēju plaukt saglabāja tikai neliels daudzums sakņu kakliņa tuvumā esošo pumpuru.
4. Šajā pētījumā neizdevās noskaidrot optimālo dziļā miera perioda garumu čemuru eleagna pumpuros un atsevišķos cidonijas pumpuros. Lai to noteiktu, pētījums būtu jāatkārto, izmantojot citus režīmus un saīsinot laiku līdz pirmajai pārbaudei.

Izmantotā literatūra

1. Black B.L., Fordham, I.M., Perkins-Veazie P. (2005) Autumnberry (*Elaeagnus umbellata*): A Potential Cash Crop. *Journal of the American Pomological Society*; University Park Vol. 59 (3), p. 125–134.
2. Drudze I. (2015). Cidonijas. ***No**: Augļkopība.* L. Ikases red. Dobeles novads: LV Augļkopības institūts, 242.–244. lpp.
3. Drudze I. un Lāce B. (2015). Bumbieres. ***No**: Augļkopība.* L. Ikases red. Dobeles novads: LV Augļkopības institūts, 142.–151. lpp.
4. Einhorn T.C. (2021). A review of recent *Pyrus*, *Cydonia* and *Amelanchier* rootstock selections for high-density pear plantings. *Acta Horticulturae*, Vol. 1303, p. 185–196.
5. Growing Quince: *Cydonia oblonga*. **In**: Gardening in Tucson, Phoenix, Arizona and California. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 28. febr.]. Pieejams: https://gardenoracle.com/images/cydonia-oblonga.html.
6. Hongui D. and Alston F.H. (1995). Chilling and post-dormant heat requirement for quince and pear as rootstocks for pear. *Acta Horticulturae*, Vol. 403, p. 150–160.
7. Invasive Species Compendium. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 28. febr.]. Pieejams: https://www.cabi.org/isc/datasheet/20728#03317BAE-106D-4942-8130-30DBE7DCFC92.
8. Jones H.G., Brennan R.M. (2009). Potential impacts of climate change on soft fruit production: the example of winter chill in *Ribes*. *Acta Horticulturae*, Vol. 838, p. 27–32.
9. Malinich E., Lynn-Bell N., Kourtev P.S. (2017). The effect of the invasive *Elaeagnus umbellata* on soil microbial communities depends on proximity of soils to plants. *Ecosphere*, Vol. 8 (5), 14 p.
10. Mubasher S.S., Dilnawaz S.A., Imtiaz M.H., Kaleem M.T. (2007). Antibacterial activity of *Elaeagnus umbellata* (Thunb.) a medicinal plant from Pakistan. *Saudi Medical Journal*, Vol. 28 (2), p. 259–263.
11. Pio R., Chagas E.A., Barbosa W., Alvarenga A.A., Abrahão E., Feldberg N.P., Tombolato A.F.C. (2008). Grafting of quince 'Portugal' on *Cydonia* and *Chaenomeles* rootstocks. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Vol. 30 (3), p. 850–852.
12. Tariq H., Hayat I., Rafiq S., Qayyum A., Qayyum S. (2020). Designing a functional beverage blend for optimal antioxidant activity and its storage stability. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, Vol. 33 (3), p. 516–526.

DAŽĀDU FENOLU SAVIENOJUMU SATURS KAMEŅU UN BIŠU MEDŪ

CONTENT OF VARIOUS PHENOLIC COMPOUNDS IN BUMBLEBEE AND BEE HONEY

Fredijs Dimiņš[1], Ingmārs Cinkmanis[1], Ingrīda Augšpole[2], Anete Ķeķe[1]
[1]Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte;
[2]Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
fredisd@llu.lv

Abstract. *Bumblebee honey is a relatively unknown culinary product. The amount of phenolic compounds is one of the indications of honey's biological activity. As a result, a comparison of these properties in bumblebee and bee honey would be useful. Our goal was to find out how much polyphenolic compounds were in bumblebee and bee honey and compare them. For testing, certain bee honey samples (multifloral and buckwheat) as well as Bumblebee honey from Russia were chosen. A Russian company's site (https://bearhoney.ru) was used to acquire honey samples. The phenolic components in bee honey and bumblebee honey samples were determined (Schimadzu LC-40 Nexera) by using the method of high performance liquid chromatography. The research revealed that bumblebee honey contained phenolic compounds not found in any other sample of bee honey. Bumblebee honey included polyphenols such as caffeic acid. Bee honey did not contain this polyphenol. The research results showed that many of the identified polyphenolic compounds found in bee honey samples were not found in bumblebee honey. Those were: homovanillic acid, vanillic acid, epicatechin, hydroxycinnamic acid, quercetin, and luteolin among them. Individual phenolic compounds were found to be higher in bee honey than in bumblebee honey, according to the findings. This could be explained by the fact that bumblebees visit nectar-producing plants that bees do not. Bees and bumblebees have diverse nectar processing cycles, as well as a variety of biochemical and physiological processes.*
Key words: *bee honey, bumblebee honey, polyphenols, total phenols.*

Ievads

Kameņu medus ir mazāk pazīstams pārtikas produkts, kas nav sastopams plašā tirdzniecībā, un ar tā iegūšanu nodarbojas visai ierobežots skaits biškopju. Sabiedrībā tiek uzskatīts, ka kameņu medus ir daudz vērtīgāks par bišu medu. Ir zināms, ka kameņu saimes nav tik lielas kā bišu saimes (Leonhardt & Blüthgen, 2012; Weidenmüller et al., 2002). Kamenes, atšķirībā no bitēm, neuzkrāj medu ziemai, jo ziemo tikai kameņu mātīte. Kamenes var ievākt nektāru arī no augiem, no kuriem bites to nevar iegūt. Kameņu ķermenī nektārs tiek pārstrādāts par medu daudz ilgāk nekā bišu organismā, tāpēc iegūtais kameņu medus daudzums ir krietni mazāks. Atsevišķos zinātniskās literatūras un interneta avotos pausta informācija, ka kameņu medus ķīmiskais sastāvs ir daudz bagātīgāks par bišu medu (Madebekin, 2004). Kameņu medu raksturo daudz augstāks fermentu, mikroelementu un vitamīnu saturs, salīdzinot ar bišu medu. Attiecīgi 100 g kameņu medus aizvieto 1 kg bišu medu, ja salīdzina fermentu, mikroelementu un vitamīnu saturu. Tiek uzskatīts, ka kameņu medum piemīt spēcīgāka dziedinošā iedarbība. Tas palīdz ātrāk ārstēt tādas veselības problēmas kā gremošanas traucējumus, elpošanas problēmas (astma, bronhīts), noteiktas aknu slimības un dzimumorgānu problēmas (Bumblebee..., 2021). Viens no medus bioloģiskās aktivitātes rādītājiem ir dažādu fenolu savienojumu saturs tajā. Informācija par fenolu savienojumu saturu bišu medū ir atrodama dažādos zinātniskajos rakstos. Savukārt informācija par kameņu medus sastāvu un tā bioloģisko aktivitāti ir grūti atrodama. Šī iemesla dēļ svarīgi ir iepazīties ar kameņu medus un bišu medus bioloģisko aktivitāti raksturojošo rādītāju savstarpējo salīdzinājumu.

Kā zināms, dažādu fenolu savienojumu saturs lielā mērā nosaka pārtikas produktu antioksidatīvās īpašības. Antioksidanti piedalās daudzu cilvēka ķermeņa funkciju kontrolēšanā (Khalil et al., 2010). Oksidācijas procesa rezultātā cilvēka organismā veidojas brīvie radikāļi. Šie radikāļi ir svarīgi elpošanas un vielmaiņas procesa nodrošināšanai. Tie iznīcina arī svešās baktērijas. Tomēr, ja ķermenī antioksidantu aktivitāte ir zema, brīvie radikāļi var veidoties pārmērīgā daudzumā un radīt medicīniskas problēmas. Vienlaikus antioksidanti kontrolē brīvo radikāļu veidošanos organismā (Khalil et al., 2010; Augšpole et al., 2012). Dabisko antioksidantu lietošana ir saistīta ar aizsargājošu iedarbību pret daudzām slimībām, piemēram, sirds un asinsvadu slimībām, aptaukošanos, urīnceļu slimībām, vēzi un citām (Klavins et al., 2017).

Pamatojoties uz iepriekš minēto, var pieņemt, ka kameņu medum ir atšķirīgs sastāvs, attiecīgi arī citādāks antioksidantu saturs.

Polifenoli ir vieni no savienojumiem ar antioksidatīvām īpašībām. Polifenoli ir ķīmiski savienojumi ar benzola gredzeniem. Fenolu savienojumiem ir liela dažādība ķīmiskajās struktūrās, un tie var būt monomēri vai kompleksie polimēri. Fenola savienojumi ir grupa, kas sastāv no tūkstošiem dažādu savienojumu, un daži no tiem labvēlīgi ietekmē ilgmūžību, garīgo veselību, sirds un asinsvadu sistēmu un acu orgānus. Polifenoli ir galvenais pārtikas antioksidantu avots. Tie ir atrodami pākšaugos, augļos un ogās, dārzeņos, sarkanvīnā, šokolādē, zaļajā tējā, graudaugos un daudzās citās zāļu tējās (Olszowy, 2019; Zarins et al., 2018).

Pētījuma mērķis bija noteikt un salīdzināt dažādu polifenolu savienojumu, kā arī kopējo fenolu saturu kameņu un bišu medū.

Materiāli un metodes

Pētījumā veiktajām analīzēm tika izmantoti dažādu ziedu un griķu ziedu medus paraugi, kā arī kameņu medus paraugi. Gan bišu medus paraugi, gan kameņu medus tika iegādāti interneta vietnē bearhoney.ru (Krievija). Analizētie polifenoli no bišu medus paraugiem tika ekstraģēti, izmantojot metanolu. Savukārt polifenolu ekstraģēšanai no kameņu medus, izmantots metanols un etanols.

Fenolu savienojumu noteikšanai kameņu un bišu medū tika izmantots augstspiediena šķidruma hromatogrāfs (Shimadzu Prominence HPLC), kurš aprīkots ar Diožu matricas detektoru (DAD). Hromatografēšanai tika izmantota C18 analītiskā kolonna. Kā eluenti tika lietots metanols, ūdens un etiķskābe. Eluēšanā īstenots gradienta režīms: metanols (A 20%), ūdens (B 78.4%) un etiķskābe (C 1.6%). Iestatījumi: 17.50 minūte – 58.5% B koncentrācija, C koncentrācija 1.2%; 35. minūte – analīzes beigas (Cinkmanis et al., 2018).

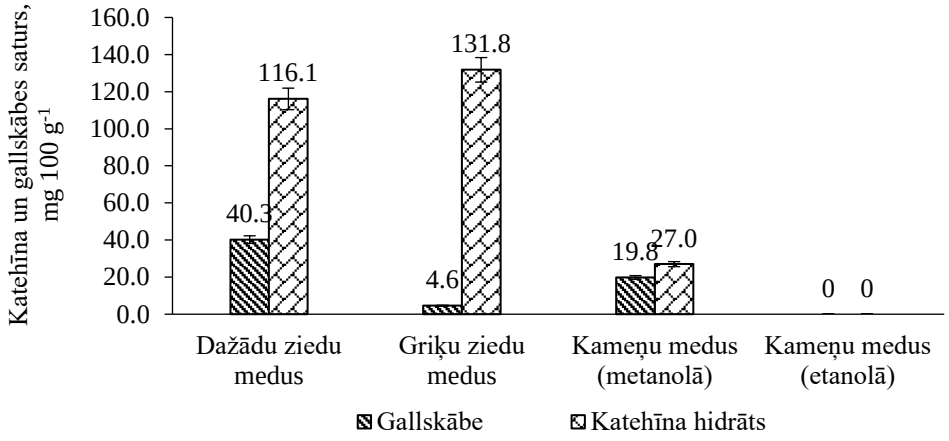
Paraugu šķīdumi hromatogrāfā tika ievadīti, izmantojot automātisko paraugu ievadīšanas sistēmu, lietojot šādus iestatījumus: plūsmas ātrums 1 mL min^{-1}. Polifenolu savienojumu noteikšanai, izmantotie gaismas viļņu garumi: 253, 268, 278 un 298 nm (Cinkmanis et al., 2018).

Analizēti šādi fenolu savienojumi: gallskābe; katehīns; 3.5-dihidroksibenzoskābe; 4-hidroksibenzoskābe; hlorogēnskābe; homovanilskābe; vanilskābe; p-kumarskābe; sinapīnskābe; ferulskābe; 2-hidroksi-kanēļskābe; rutīns; kvercetīns; luteolīns; kemferols; kafijas skābe.

Kopējais fenolu saturs kameņu un bišu medus paraugos tika noteikts spektrofotometriski, lietojot Folīna-Čokalti reaģentu. Katrs analizējamais paraugs tika šķīdināts destilētā ūdenī un filtrēts. Šķīdumi sajaukti ar 0.2 N Folīna-Čokalti reaģentu. Pēc 5 minūtēm pievienots nātrija karbonāta šķīdums. Pēc 2 h sagatavoto paraugu uzglabāšanas istabas temperatūrā tiek mērīta šķīdumu gaismas absorbcija, kā salīdzināšanas šķīdumu izmantojot destilētu ūdeni. Izmantots 760 nm liels gaismas viļņa garums (Kaškoniene, 2009; Wabaidur et al., 2020; Augšpole et al., 2018).

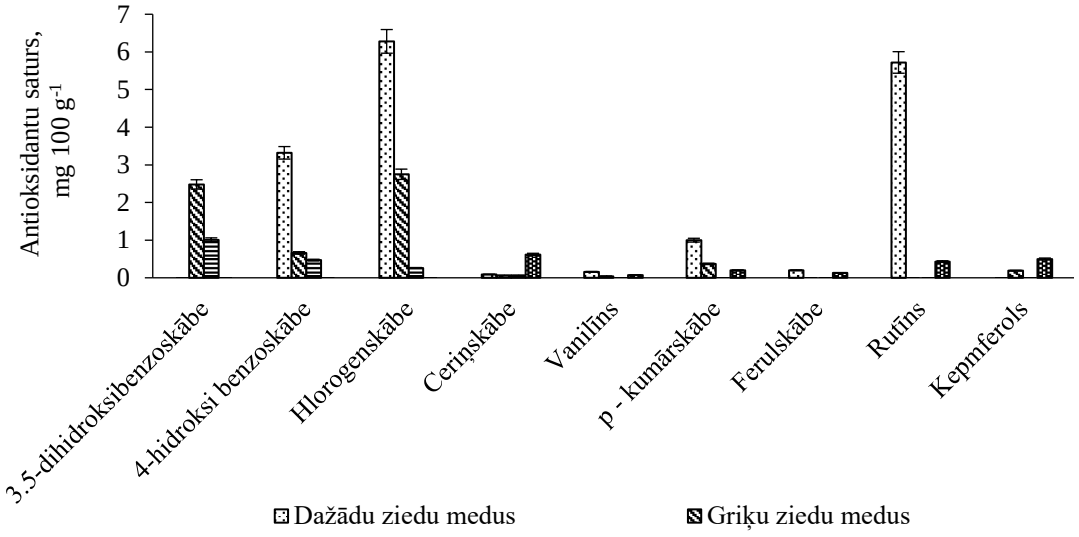
Rezultāti un diskusijas

Dažādu fenolu savienojumu noteikšanas rezultāti apkopoti četros attēlos.1. attēlā ietverti dati par identificētajiem antioksidantiem ar salīdzinoši augstāku saturu kameņu un bišu medū. Pētījums parādīja, ka identificētie antioksidanti ar vislielāko saturu analizētajos paraugos ir katehīns un gallskābe. Ja salīdzina šo savienojumu saturu kameņu un bišu medū, iespējams konstatēt, ka katehīna saturs bišu medū ir ievērojami augstāks nekā kameņu medū. Savukārt gallskābes saturs ir ievērojami augstāks tikai dažādu ziedu medus paraugā, salīdzinot ar kameņu medus paraugu. Turpretī griķu ziedu medus paraugā tas ir viszemākais. Kā zināms, gallskābe ir atrodama dažādos augos. Visbiežāk tā sastopama dažādās zāļu tējās. Zemās koncentrācijās tai piemīt antioksidatīvas īpašības, aknas attīroša iedarbība, kā arī tā veicina dažādu rētu ātrāku dzīšanu. Savukārt katehīni uzlabo organisma spēju pretoties dažādiem gripas vīrusiem (Díaz-Gómez et al., 2014).



1. att. Polifenoli ar salīdzinoši augstāku saturu bišu un kameņu medū.
Fig. 1. Phenolic coumponds with highest content in bee and bumblebee honey.

Identificētos polifenolu savienojumus ar vidēju un zemu saturu kameņu un bišu medū iespējams aplūkot 2. attēlā.



2. att. Fenolu savienojumi ar vidēju un zemu saturu kameņu un bišu medū.
Fig. 2. Phenolic coumponds with medium and low content in bee and bumblebee honey.

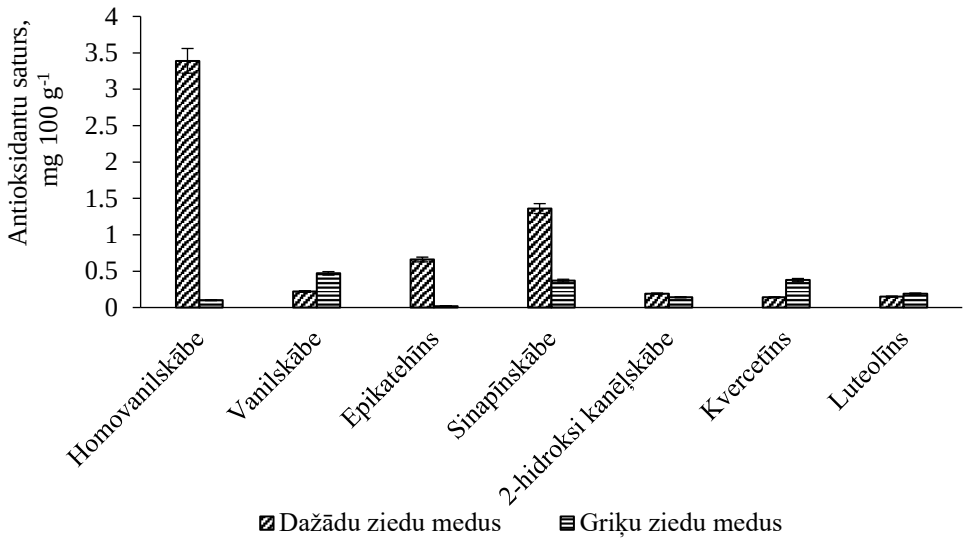
Kā var redzēt 2. attēlā, visbiežāk sastopamie fenolu savienojumi ar vidēju un zemu saturu ir hidroksibenzoskābes atvasinājumi, hlorogēnskābe, p-kumarskābe un rutīns. Visu 2. attēlā iekļauto fenolu savienojumu saturs bišu medū ir ievērojami lielāks nekā savienojumu saturs kameņu medū. Kā redzams 2. attēlā, hidroksibenzoskābju saturs ir mainīgs atkarībā no medus šķirnes. Savukārt kameņu medū noteiktajiem savienojumiem ir ievērojami mazāks saturs.

Ir savienojumi, kuriem analizētajā kameņu medus paraugā ir krietni lielāks saturs. Tie ir ceriņskābe un kempferols. Analizēto savienojumu saturu kameņu medū atsevišķos gadījumos ietekmē arī izmantotais ekstrakcijas veids.

Ir identificēti fenolu savienojumi, kuri ir atrodami tikai bišu medū. To apliecina 3. attēlā ietvertā informācija.

3. attēlā apkopotie dati apstiprina faktu, ka bišu medū ir identificēta virkne polifenolu, kuru koncentrācija kameņu medū ir vai nu ļoti maza, vai arī tie vispār nav konstatēti.

Polifenolu saturs analizētajos bišu un kameņu medus paraugos ir atkarīgs no augiem, kurus bite vai kamene apmeklē. Kamenes apmeklē arī augus, kurus neapmeklē bites un otrādi (Madebekin, 2004). Tas arī izskaidro polifenolu satura atšķirības analizētajos paraugos. Kopumā jāņem vērā, ka polifenolu saturs bišu medū ir daudzveidīgāks un vidēji lielāks, izņemot atsevišķus gadījumus.

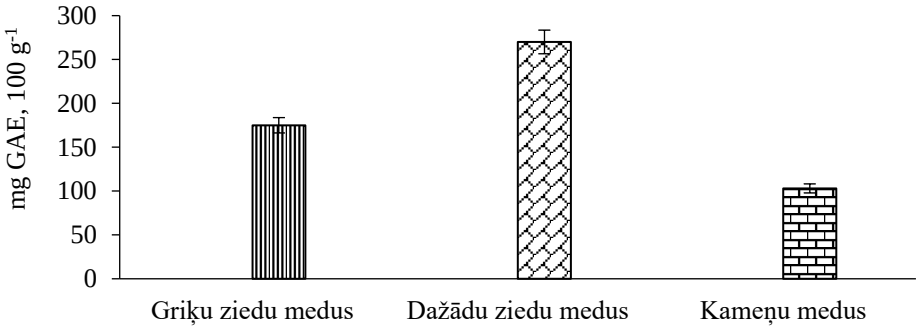


3. att. Bišu medū identificētie polifenoli.
Fig. 3. Detected polyphenols in bee honey.

Vērtējot citu zinātnieku pētījumus par polifenolu saturu bišu medū, jāmin, ka to saturu un daudzveidību būtiski ietekmē reģions. Iegūto skaitlisko mērījumu diapazons ir visai plašs (Maria Lo Dico et al., 2019; Fratianni et al., 2021; Gośliński et al., 2021).

Būtiski ir akcentēt kādu polifenolu, kurš neietilpst nevienā no attēliem, bet kura klātbūtne tika konstatēta tikai kameņu medū. Tā ir kafijskābe. Kafijskābes koncentrācja kameņu medū bija niecīga – 0.07 mg 100 g^{-1} parauga –, tomēr bišu medus paraugos tā netika identificēta.

Analizētajiem paraugiem tika noteikts arī kopējo fenolu saturs. Kopējo fenolu saturs analizētajos bišu un kameņu medus paraugos parādīts 4. attēlā.



4. att. Kopējais fenolu saturs kameņu un bišu medus paraugos.
Fig. 4. Content of total phenols bee and bumblebee honey.

4. attēlā iekļautie dati apliecina, ka kopējais fenola saturs, tāpat kā vairums antioksidantu satura, bišu medū ir augstāks nekā kameņu medū. Daudzu zinātnieku veiktie pētījumi liecina, ka kopējais fenolu saturs bišu medū ir ļoti plašā diapazonā, kas aptuveni ir robežās no 100 līdz 600 mg GAE 100 g^{-1} (Kędzierska-Matysek, 2021; Gośliński et al., 2021).

Secinājumi

1. Nektāraugu botāniskā izcelsme ietekmē fenolu savienojumu saturu bišu medus paraugos.
2. Bišu medū kopumā ir augstāks analizēto antioksidantu saturs, salīdzinot ar kameņu medu.
3. Kameņu un bišu fizioloģiskās uzbūves atšķirības, kā arī atšķirības nektāra pārstrādes procesā izskaidro atsevišķu polifenolu satura atšķirības starp bišu medu un kameņu medu.

Pateicība. Šis darbs tapis ar projekta "Fundamentālie pētījumi Latvijas Lauksaimniecības universitātē" atbalstu (Nr. 3.2.-10/278).

Izmantotā literatūra

1. Augšpole I., Dūma M., Ozola B. (2018). Bioactive compounds in herbal infusions. *Agronomy Research,* Vol. 16(SI2), p. 1322–1330.
2. Bumblebee honey: harm and benefit (in russian). [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 28. sept.]. Pieejams: *https://autogear.ru/article/338/915/shmelinyiy-med-vred-i-polza/*.
3. Cinkmanis I., Gailums G., Vucāne S. (2018). Comparative study of dark beer before and after freeze drying rehydration cycle. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact and Applied Sciences,* Vol. 72(2), p. 123–127.
4. Díaz-Gómez, R., Toledo-Araya H., López-Solís R., Obreque-Slier E. (2014). Combined effect of gallic acid and catechin against Escherichia coli. *LWT – Food Science and Technology,* Vol. 59(2, part 1), p. 896–900.
5. Fratianni F., Ombra M.N., d'Acierno A., Caputo L., Amato G., De Feo V., Coppola R., Nazzaro F. (2021). Polyphenols Content and In Vitro α-Glycosidase Activity of Different Italian Monofloral Honeys, and Their Effect on Selected Pathogenic and Probiotic Bacteria. *Microorganisms,* Vol. 9(8), p. 1–19.
6. Gośliński M., Nowak D., Szwengiel A. (2021). Multidimensional Comparative Analysis of Bioactive Phenolic Compounds of Honeys of Various Origin. *Antioxidants,* Vol. 10(4), p. 1–14.
7. Kaškoniene V., Maruška A., Kornyšova O., Charczun N., Ligor M., Buszewski B. (2009). Quantitative and qualitative determination of phenolic compounds in honey. *Chemine Technologija,* Vol. 3(52), p. 74–80.
8. Kędzierska-Matysek M., Stryjecka M., Teter A., Skałecki P., Domaradzki P., Florek M. (2021). Relationships between the Content of Phenolic Compounds and the Antioxidant Activity of Polish Honey Varieties as a Tool for Botanical Discrimination. *Molecules,* Vol. 26(6), p. 1–12.
9. Khalil M.I., Sulaiman S.A., Boukraa L. (2010). Antioxidant Properties of Honey and Its Role in Preventing Health Disorder. *The Open Nutraceuticals Journal,* Vol. 3, p. 6–16.
10. Klavins L., Kviesis J., Klavins M. (2017). Comparison of methods of extraction of phenolic compounds from American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* L.) press residues. *Agronomy Research,* Vol. 15(S2), p. 1316–1329.
11. Leonhardt S.D., Blüthgen N. (2012). The same, but different: pollen foraging in honeybee and bumblebee colonies. *Apidologiei,* Vol. 43, p. 449–464.
12. Madebekin I.I. (2004). *Fauna and ecology of bumblebees of agrocenozes of the northeastern part of the volga hill (in Russian).* Abstract of the thesis for the degree of candidate of biological sciences. State Scientific Institution Research Institute of Beekeeping of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 19 p.
13. Maria Lo Dico G., Ulrici A., Pulvirenti A., Cammilleri G., Macaluso A., Vella A., Giaccone V., Cascio G.V., Graci S., Scuto M., Salinaro A.T., Calabrese V., Dico R., Ferrantelli V. (2019). Multivariate statistical analysis of the polyphenols content for the discrimination of honey produced in Sicily (Southern Italy). *Journal of Food Composition and Analysis,* Vol. 82, p. 103225–103232.
14. Olszowy M. (2019). What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants? *Plant Physiology and Biochemistry,* Vol. 144, p. 135–134.
15. Wabaidur S.A., Obbed M.S., Alothman Z.A., Alfaris N.A., Badjah-Hadj-Ahmed A.Y., Siddiqui M.R., Altamimi J.Z., Aldayel T.S. (2020). Total phenolic acids and flavonoid contents determination in Yemeni honey of various floral sources: Folin–Ciocalteu and spectrophotometric approach, *Food Science and Technology (Campinas),* Vol. 40(24), [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 5. dec.]. Pieejams: https://doi.org/10.1590/fst.33119.
16. Weidenmüller A., Kleineidam C., Tautz J. (2002). Collective control of nest climate parameters in bumblebee colonies. *Animal Behaviour,* Vol. 63(9), p. 1065–1071.
17. Zarins R., Kruma Z., Tomsone L., Kampuse S., Skrabule I., Konosonoka I. H. (2018). Comparison of phenolic compounds and antioxidant activity of fresch and freeze – dried potatoes. *Agronomy Research,* Vol.16(S2), p. 1546–1554.

SĪPOLU SLIMĪBU IEROBEŽOŠANA, IZMANTOJOT MIKROBIOLOĢISKO PREPARĀTU TRIHODERMĪNS

CONTROL OF ONION DISEASES USING THE MICROBIOLOGICAL PRODUCT TRIHODERMINS

Guna Urlovska, Gunita Bimšteine
Lauksaimniecības fakultāte
urlovskag@gmail.com

Abstract. *Onions (Allium cepa) are one of the most widely grown vegetables all over the world, also in Latvia. Onion diseases are the cause of significant yield losses worldwide, so it is important to find the most effective and environmentally friendly methods to limit the diseases. The aim of the study was to examine the effect of the microbiological product Trihodermins on the prevalence of the most common onion diseases. The trial was conducted in three types of onion plantations in Latvia in 2021. Types of growing: the onion variety 'Karmen' - grown from seed; the onion variety 'Corrado F1' - onion sets; and potato (family) onions - on-farm seed, using four variants: untreated, treated with a Trihodermins dry preparation, treated with a Trihodermins liquid preparation and combination of the Trihodermins liquid preparation, and two times foliar spray with liquid preparation according to manufacturers' specifications. Leaf blight/purple blotch caused by a fungi complex of the genus Alternaria/Stemphylium, and basal rot caused by the fungi of the genus Fusarium were observed among the onion diseases in the 2021 vegetation season. The growing season of the onions was relatively short due to the lack of moisture, which affected the premature death of the onions. It was not possible to assess the efficacy of the microbiological product used neither in the case of Fusarium spp. infection nor Alternaria/Stemphylium complex infection, as symptoms were observed only on individual plants. In order to more objectively assess the possible impact of the microbiological preparation Trihodermins on the development of onion diseases, the study needs to be continued in the 2022 vegetation season.*
Key words: *Alternaria*/*Stemphylium*, *Trichoderma* spp., onion diseases.

Ievads

Sīpoli (*Allium cepa* L.) ir vieni no plašāk audzētajiem dārzeņiem Latvijā. Tos audzē gan no dēstiem, gan sīksīpoliem. Tikai atsevišķās saimniecībās audzē ģimenes sīpolus (*Allium cepa* var. *aggregatum*), kas ir vieni no senāk audzētajiem sīpoliem Latvijas teritorijā.

Audzējot sīpolus ar dēstu, var iegūt augstāku ražu, sīpoli agrāk nobriest un ziemā labāk glabājas. Šādu paņēmienu biežāk izmanto, audzējot šķirnes ar garu veģetācijas periodu. Latvijā plašāk sīpolus audzē no sīksīpoliem, iegūstot agrāku ražu. Ģimenes sīpoli izteikti cero, veģetācijas perioda beigās no viena mātesauga tiek ievākti 5–20 sīpoli atkarībā no klona (Stavěliková, Lepse, Runģis, 2020). Ģimenes sīpoli ir piemērojušies vietējiem augsnes un klimatiskajiem apstākļiem.

Gandrīz katru gadu atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem var novērot sīpolu slimības, kas ietekmē ražas apjomu un kvalitāti. Veģetācijas periodā nozīmīgākā slimība ir neīstā miltrasa (ier. *Peronospora destructor*) (Bimšteine, Bankina, Lepse, 2012). Ar neīsto miltrasu var inficēties sīpoli, kas audzēti no sēklām, no sīksīpoliem, kā arī ģimenes sīpoli. *P. destructor* saglabājas bojāto augu atliekās gan ar micēliju, gan oosporām, kā arī ar micēliju stādāmajā materiālā. Neīstās miltrasas pirmie simptomi novērojami uz sīpolu lokiem. Uz lokiem veidojas bāli plankumi, tie zaudē spīdumu, pārklājoties ar pelēcīgi-violetu apsarmi, kuru veido *P. destructor* konīdijnesēji un konīdijas (Van der Heyden, Bilodeau, Carisse et al., 2020). Slimības attīstību veicina mitrs un vēss laiks.

Sīpolu audzēšanas reģionos nozīmīgus ražas zudumus rada arī sīpolu plankumainības, kuras ierosina *Alternaria* un *Stemphylium* ģints sēnes (Hay, Stricker, Gossen et al., 2021). Abos gadījumos slimības simptomi ir ļoti līdzīgi un vizuāli gandrīz neatšķirami. Uz sīpolu lokiem novērojami plankumi, kas sākumā ir nelieli, gaiši līdz brūni-violeti. Slimībai attīstoties, violetais plankums palielinās, ieņem ovālu formu, to ieskauj dzeltena josla. Mitros laika apstākļos plankums pārklājas ar

tumšu apsarmi (Mishra, Jaiswal, Kumar et al., 2014). Bieži konstatē arī kompleksu infekciju ar sēnēm no *Alternaria/Stemphylium* ģintīm (Suheri, Price, 2001; Hay, Stricker, Gossen et al., 2021).

Veģetācijas un glabāšanas periodā sīpolus var inficēt arī sēnes no *Fusarium* un *Botrytis* ģintīm (Le, Audenaert, Haesaert, 2021). *Fusarium* spp. ierosina sīpolu puvi un sīpolu pamatnes puvi. Ar sīpolu pamatnes puvi inficētiem sīpoliem veģetācijas sākuma periodā loki noliecas, dzeltē, vērojamas vīšanas pazīmes, sīpolam atmirst saknes (Haapalainen, Latvala, Kuivainen et al., 2016). Slimība var attīstīties un simptomi parādīties tikai pēc ražas novākšanas. Sīpolu glabāšanas laikā starp iekšējām zvīņām veidojas iegrimuši, ūdeņaini plankumi, sīpolu pamatne nav skarta (Kalman, Abraham, Graph et al., 2020). *Botrytis* ģints sēņu radītie simptomi novērojami galvenokārt glabāšanās laikā, ja sīpoli (pirms ievietošanas glābāties) nav kārtīgi apžāvēti. Inficēšanās notiek caur sakņu kaklu un pakāpeniski virzās caur sīpola centru uz sakņu daļu. Audi atkrāsojas, sākumā kļūst ūdeņaini, bet pēc tam nomelnē. Atsevišķos gadījumos ap inficēto vietu novērojama tumši pelēka apsarme ar melniem 1–10 mm Ø lieliem sklerocijiem (Chilver, du Toit, 2006).

Mikrobioloģiskas izcelsmes produkti ir alternatīva ķīmisko augu aizsardzības līdzekļu lietošanai, kas paredzēti slimību ierobežošanai. Lietojot šos produktus, varētu samazināt atsevišķu augu patogēnu nodarīto kaitējumu kultūraugiem, un tie tiek uzskatīti par videi nekaitīgākiem (Lielpētere, 2009). SIA "Bioefekts" ražo mikrobioloģisko preparātu Trihodermīns. Tā sastāvā ir divas *Trichoderma* ģints sēņu sugas – *T. harzianum* un *T. viride*. Minētās sēnes ir augsnē dzīvojoši organismi, kas labi aug rizosfērā, spēj kolonizēt augu saknes, nodrošinot apmaiņu ar barības vielām. Palielinoties augu sakņu masai, palielinās augu sausuma izturība (Hermosa, Viterbo, Chet et al., 2012; Ahmed, Amin, El-Fiki, 2017; Zin, Badaluddin, 2020). *Trichoderma* ģints sēnes konkurē ar patogēniem par ierobežotu barības avotu izmantošanu, parazitē patogēnu hifās, izdala antibiotiskās vielas, kas nomāc patogēnu attīstību. *Trichoderma* spp. ir antagonists citām sēnēm no dažādām ģintīm – *Alternaria, Botrytis, Fusarium*, kas ierosina arī sīpoliem nozīmīgas slimības (Zvaigzne, Vecvanaga, Akmentiņa, 2002).

Pētījuma mērķis – novērtēt mikrobioloģiskā preparāta Trihodermīna ietekmi uz sīpolu slimību attīstību atkarībā no izmantotās preparatīvās formas un sīpolu audzēšanas paņēmiena.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājums iekārtots 2021. gada veģetācijas sezonā Bauskas novada Valles pagasta "Andriņos". Augsne – velēnu podzolēta mālsmilts, labi iekultivēta, pH_{kcl} – 6.3. Izmēģinājumā izmantota sīpolu šķirne 'Karmen', kas audzēta no sēklas, un sīpolu šķirne 'Corrado F1' – izmantoti sīksīpoli un ģimenes sīpoli, saimniecībā uzturēts sēklas materiāls.

Pētījumā izmantotas mikrobioloģiskā preparāta Trihodermīns dažādas preparatīvās formas: sausais preparāts un šķidrais preparāts. Sausais preparāts – sporu un micēlija maisījums kūdrā, kas savu aktīvo darbību sāk 5–7 dienas pēc iestrādes. Šķidrais preparāts – suspensijas koncentrāts ar sēņu micēlija gabaliņiem, satur gan aktīvas sēņu šūnas, gan sēņu izdalītos vielmaiņas produktus.

LF Augsnes un augu bioloģijas Augu patoloģijas zinātniskajā laboratorijā pirms lauka izmēģinājumu uzsākšanas pārbaudīta Trihodermīna mijiedarbība ar patogēniem *ir vitro*. Izmantoti patogēni no *Fusarium* un *Botrytis* ģintīm, kas izdalītas no sīpoliem, kas dažādās kombinācijās uzsēti uz kartupeļu dekstrozes agara. Izmēģinājumā salīdzināti varianti 5 dažādās kombinācijās: *Trichoderma* + *Trichoderma*; *Botrytis* + *Botrytis*; *Fusarium* + *Fusarium; Trichoderma* + *Botrytis; Trichoderma* + *Fusarium*. Izmēģinājums veikts 4 atkārtojumos.

Lauka izmēģinājumā pārbaudīti četri varianti trīs atkārtojumos: 1) stādāmais materiāls bez apstrādes ar Trihodermīnu; 2) stādāmais materiāls, apstrādāts ar sauso preparātu; 3) stādāmais materiāls, apstrādāts ar šķidro preparātu; 4) stādāmais materiāls, apstrādāts ar šķidro preparātu. Veģetācijas periodā ar 14 dienu intervālu augi apsmidzināti ar preparāta šķidro formu. Izmēģinājumā ievērota ražotāja ieteiktā tehnoloģija un deva.

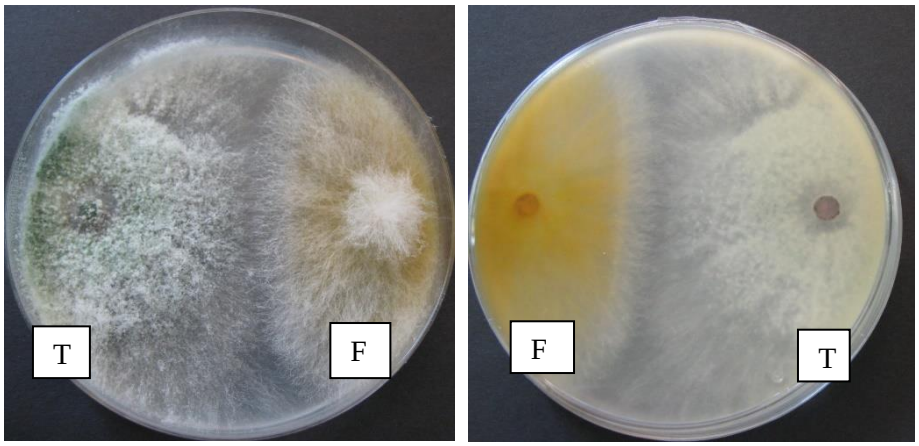
Sīpolu slimību uzskaite, nosakot izplatību un attīstības pakāpi, veikta visu veģetācijas periodu 1 reizi nedēļā – no sīpolu sadīgšanas brīža līdz pilnīgai loku atmiršanai. Slimību attīstības pakāpe noteikta, izmantojot 10 ballu skalu: 0 – augs vesels; 1 – vienā vietā uz auga redzami slimības simptomi ne lielākā laukumā par 0.5 cm^2; 2 – vienā vietā redzami slimības simptomi 0.5–1 cm^2 laukumā; 3 – divās vietās redzami slimības simptomi līdz 1 cm^2 laukumā; 4 – vairākās vietās redzami slimības simptomi līdz 1 cm^2 laukumā; 5 – puse auga ir klāta ar slimības simptomiem; 6 – 2/3 auga klātas ar slimības simptomiem; 7 – 4/5 auga klātas ar slimības simptomiem; 8 – viss augs klāts ar slimības

simptomiem; 9 – viss augs klāts ar slimības simptomiem, un daļa loku sāk atmirt; 10 – loki pilnībā atmiruši. Slimību attīstības novērtēšanai kopumā, visa veģetācijas perioda laikā, aprēķināts AUDPC (laukums zem slimības attīstības līknes).

Pēc sīpolu novākšanas un izžāvēšanas noteikta iegūtā raža.

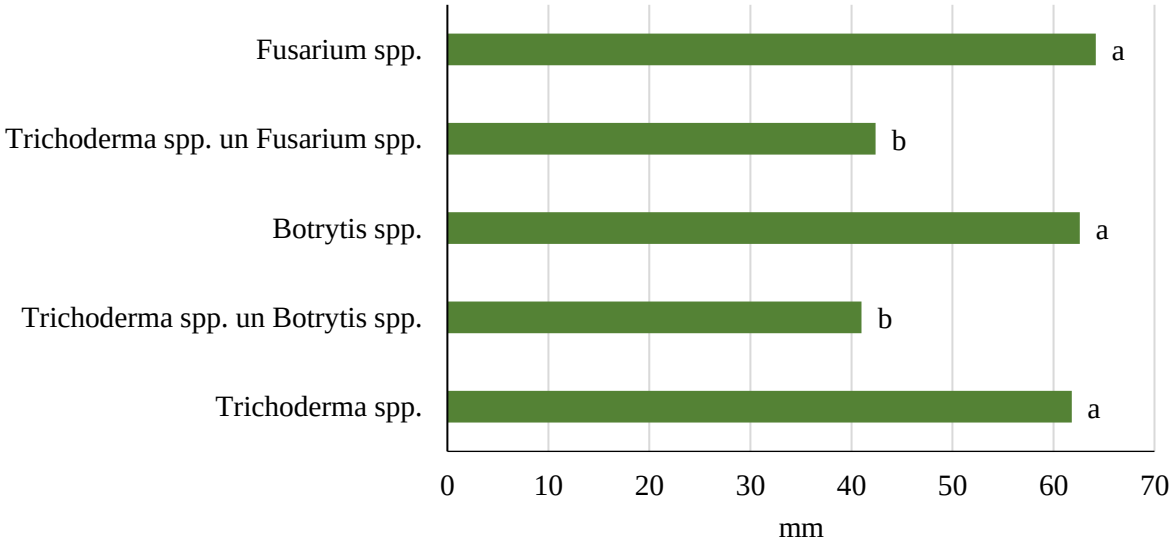
Rezultāti un diskusijas

Pirms veģetācijas sezonas veiktajā laboratorijas eksperimentā (1. att.) redzams, ka pārbaudītais *Trichoderma* spp. micēlijs ietekmēja *Fusarium* spp. augšanu.



1. att. *Trichoderma* spp. (T) un *Fusarium* spp. (F) mijiedarbība uz PDA.
Fig. 1. Trichoderma spp. (T) and Fusarium spp. (F) interaction on the PDA.

Analizējot atsevišķi iegūtos datus par micēlija augšanu, jāsecina, ka *Trichoderma* spp. micēlijs ir būtiski ($p < 0.05$) kavējis gan *Fusarium* spp., gan *Botrytis* spp. izolātu augšanu (2. att.).



2. att. *Trichoderma* spp. ietekme uz *Fusarium* spp. un *Botrytis* spp. micēlija augšanu.
Fig. 2. Effects of Trichoderma spp. on Fusarium spp. and Botrytis spp. mycelium growth.

Gan pašu sīpolu, gan slimību attīstību 2021. gadā būtiski ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi. Veģetācijas sezonā bija vērojami izteikti sausuma periodi – mitruma deficīts kopā ar paaugstinātu temperatūru.

Sīpolu slimību vērtēšanas sākumā (30.–40. AE, kad notika intensīva loku veidošanās) novēroti pirmie sīpolu pamatnes puves (ier. *Fusarium* spp.) simptomi. Kopējā slimības izplatība visā

izmēģinājumā bija 2%. Tāpat konstatēti sīpolu loku plankumainības simptomi, veicot paraugu analīzi LLU LF Augu patoloģijas zinātniskajā laboratorijā, identificēti ierosinātāji – patogēni no *Alternaria* un *Stemphylium* ģintīm (3. att.).

3. att. Sīpolu plankumainības, ko ierosina *Alternaria/Stemphylium* patogēnu komplekss, simptomi uz lokiem un patogēnu konīdijas.
Fig. 3. Symptoms of onion leaf spot caused by Alternaria/Stemphylium complex and conidia of pathogens.

Turpinoties veģetācijas sezonai, sīpolu stādījumos dominēja *Alternaria/Stemphylium* ierosinātā lapu plankumainība. Slimības attīstības pakāpe veģetācijas perioda beigās nepārsniedza 4 balles – vairākās vietās redzami slimības simptomi līdz 1 cm^2 laukumam.

Sīpolu pamatnes puve un sīpolu plankumainība konstatēta variantos, kur sīpoli audzēti no dēstiem un no sīksīpoliem. Variantos, kur izmantoti ģimenes sīpoli, netika konstatēta neviena no sīpolu slimībām. Iespējamais izskaidrojums – izmantotais sēklas materiāls tiek uzturēts saimniecībā vairāk nekā desmit gadu, un, regulāri atlasot labākos eksemplārus sēklai, sīpoli piemērojušies vietējiem agroekoloģiskajiem apstākļiem.

Atsevišķi novērtēt lietotā mikrobioloģiskā preparāta Trihodermīna ietekmi tieši uz sīpolu slimību attīstību nebija iespējams, jo kopējā slimību attīstība bija zema, slimības simptomi bija novērojami tikai atsevišķiem augiem. Pēc sīpolu novākšanas sīpoli ievietoti glabāties, un glabāšanās laikā tiks turpināta slimību uzskaite.

Izmēģinājumi laboratorijā pierādīja, ka mikrobioloģiskais preparāts kavē atsevišķu patogēnu augšanu, tomēr lauka apstākļos 2021. gadā to pierādīt neizdevās. Tas lielā mērā saistāms ar salīdzinoši zemo slimības attīstības pakāpi. To savukārt ietekmēja nepietiekamais mitruma daudzums, jo saskaņā ar literatūrā pieejamo informāciju, slimību attīstībai optimālais gaisa mitrums ir virs 90% (Bimšteine, Bankina, Lepse, 2012).

Mikrobioloģiskā preparāta lietošana neietekmēja sīpolu ražu. Vidējā raža šķirnei 'Karmen', kuru audzēja no sēklām un ģimenes sīpoliem, veidoja 0.7–0.8 kg m^2 neatkarīgi no lietotās Trihodermīna preparatīvās formas. Šķirnei 'Corrado F1' – vidēji 0.7–1.3 kg m^2. Attiecīgi 2021. gadā iegūto sīpolu ražu būtiskāk ietekmēja īstenotais audzēšanas paņēmiens.

Secinājumi

2021. gada sezonas meteoroloģiskie apstākļi nebija labvēlīgi sīpolu slimību attīstībai, tāpēc nevarēja novērot mikrobioloģiskā preparāta Trihodermīns ietekmi. 2022. gadā pētījumi tiks turpināti, lai iegūtu iespējami objektīvākus datus par Trihodermīna ietekmi uz sīpolu slimību attīstību un ražu.

Izmantotā literatūra

1. Ahmed M., Amin M., El-Fiki I. (2017). Efficacy of Bioagents against *Alternaria porri* Incitant of Purple Blotch of Onion in Egypt. *Egyptian Journal of Phytopathology*. Vol 45, p. 17–29.

2. Bimšteine G., Bankina B., Lepse L., (2012). Dārzeņu slimību ierobežošanas iespējas integrētā augu aizsardzībā. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*, Zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava: LLU, 166.–169. lpp.
3. Chilver M.I., du Toit L.J. (2006) Detection and identification of *Botrytis* species associated with neck rot, scape blight and umbel blight of onions. *Plant Health Progress*, Online. 1–20 pp.
4. Haapalainen M., Latvala S., Kuivainen E., Qiu Y., Segerstedt M., Hannukkala A.O. (2016). *Fusarium oxysporum, F. proliferatum* and *F. redolens* associated with basal rot of onion in Finland. *Plant pathology*. Vol. 65(8), p. 1310–1320.
5. Hay F., Stricker S., Gossen B. D., McDonald M. R., Heck D., Hoepting C., Sharma S., Pethybridge S. (2021). Stemphylium Leaf Blight: A Re-Emerging Threat to Onion Production in Eastern North America. *Plant Disease.* Vol. 105 (12).
6. Hermosa R., Viterbo A., Chet I., Monte E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, Vol. 158, p. 17–25.
7. Kalman, B., Abraham, D., Graph, S., Perl-Treves, R., Meller Harel, Y., & Degani, O. (2020). Isolation and Identification of *Fusarium* spp., the Causal Agents of Onion (*Allium cepa*) Basal Rot in Northeastern Israel. *Biology*. Vol 9 (4), p. 69.
8. Le, D., Audenaert, K., Haesaert, G. (2021). *Fusarium* basal rot: profile of an increasingly important disease in *Allium* spp.. *Tropical plant pathology.* Vol. 46, p. 241–253.
9. Lielpētere A. (2009). *Bioloģiskie augu aizsardzības līdzekļi um mikrobioloģiskie preperāti – cilvēku labklājībai*. Rakstu krājums. SIA "Bioefekts". 132. lpp.
10. Mishra R. K., Jaiswal R. K., Kumar D., et al. (2014). Management of major diseases and insect pests of onion and garlic: A comprehensive review. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. Vol. 6 (11), p. 160–170.
11. Suheri H., Price T.V., (2001). Infection of onion leaves by *Alternaria porri* and *Stemphylium vesicarium* and disease development in controlled environments. *Plant Pathology*. Vol. 49 (3), p. 375–382.
12. Stavělíková H., Lepse L., Runģis D. (2020). Safeguarding of potato onion (*Allium cepa* L. *Aggregatum* group) and garlic (*Allium sativum* L.) crop diversity in North Europe - Baltic region. *ECPGR Activity Grant Scheme – Fourth Call, 2016*. Final Activity Report. 22 p.
13. Van der Heyden H., Bilodeau G.J., Carisse O., Charron J-B. (2020). Monitoring of Peronospora destructor Primary and Secondary Inoculum by Real-Time qPCR. *Plant Disease*. Vol. 104 (12).
14. Zin N.A., Badaluddin N.A. (2020). Biological functions of Trichoderma spp. for agriculture applications. *Annals of Agricultural Sciences*, Vol. 65, Issue 2, p. 168–178.
15. Zvaigzne M., Vecvanaga A., Akmentiņa Dz. (2002). Trihodermīna nozīme augu dzīvē. *Ražība*, Nr. 1 (157), 4.–9. lpp.

ROZMARĪNA (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.) SENSORĀS KVALITĀTES NOVĒRTĒJUMS POLIETILĒNA (LDPE) MAISIŅA IEPAKOJUMĀ UZGLABĀŠANAS LAIKĀ

SENSORY EVALUATION AND QUALITY ASSESSMENT OF ROSEMARY (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.) *DURING STORAGE IN A LOW-DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) BAGS*

Ingrīda Augšpole, Irina Sivicka
LLU Lauksaimniecības fakultāte
ingrida.augspole@llu.lv

Abstract. *The experiment aimed to analyze the changes of sensory quality for fresh-cut rosemary in a polyethylene LDPE bag with a ziplock closure (provides a convenient package opening and closing function). Samples of fresh-cut rosemary (20 ± 0.05 g) were packed in polyethylene LDPE bags (18 cm × 14 cm). Fresh-cut rosemary (20 ± 0.05 g) as control was put in polypropylene DuniForm PP boxes (14.5 × 20.5 × 3.5 cm) without film coating. The samples were stored in a cold room at +6 ± 0.5 °C for 14 days. On the first day, the quality parameters of samples were determined before packaging. During the storage, the measurements were provided on the 1st, 3rd, 5th, 7th, 10th, 12th and 14th days` of the experiment, in triplicate. During investigations, the gas composition in the free space of the package was provided with OXYBABY®V oxygen (O_2) and carbon dioxide (CO_2) analyzing equipment as well as the weight loss (%) was determined in accordance with LVS ISO 1442: 1997. The sensory quality of rosemary was evaluated according to methodology developed by Dr. sc. ing. Evita Straumīte. The colour of leaves was described using the RHS Colour Chart developed by the Royal Horticultural Society of UK (RHS). The obtained results were compared with the sensory analysis of fresh-cut rosemary during the storage without the use of packaging (control). The composition of the passive equilibrium shielding gas environment changed differently during the storage – as a result of respiration, the initial O_2 content in the packaging environment decreased slowly from 19.1% (air) to 16.1% after 14 days of storage. The CO_2 content of the packaging increased to 3.6% during storage. The weight loss during the storage for fresh-cut packaged rosemary during 14-day long storage was 0.99%. This parameter was significantly higher ($p<0.05$; $\alpha = 0.05$) for the control variant – the weight loss was 21.23% in DuniForm PP boxes without film coating during 12-day of storage. Based on the sensory evaluation, provided at the start of the experiment, both samples in the LDPE bags and the control were scored according to 5 points. The control variant was terminated on the 12th day of the research because of the firmness, juiciness and odor evaluated with 1.5, 1 and 1 points, respectively. For rosemary, stored in LDPE bags, on the14th day of experiment, color was assessed with 4 points, firmness, juiciness and taste – with 3 points, but odor – with 2.5 points. The obtained results indicate that LDPE bags with ziplock closure are suitable for storage of fresh cut rosemary up to 14 days, preserving sensory properties.*
Key words: *rosemary, packaging material, sensory analysis, weight loss.*

Ievads

Iepakojumam ir izšķiroša nozīme svaigi grieztu produktu kvalitātes saglabāšanā. Pēdējo gadu laikā iepakojuma materiālu izstrādei pievērš paaugstinātu uzmanību, lai svaigiem augiem nodrošinātu ilgāku derīguma termiņu, izmaksu efektivitāti, vides aizsardzības noteikumu ievērošanu un patērētāju ērtības (Lamikanra, 2002; Lopez–Rubio *et al.,* 2004; Martín–Belloso, Soliva–Fortuny, 2011; Wilson, 2008). Iepakojumam ir nozīmīga loma arī pārtikas piegādes ķēdē (Ahvenainen, 2003; Meroni, 2000), kas ir starpnieks starp produktu ražotājiem un patērētājiem (Meroni, 2000). Iepakojuma materiāli var pasargāt produktus no atkārtota sekundāra, fizikāla, ķīmiska vai mikrobioloģiska piesārņojuma, nodrošināt to kvalitāti ražošanas un tirdzniecības vietās, pagarināt derīguma termiņu un samazināt izlietotā iepakojuma kaitīgo ietekmi uz apkārtējo vidi (Arella *et al.,* 2009; Funabashi *et al.,* 2009; Siracusa *et al.,* 2008). Iepakojumā augi elpojot patērē skābekli un izdala ogļskābo gāzi. Optimāls vides sastāvs iepakojumā ietekmē svaigi grieztu augļu un dārzeņu elpošanas intensitāti un pagarina to realizācijas laiku bez kvalitātes zudumiem. Svaigi grieztu augu iepakojumam lieto speciālas polimēru plēves, kas veido specifisku līdzsvara gāzu maisījuma sastāvu ar vienādu CO_2 un O_2 saturu (5–10%).

Šāds gāzu sastāvs nodrošina svaigās produkcijas kvalitāti pagarinātā realizācijas laikā, samazina elpošanas intensitāti un masas zudumus (Day, 2008).

Uzglabāšanas laikā augu dzīvības funkcijas turpina darboties, un elpošanas procesā izdalās mitrums, ko ir nepieciešams aizvadīt no iepakojuma, lai pagarinātu to derīguma termiņu (Verma, Joshi, 2000). Ļoti nopietna problēma ir kondensāta veidošanās iepakojuma iekšpusē, ko ietekmē temperatūras svārstības un temperatūras diference starp vidi iepakojumā un ārpusē – tās ir galvenās lietotās polimēra plēves īpašības. Šī iemesla dēļ svaigi grieztu dārzeņu un augļu iepakošanai parasti lieto polimēru plēves, kas ir selektīvi gāzu (skābeklis un ogļskābā gāze) caurlaidīgas jeb „elpojošas", labi sakausējamas, un tām piemīt pret norasošanas īpašības (Clarke, 2011).

Svaigu garšaugu produkcija šobrīd ir pieprasīta un populāra, bet to tirdzniecību apgrūtina īss derīguma termiņš, kas neļauj īstenot ilgstošu uzglabāšanu. Šī eksperimenta mērķis bija analizēt svaigi griezta rozmarīna sensorās kvalitātes izmaiņas polietilēna LDPE maisiņā ar *ziplock* aizdari (aizvelkamu satvērēju), kas nodrošina ērtu iepakojuma atvēršanas un aizvēršanas funkciju.

Materiāli un metodes

Augu materiāls ievākts no trīsgadīgā rozmarīna, kas audzēts LLU LF AAZI Dārzkopības un apiloģijas laboratorijas (Jelgava, Strazdu iela 1) apkurināmā polikarbonāta siltumnīcā, veģetācijas traukos, neitralizētās kūdras (pH_{KCl} 6.0) substrātā.

Pētījuma norises vieta – LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes (Jelgava, Rīgas iela 22) Iepakojuma materiālu īpašību izpētes laboratorija.

Svaigi griezta rozmarīna paraugus 20 ± 0.05 g iepakoja pārtikā izmantojamos polietilēna LDPE maisiņos (18 × 14 cm) ar *ziplock* aizdari (aizvelkamu satvērēju), kas nodrošina ērtu iepakojuma atvēršanas un aizvēršanas funkciju. Kā kontrole izmantoti svaigi griezti rozmarīna paraugi 20 ± 0.05 g, ievietoti polipropilēna *DuniForm* PP kārbiņās (14.5 × 20.5 × 3.5 cm) bez plēves pārklājuma. Paraugus uzglabāja aukstuma kamerā +6 ± 0.5 °C temperatūrā 14 dienas. Paraugu kvalitātes parametru noteikšana veikta trīs atkārtojumos – 1., 3., 5., 7., 10., 12. un 14. dienā.

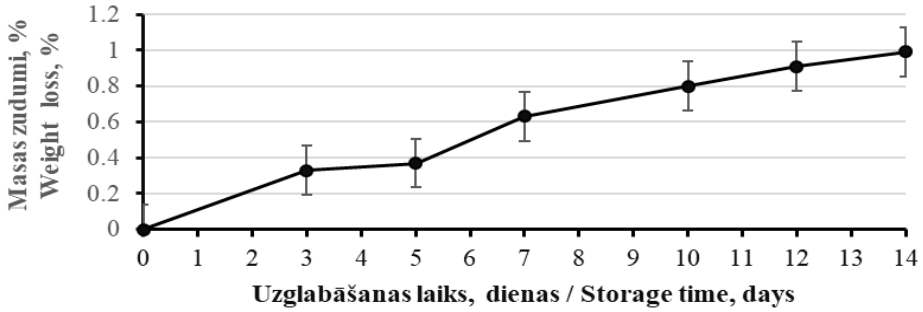
Masas zudumi, %, noteikti atbilstoši standartam LVS ISO 1442:1997, izmantojot elektroniskos svarus *Precisa* (Vācija) ar svēršanas precizitāti ± 0.01 g. Eksperimenti veikti trīs atkārtojumos.

Gāzu sastāvs O_2 un CO_2, %, noteikts iepakojuma brīvajā telpā virs produkta (rozmarīna iepakojumā) tūlīt pēc iepakošanas un visā uzglabāšanas periodā, lietojot gāzu analizatoru *OXYBABY ECO* O_2/CO_2 saskaņā ar iekārtas rokasgrāmatu. Analīzes ir veiktas trīs atkārtojumos.

Sensorā analīze veikta, īstenojot Dr. sc. ing. Evitas Straumītes izstrādāto metodiku, pēc 5 ballu skalas, novērtējot tādus rādītājus kā krāsa, stingrība, sulīgums, garša un smarža (Straumtte *et al*., 2012). Zaļās krāsas toņus aprakstīja pēc Anglijas Karaliskās dārzkopības biedrības (RHS) izstrādātās krāsu skalas (*https://shop.rhs.org.uk/shop/rhs-large-colour-chart-sixth-revised-edition*).

Rezultāti un diskusijas

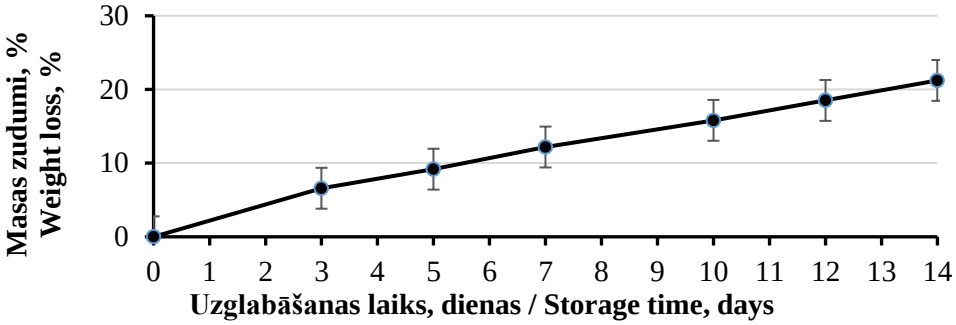
Svaigi griezta rozmarīna masas zudumi iepakojumā uzglabāšanas laikā līdz 14 uzglabāšanas dienām ir radušies ūdens tvaika migrācijas dēļ caur iepakojuma materiālu apkārtējā vidē. Masas zudumi no rozmarīna LDPE maisiņa iepakojuma ar *ziplock* aizdari 14 uzglabāšanas dienu laikā bija nenozīmīgi – tikai 0.99% ($p > 0.05$; $\alpha = 0.05$). Mazāki masas zudumi uzglabāšanas laikā LDPE maisiņā tika konstatēti 3. un 5. dienā, attiecīgi 0.33% ± 0.04% un 0.37% ± 0.05%, savukārt lielāki masas zudumi robežās no 0.63% līdz 0.99% ± 0.05% novēroti no 7. līdz 14. uzglabāšanas dienai (1. att.).



1. att. Rozmarīna masas zudumi iepakojumā uzglabāšanas laikā.
Fig. 1. Weight loss of rosemary in the package during storage.

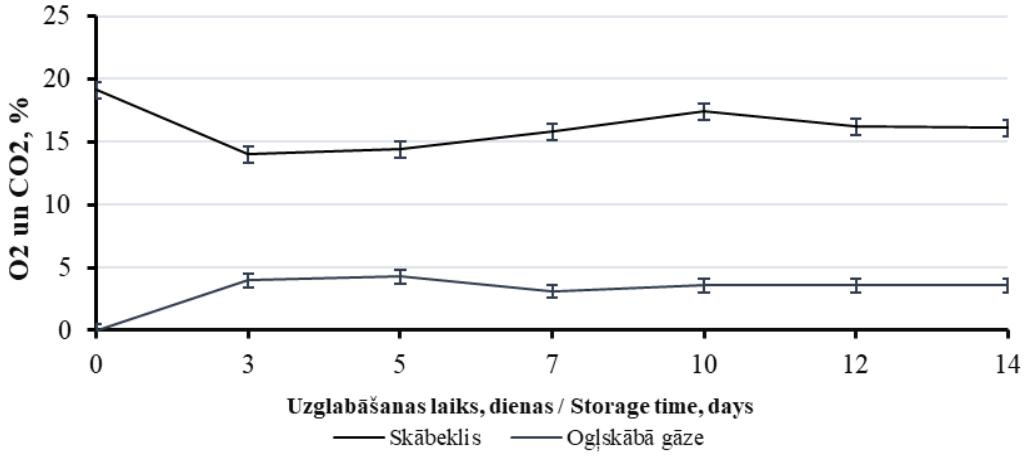
Par līdzīgiem masas zudumiem ziņoja pētnieki Rocha un Morais, kas noteikti gaisa atmosfēras iepakojumā āboliem 10 dienu uzglabāšanas laikā 4 °C temperatūrā – 0,22% (Rocha, Morais, 2003).

Ievērojami augstāki masas zudumi konstatēti rozmarīna paraugos polipropilēna *DuniForm* PP kārbiņās bez plēves pārklājuma 14 dienu laikā, sasniedzot 21.23% ($p < 0.05$; $\alpha = 0.05$) (2. att.).



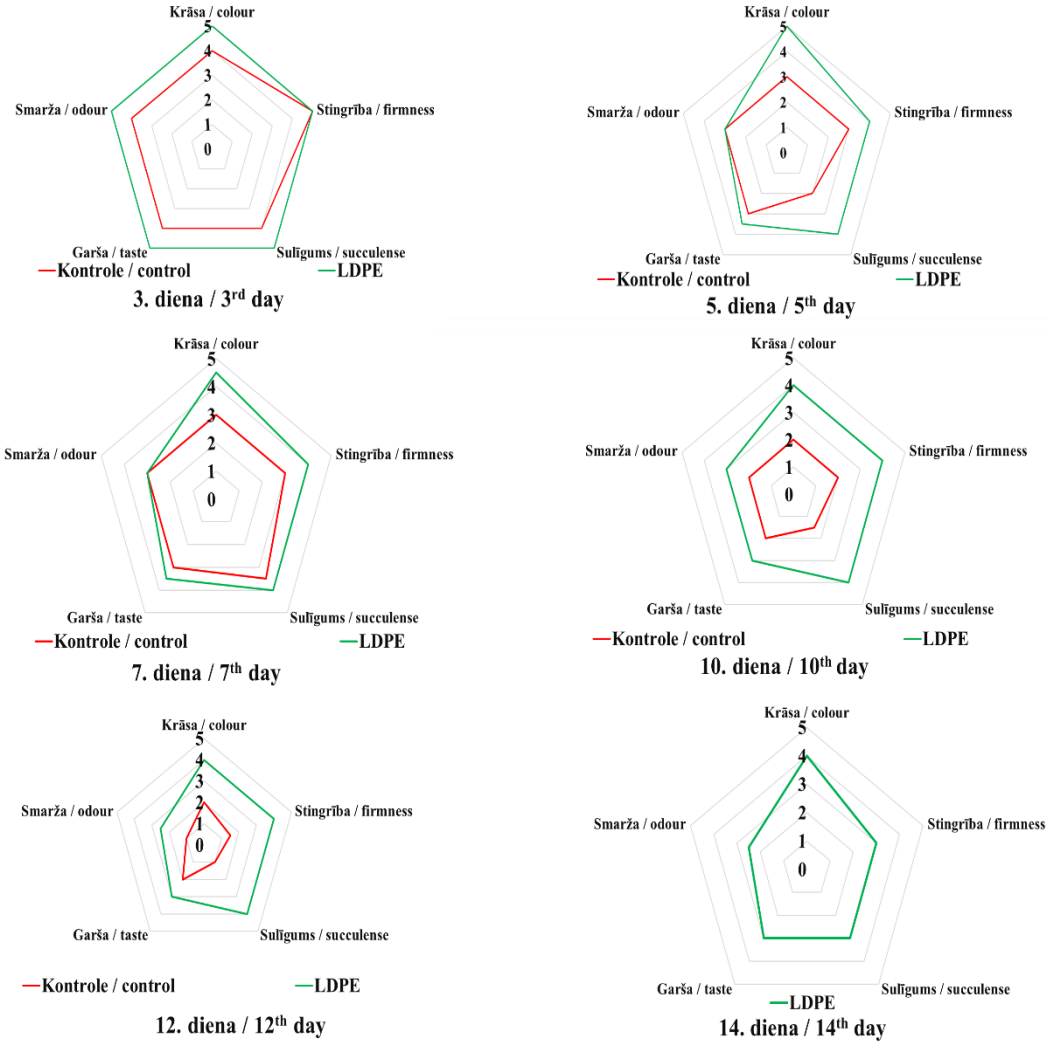
2. att. Rozmarīna masas zudumi bez iepakojuma uzglabāšanas laikā.
Fig. 2. Weight loss of rosemary without packaging during storage.

Skābekļa un ogļskābās gāzes satura dinamika iepakojuma iekšpusē (brīvajā telpā) rozmarīna uzglabāšanas laikā 14 dienās ir parādīta 3. attēlā. Svaigi griezta rozmarīna iepakojumā CO_2 saturs trešajā uzglabāšanas dienā bija 4.0 ± 0.5%, bet piektajā dienā tas samazinājās līdz 3.1 ± 0.5%. Pēc 14 uzglabāšanas dienām CO_2 saturs sasniedza 3.6 ± 0.5%. Sekojot O_2 izmaiņām visu uzglabāšanas laiku līdz 12 dienām iepakojumos, novērota tā samazināšanās trešajā dienā līdz 14.0 ± 0.5% un četrpadsmitajā dienā līdz 16.1 ± 0.5%. Līdzsvars starp O_2 un CO_2 koncentrāciju izveidojās trešās uzglabāšanas dienas laikā LDPE maisiņa iepakojumā. Šo apstākļu dēļ tika saglabātas optimālas pārbaudīto rozmarīna paraugu sensorās īpašības.



3. att. Skābekļa un ogļskābās gāzes satura dinamika rozmarīna iepakojumā uzglabāšanas laikā.
Fig. 3. Dynamics of oxygen and carbon dioxide content in rosemary packaging during storage.

Uzsākot sensorās kvalitātes izmaiņu vērtēšanu, pirmajā izmēģinājuma dienā rozmarīns gan iepakojumā, gan bez iepakojuma pēc visām piecām pazīmēm tika novērtēts ar 5 ballēm (maksimālais vērtējums). Produkta krāsa ir viens no sensoro rādītāju ietekmējošiem faktoriem. Svaigs rozmarīns patērētājiem asociējas ar izteikti zaļu krāsu, bet tās intensitāte uzglabāšanas laikā samazinās visu pētīto rozmarīnu paraugos – gan iepakojumā, gan bez iepakojuma. Pēc sensorās kvalitātes skalas tika konstatēts, ka raksturīgā mēreni zaļā olīvu krāsa (*Moderate Olive Green*, 137B) LDPE iepakojumā saglabājās līdz septiņām dienām, bet no 10. līdz 14. dienai novērota noteikta mēreni dzeltenīgi zaļa krāsa (*Moderate Yellow Green*, 137C). Kontroles variantā mēreni zaļā olīvu krāsa (137B) saglabājās līdz 7. dienai, kad krāsu noteica kā mēreni dzeltenīgi zaļu (137C), savukārt 12. dienā rozmarīnam bija raksturīga mēreni dzeltenīgi zaļā krāsa (*Modereate Yellowish Green,* 137D).



4. att. Rozmarīna sensorās kvalitātes izmaiņas uzglabāšanas laikā, ballēs.
Fig. 4. Changes in sensory quality of rosemary during storage, in scores.

Izvērtējot garšas īpašības, augstu novērtējumu guva LDPE iepakojumā iesaiņotie rozmarīna paraugi: 3. dienā – 5 balles, no 5. līdz 7. dienai – līdz 3.5 balles, no 10. līdz 14. dienai – 3 balles. Kontroles variantā 3. dienā garšu novērtēja ar 4 ballēm, 5. un 7. dienā – ar 3 ballēm, 10. un 12. dienā – ar 2 ballēm. Kritiskā vērtība bija sulīgums – kontroles variantā jau 10. dienā to novērtēja ar 1.5 ballēm, bet 12. dienā – ar 1 balli, savukārt LDPE iepakojumā, tikai noslēdzot eksperimentu, 14. dienā to novērtēja ar 3 ballēm.

Rumānijā veiktā pētījuma ietvaros tādus garšaugus kā pētersīļi, dilles un lupstājs ievietoja polietilēna maisiņos un uzglabāja 12 dienas 4 °C temperatūrā, novērtējot sensorās kvalitātes izmaiņas. Pierādītais maksimāli iespējamais uzglabāšanas laiks attiecīgi bija 23, 13 un 15 dienas (Catunescu *et al*.,2012).

Secinājumi

Ņemot vērā visus iegūtos pētījuma rezultātus, ir pierādīts, ka polietilēna LDPE maisiņi ar *ziplock* aizdari ir piemēroti svaigi griezta rozmarīna uzglabāšanai periodā līdz 14 dienām, saglabājot sensorās īpašības. Savukārt rozmarīna, īstenojot uzglabāšanu bez iepakojuma, derīguma termiņš varētu būt pieņemams no 7 līdz 10 dienām, saglabājot auga sensorās īpašības.

Izmantotā literatūra

1. Ahvenainen R. (2000). *Minimal processing of fresh produce. In: Minimally Processed Fruits and Vegetables (Fundamental Aspects and Applications)*, Alzamora S., Tapia M., Lopez–Malo A. Ed. Aspen Publication, Maryland, USA; p. 277–290.
2. Arella M, Buzarovska A., Errico M.E., Gentile G., Grozdanov A. (2009). Eco–challenges of Bio–Based Polymer Composites. *Journal of Materials*, No 2, Vol. 3, p. 911–925.
3. Catunescu G. M., Tofana M., Crina M., David A., Stănilă S. (2012). Sensory Evaluation of Minimally Processed Parsley (*Petroselinum crispum*), Dill (*Anethum graveolens*) and Lovage (*Levisticum officinale*) Stored at Refrigeration Temperatures. *Bulletin UASVM Agriculture*, No. 69, Vol. 2, p. 205–212.
4. Clarke R. (2011). Breatheway Membran Technology and Modified Atmosphere Packaging. *In: Modified Atmosphere Packaging for Fresh-cut Fruits and Vegetables*, Editors Aaron L. Brody, Hong Zhuang and Jung H. Han, Willey Blackwell Ltd, p.185–208.
5. Day B.P.F. (2008). Active Packaging of Food. *In: Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods.* Kerry J., Buttler P., (ed.) Wiley, p. 1–17.
6. Funabashi M., Ninomiya F., Kukioka M. (2009). Biodegradability Evaluation of Polymer by ISO 14855–2. *International Journal of Molecular Sciences*, No 10, Vol. 8, p. 3635–3654.
7. Lamikanra O. (2002). *Fresh-cut fruits and vegetables: Science, Technology, and Market.* CRC PRESS: Boca Raton, p. 467.
8. Lopez–Rubio A., Almenar E., Hernandez–Munoz P., Lagaron J.M., Catala R., Gavara R. (2004). Overview of active polymer–based packaging technologies for food applications. *Food Reviews International*, No 4., Vol. 20, p. 357–387.
9. Manolopoulou E., Varzakas T.H. (2013). Effect of Modified Atmosphere Packaging (MAP) on the Quality of 'Ready–to–Eat' Shredded Cabbage. *International Journal of Agricultural and Food Research*, Vol. 2, No. 3, p. 30–43.
10. Martín–Belloso O., Soliva–Fortuny R. (2011). *Advances in Fresh–Cut Fruits and Vegetables Processing*. Taylor and Francis Group, LLC: Boca Raton, p. 410.
11. Meroni A. (2000). Active packaging as an opportunity to create package design that reflects the communicational functional and logistical requirements of food products. *Packaging Technology Science*, Vol. 13, p. 243–248.
12. Rocha A.M.C.N. & Morais A.M.M.B. (2003) Shelf life of minimally processed apple (cv. Jonagored) determined by colour changes. *Food Control*, 14, 13–20.
13. Siracusa V., Rocculi P., Romani S., Rosa D. (2008). Biodegradable Polymers for Food Packaging. *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 12 (19), p. 634–643.
14. Straumite E., Kruma Z., Galoburda R., Saulite K, (2012). Effect of Blanching on the Quality of Microwave Vacuum Dried Dill (*Anethum graveolens* L.). *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, No. 4, Vol. 6, p. 150–156.
15. Verma R.L., Joshi K.L. (2000). *Postharvest Technology of Fruits and Vegetables.* Vol.1, Indus Publishing Company: New Delhi, p. 1222.
16. Wilson C.L. (2008). *Intelligent and Active Packaging for Fruits and Vegetables. CRC* Press, Taylor and Francis Group: Boca Raton, p. 360.

RUDENS AVENES SALDĒŠANAI UN DESERTAM

PRIMOCANE RASPBERRY FOR FREEZING AND DESSERT

Sarmīte Strautiņa, Valda Laugale, Ieva Kalniņa, Inta Krasnova
Dārzkopības institūts
sarmite.strautina@llu.lv

Abstract. *Growers' interest is increasing in primocane raspberries in Latvia, because their cultivation is relatively easier than cultivation of summer raspberries. Primocane raspberries are usually used for fresh consumption, however, it has become difficult to sell all the fruits as fresh with increased production volumes. One of the solutions to prolong the storage time is to freeze them. The use of frozen raspberries obtained by the quick-freezing method for dessert is rather underused in Latvia, and there is a lack of information about cultivar suitability for it therefore research activities were initiated at the Institute of Horticulture (LatHort) within the framework of the collaboration project "Innovative, economically justified solutions for increasing the efficiency and quality of apple and raspberry production" (No. 18-00-A01620-000025). In the project, the evaluation of fruit quality for both fresh and frozen fruits was carried out by performing sensory evaluation and chemical analysis. Three primocane raspberry cultivars: 'Polana', 'Polka' and 'Polonez' were evaluated. In 2020, 'Polonez' had the largest and most attractive fruits among the evaluated cultivars. This cultivar also had the highest average sensory rating of both fresh and frozen fruits. After freezing, the firmness of fruits decreased twice on average compared to fresh fruits. The increase of total amount of phenols was observed for all cultivars during the frozen fruit storage. 'Polka' and 'Polonez' had also an increased amount of soluble solids in fruits. At the end of storage the 'Polana' had the darkest fruit colour and the 'Polonez' had the lightest colour.*
Key words: *R. idaeus, quick freezing, sensoral evaluation, chemical content.*

Ievads

Latvijā aveņu platības ilgstoši (ar nelielām izmaiņām) sasniedz aptuveni 220 ha. Galvenās izmaiņas laika gaitā notikušas aveņu audzēšanas tehnoloģijās un šķirņu izvēlē. Lai gan saskaņā ar statistikas datiem vidējā aveņu ražība joprojām ir ļoti zema – pamatojoties uz 2021. gada statistikas datiem (CSP, 2021), tā veido aptuveni 1.15 t ha^{-1} –, pastāv lielas atšķirības ražībā, kas iegūta salīdzinoši ekstensīvā audzēšanā, atklātā laukā, un, audzējot avenes zem segumiem, kur ražība sasniedz 10 – 14 t ha^{-1}. Tāpat vērojamas arī izmaiņas struktūras ziņā, attiecīgi pēdējo gadu laikā rudens aveņu platības pieaug, bet vasaras aveņu – samazinās (Strautiņa et al., 2021). Šo izmaiņu pamatā ir atšķirības audzēšanā, jo rudens avenēm nepieciešams ieguldīt mazāku roku darba patēriņu stādījumu kopšanā, kā arī ir mazāka vajadzība lietot augu aizsardzības līdzekļus. Pasaulē tiek radītas arvien jaunas rudens aveņu šķirnes, taču klimatisko atšķirību dēļ tikai neliela daļa no tām piemērota audzēšanai Latvijas apstākļos. Galvenais limitējošais faktors, īpaši audzējot atklātā laukā, ir ogu nogatavošanās sākuma periods. Tas atkarīgs no temperatūras un šķirnes (Stanton, 2013). Līdz šim Latvijā rudens avenes audzētas svaigam patēriņam un tikai niecīgs daudzums ogu pārstrādāts vai sasaldēts. Saistībā ar rudens aveņu produkcijas apjoma palielināšanos arvien vairāk tirgus piepildās ar šīm svaigajām ogām, tāpēc ir svarīgi iegūt augstvērtīgu saldētu ogu produkciju, kas būtu pievilcīga patērētājam periodā, kad svaigas ogas tirgū nav pieejamas.

Ogu kvalitāti un ķīmisko sastāvu būtiski ietekmē audzēšanas vieta, tostarp mitruma nodrošinājums un meteoroloģiskie apstākļi. Ja gaisa temperatūra pārsniedz 35/23.9 °C (diena/nakts), tiek bojāti ģeneratīvie orgāni (Stanton et al., 2007). Ja temperatūra paaugstinās virs 33 °C, ogas, īpaši nogatavošanās pēdējā fāzē, gūst apdegumus, līdzīgi tās cieš no UV starojuma (Renquist et al., 1989). Tā kā aveņu ogas ir bagātas ar bioloģiski aktīvām vielām, svarīgi, lai saldēšanas un uzglabāšanas laikā būtu minimāli šo vielu zudumi. Lai maksimāli saglabātu ogās esošos vitamīnus un citas bioloģiski aktīvās vielas un samazinātu ogu strukturālās izmaiņas saldēšanas procesā (novērstu lielu ledus kristālu veidošanos), tiek izmantota ātrsaldēšanas metode. Šī metode pamatojas uz ogu strauju atdzesēšanu no 0 līdz –5 °C (2 stundu laikā). Tā ogu saldēšanai izmantota jau vairāk nekā 20 gadu un aizvien tiek pilnveidota.

Pētījuma mērķis ir izvērtēt jaunu un Latvijā ilgstoši audzētu rudens aveņu šķirņu svaigu un saldētu ogu kvalitāti un bioķīmisko sastāvu, to piemērotību svaigam patēriņam un saldēšanai.

Materiāli un metodes

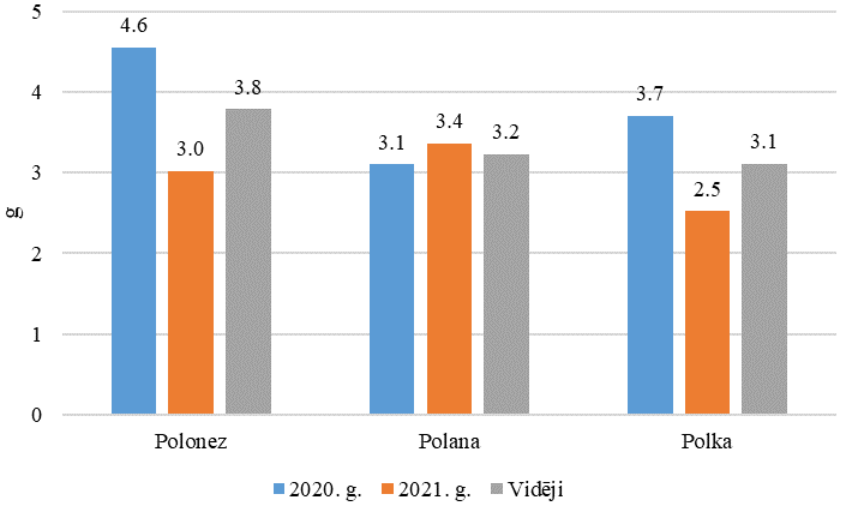
Pētījumi veikti Dārzkopības institūtā sadarbības projekta „Inovatīvi, ekonomiski pamatoti risinājumi ābeļu un aveņu ražošanas efektivitātes un augļu kvalitātes paaugstināšanai" ietvaros. Pētījumos izmantotas ogas, kas izaudzētas zemnieku saimniecībā „Ziediņi", Višķu novadā. Audzēšanas vietā ir smilšmāla augsne, kuras pH_{KCl} ir 5.69, P_2O_5 saturs 88.44 mg kg^{-1} un K_2O saturs 68.28 mg kg^{-1}. Avenes saimniecībā tiek audzētas atklātā lauka apstākļos rindās ar rindstarpu attālumu 3.0 m un zāliena mulču rindstarpās. Stādījums nav apūdeņots. Vērtētas rudens aveņu šķirnes 'Polka', 'Polana' (Latvijā jau audzēšanā izplatītas šķirnes) un 'Polonez' (jauna šķirne Latvijā). Vērtēšana veikta 2020. un 2021. gadā. Abus gadus vērtēta vidējā ogu masa, nosverot 50 ogas un aprēķinot vidējo rādītāju.

2020. gadā vērtēta ogu kvalitāte svaigām un saldētām aveņu ogām, veicot organoleptisko novērtēšanu un stingruma mērījumus. Saldētām ogām uzglabāšanas laikā vairākas reizes veiktas ķīmiskās analīzes un ogu krāsojuma analīze. Ogas vērtēšanai ievāktas 2020. gada septembrī. Svaigās ogas vērtētas ievākšanas dienā, bet saldēšanas ietekmes izvērtēšanai daļa ogu sasaldētas ar ātrsaldēšanas metodi un uzglabātas –18 °C. Ogas pirms analizēšanas 15 stundas atlaidinātas ledusskapī +4 °C temperatūrā.

Ogu ķīmiskās analīzes 2020. gadā ievāktajām ogām pēc saldēšanas veiktas 3 reizes: 2020. gada 22. septembrī, 2021. gada 25. martā un 24. maijā. Šķīstošās sausnas saturs noteikts ar digitālo refraktometru PAL-1 (Atago, Tokija, Japāna). Kopējā skābe analizēta ar potenciometrisko metodi, skābes saturs ogās izteikts procentos ar ābolskābes ekvivalentu. C vitamīns noteikts ar titrēšanas joda metodi un izteikts mg 100 g^{-1} ogu ar askorbīnskābes ekvivalentu. Kopējo fenolu un antocianīnu satura noteikšanai izmantota spektrofotometriskā metode. Kopējais antociānu saturs aprēķināts un izteikts kā cianidīn-3-glikozīda ekvivalenta (CGE) saturs mg 100 g^{-1} ogu. Ogu stingrums noteikts, 20 ogām izmantojot penetrometru (TSM-Pro Food Technology Corparation England), testēšanas plunžera diametrs 2 mm iegrimes dziļums 1 – 1,5 mm. Krāsu izmaiņas tika vērtētas, izmantojot krāsu analizatoru (spektrofotometrs CM-2500c (Japāna)). Organoleptiskajā vērtēšanā vērtēts ogu izskats, forma, garša, aromāts un stingrums. Visiem minētajiem rādītājiem vērtēšana veikta 5 ballu sistēmā, kur 1 - zemākais novērtējums, 5 - izcils novērtējums, vidējais vērtējums katrai šķirnei aprēķināts kā visu rādītāju vidējā vērtība.

Rezultāti un diskusijas

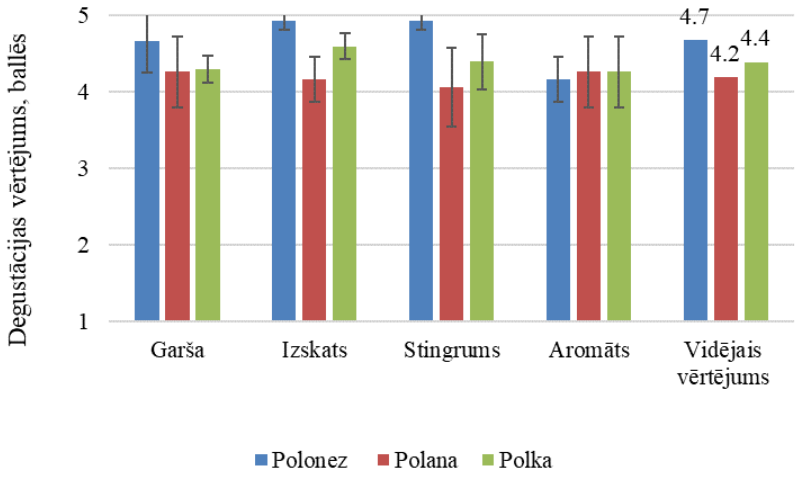
No pētītajām šķirnēm abos vērtēšanas gados lielākā ogu masa konstatēta šķirnei 'Polonez' (1. att.).



1. att. Aveņu ogu vidējā masa 2020. un 2021. gadā, g.
Fig. 1. Average raspberry fruit weight in 2020 and 2021, g.

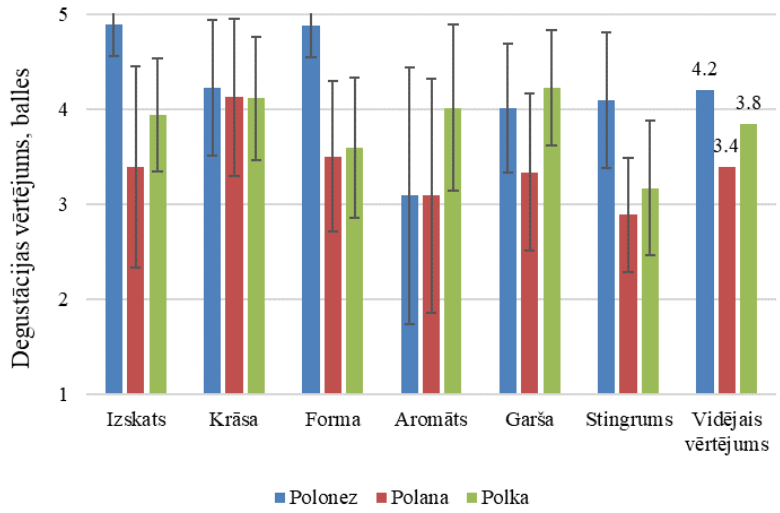
Salīdzinot datus par abiem gadiem, lielākā ogu masa visām vērtētajām šķirnēm bija 2020. gadā, kas skaidrojams ar labāku mitruma nodrošinājumu jūlijā - ziedēšanas laikā un ogu novākšanas periodā.

Tā kā pētījumā iekļautās šķirnes tika vērtētas piemērotībai gan svaigam patēriņam, gan saldēšanai, tika veikta ogu organoleptiskā novērtēšana gan pirms, gan pēc saldēšanas. Vērtējumā konstatētas būtiskas atšķirības starp šķirnēm. Salīdzinot svaigās ogas, augstāko vidējo novērtējumu ieguva šķirne 'Polonez' (2. att.).



2. att. Svaigu aveņu ogu organoleptiskais vērtējums 2020. gadā.
Fig. 2. Sensoral evaluation results of fresh raspberry fruits in 2020.

Pēc saldēšanas augstāko vidējo novērtējumu sasniedza šķirne 'Polonez', taču garša un aromāts augstāk novērtēts šķirnei 'Polka' (3. att.).



3. att. Saldētu ogu organoleptiskais vērtējums 2020. gadā.
Fig. 3. Sensoral evaluation results of frozen raspberry fruits in 2020.

Pārbaudot svaigu un saldētu ogu stingrumu, konstatēts, ka stingrākās svaigās ogas bija šķirnei 'Polonez', bet saldētās ogas - šķirnei 'Polka' (1. tab.). Salīdzinot ar svaigām ogām, pēc saldēšanas to stingrums samazinājās no 1.64 (šķirnei 'Polka') līdz 2.74 reizēm (šķirnei 'Polonez').

1. tabula / *Table 1*

Aveņu ogu stingrums, N (ņūtonos)
Firmness of raspberries, N (Newton)

Šķirne/*Cultivar*	Svaigas ogas / *Fresh berries*		Saldētas ogas / *Frozen berries*	
	Vidēji/*Average*	stdev	Vidēji/*Average*	stdev
'Polonez'	0.74	0.14	0.27	0.08
'Polka'	0.51	0.14	0.31	0.07
'Polana'	0.46	0.13	0.24	0.1

Vērtējot saldētu ogu ķīmisko sastāvu, tika konstatēts, ka uzglabāšanas laikā kopējās skābes saturs būtiski nemainījās, turklāt šķirnei 'Polana' tas saglabājās nemainīgs visā uzglabāšanas laikā, bet šķirnēm 'Polka' un 'Polonez' uzglabāšanas procesā nedaudz palielinājās (2. tab.). Galvenās atšķirības saglabājās starp šķirnēm. Šķīstošās sausnes saturs uzglabāšanas laikā nedaudz palielinājās šķirnei 'Polonez'.

2. tabula / *Table 2*

Kopējās skābes un šķīstošās sausnas satura izmaiņas ogās uzglabāšanas laikā
Change of titratable acids and soluble solids content in berries during storage

Šķirne/ *Cultivar*	Kopējā skābe / *Titrable acids,* %			Šķīstošā sausna / *Soluble solids,* Brix%		
	22.09.20.	25.03.21.	24.05.21.	22.09.20.	25.03.21.	24.05.21.
'Polka'	1.6	2.1	2.0	8.7	8.2	9.2
'Polonez'	1.5	1.7	1.8	8.7	11.7	13.4
'Polana'	2.0	2.0	2.0	10.2	10.1	10.1

Šķirnēm 'Polka' un 'Polonez' uzglabāšanas laikā pakāpeniski samazinājās antocianīnu saturs, bet šķirnei 'Polana' uzglabāšanas beigās tas pat palielinājās, kas varētu būt saistīts ar šīs šķirnes īpatnībām (3. tab.).

3. tabula / *Table 3*

Antocianīnu, C vitamīna un kopējo fenolu satura izmaiņas ogās uzglabāšanas laikā
Change of anthocyanins, vitamin C and total phenols content in berries during storage

Šķirne/ *Cultivar*	Antocianīni / *Anthocyanins,* mg 100 g^{-1}			C vitamīns / *Vitamin C,* mg 100 g^{-1}			Kopējie fenoli / *Total phenols,* mg 100 g^{-1}		
	22.09.20.	25.03.21.	24.05.21.	22.09.20.	25.03.21.	24.05.21.	22.09.20.	25.03.21.	24.05.21.
'Polka'	51.5	42.7	33.7	25.0	21.1	25.1	160.3	197.6	224.6
'Polonez'	41.3	40.8	31.0	23.2	25.8	27.7	171.4	148.1	180.2
'Polana'	27.8	42.4	45.1	27.1	27.4	24.8	135.7	157.7	186.4

Savukārt kopējo fenolu saturs visām vērtētajām šķirnēm uzglabāšanas laikā palielinājās. Literatūrā lasāmas norādes, ka, uzglabājot aveņu ogas –20 °C temperatūrā, kvercetīna saturs palielinās, bet kemferola un miracitīna saturs samazinās (Häkkinen et al., 2000a; Häkkinen et al., 2000b). Konors (Connor et al., 2002) norāda, ka arī krūmmellenēm antocianīnu un kopējo fenolu satura izmaiņas uzglabāšanas laikā atkarīgas no šķirnes.

Izvērtējot ogu ķīmisko sastāvu starp šķirnēm, tas variēja dažādu paraugu analīžu veikšanas reizēs. Vidēji trīs vērtēšanas reizēs visaugstākais kopējais skābes un C vitamīna saturs tika konstatēts šķirnei 'Polana'. Visaugstākais šķīstošās sausnas saturs bija šķirnei 'Polonez', taču visvairāk antocianīnu un kopējo fenolu bija šķirnei 'Polka'.

Salīdzinot aveņu ogu virsmas krāsu rādītājus, redzams, ka vistumšākās ogas uzglabāšanas sākumā bija šķirnei 'Polka' (vismazākā L*vērtība), bet uzglabāšanas beigās - šķirnei 'Polana' (4. tab.).

4. tabula / *Table 4*

Ogu krāsas izmaiņas uzglabāšanas laikā
Change of berry colour during storage

Šķirne/ *Cultivar*	L*			a*			b*		
	22.09.20.	25.03.21.	24.05.21.	22.09.20.	25.03.21.	24.05.21.	22.09.20.	25.03.21.	24.05.21.
'Polana'	24.4	21.2	25.9	20.7	32.4	25.7	8.2	14.0	9.4
'Polka'	21.9	24.0	29.4	25.2	31.6	30.8	10.7	14.6	12.0
'Polonez'	26.0	23.3	30.0	16.5	30.8	26.5	6.7	14.0	9.2

Visgaišākais ogu virsmas krāsojums tika novērots šķirnei 'Polonez', kas arī saglabājās uzglabāšanas beigās.

Secinājumi

Salīdzinot organoleptisko vērtējumu svaigām un saldētām ogām 2020. gada ražai, augstāko svaigo un saldēto ogu vidējo novērtējumu ieguvusi šķirne 'Polonez', kurai bija arī vislielākās ogas. Uzglabājot saldētas ogas, visām šķirnēm ogās bija palielinājies kopējo fenolu daudzums, bet šķirnēm 'Polka' un 'Polonez' – arī šķīstošās sausnas daudzums. Pēc saldēšanas ogu cietība bija samazinājusies vidēji divas reizes. Salīdzinot aveņu ogu virsmas krāsu rādītājus, uzglabāšanas beigās vistumšākās ogas bija šķirnei 'Polana', bet visgaišākais virsmas krāsojums konstatēts šķirnei 'Polonez'. Saskaņā ar sākotnējiem izvērtēšanas datiem šķirne 'Polonez' izdalīta kā perspektīva izmantošanai gan svaigam patēriņam, gan saldēšanai, taču pētījumi vēl jāturpina.

Pateicība. Pētījumi realizēti, pateicoties sadarbības projekta „Inovatīvi, ekonomiski pamatoti risinājumi ābeļu un aveņu ražošanas efektivitātes un augļu kvalitātes paaugstināšanai" (Nr. 18-00-A01620-000025) finansiālajam atbalstam.

Izmantotā literatūra

1. Centrālā statistikas pārvalde (CSP) ([b. g.]). *Latvijas lauksaimniecība 2021; Statistisko datu krājums.* Rīga: LR Centrālā statistikas pārvalde. [Tiešsaiste] [skatīts 2022. g. 28. febr.]. Pieejams: https://stat.gov.lv/lv/statistikas-temas/noz/lauksaimn/tabulas/lag080-auglu-koku-un-ogulaju-stadijumi-ieskaitot-zemenes?themeCode=LA.
2. Connor A.M., Luby J.J., Hancock J.F., Berkheimer S., and Hanson E.J. (2002). Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J. Agric. Food Chem.,* Vol. 50 (4), p. 893–898.
3. Häkkinen S., Kärenlampi S.O., Mykkänen H.M., Heinonen I.M. and Törrönen A.R. (2000a). Ellagic acid content in berries: influence of domestic processing and storage. *Eur. Food Res. Technol.,* Vol. 212 (1), p. 75–80.
4. Häkkinen S., Kärenlampi S.O., Mykkänen H.M. and Törrönen A.R. (2000b). Influence of domestic processing and storage on flavonol contents in berries. *J. Agric. Food Chem.,* Vol. 48 (7),
p. 2960–2965.
5. Renquist R.A., Hughes H.G. and Rogoyski M.K. (1989). Combined high temperature and ultraviolet radiation injury of red raspberry fruit. *HortScience, Vol.* 24, p. 597–599.
6. Stanton M.A., Scheerens J.C., Funt R.C., Clarck J.R. (2007). Floral competence of primocane-fruiting blackberries Prime-Jan and Prime-Jim grown at three temperature regimes. *Hortscience,* Vol. 42 (3), p. 508–513.
7. Stanton M.A. (2013). Crop production *In: Raspberries.* Ed.by Funt R.C. and Hall H.K., CABI, p. 157–177.
8. Strautiņa S., Kaufmane E., Grāvīte I., Ikase L., Laugale V. (2021). Apkopojums par Latvijā audzēto augļu, ogu un dārzeņu sezonālo pieejamību svaigam patēriņam un nodrošinājumu pārstrādei. ***No**: Vietējo pārtikas ķēžu pārstrukturizēšana un noturības stiprināšana krīzes un pēckrīzes laikā Latvijā*. I. Pilveres red. Jelgava: LLU, 260.–274. lpp.

MAKROELEMENTU SATURS UN IZNESE ĶIRŠIEM

THE CONTENT AND REMOVAL OF MACRONUTRIENTS IN CHERRIES

Daina Feldmane[1], Ieva Erdberga[2], Valentīna Pole[1], Ilze Vircava[2]
[1]Dārzkopības institūts, [2]Latvijas Lauksaimniecības universitāte
daina.feldmane@llu.lv

Abstract. *It is important to know the optimal content and removal of mineral nutrients to provide plants with the necessary substances, but excessive fertilization should be prevented. The aim of the research was to determine the removal of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium for sour cherries ('Latvijas Zemais 52') and for sweet cherries grafted on vigorous and vigor-reducing rootstocks (cultivar 'Meelika' on the rootstocks Prunus mahaleb and Gisela* 5*). The measurements of removed plant biomass, sample collection and calculations were done at the Institute of Horticulture. The content of macronutrients in the plant biomass was detected at Latvia University of Life Sciences and Technologies, at the Institute of Soil and Plant sciences. In the spring, the branches (annual and older) of the cultivar 'Meelika' grafted on Gisela 5 had significantly higher content of calcium, but biannual and perennial branches - higher content of N in the dry matter than other cherry cultivar-rootstock combinations. In the summer, the sour cherries 'Latvijas Zemais' had a higher content of N and Mg in the leaves and annual shoots than the sweet cherry cultivar 'Meelika' grafted on P. mahaleb. The annual removal of macronutrients by pruning and yield per tree resulted in: 'Meelika'/ P. mahaleb – 24 g N, 7 g* P_2O_5*, 71 g* K_2O*, 142 mg Ca and 90 mg Mg; 'Meelika'/ Gisela 5 – 17 g N, 7 g* P_2O_5*, 52 g* K_2O*, 102 mg Ca and 78 mg Mg; 'Latvijas Zemais 52'/ P. mahaleb – 22 g N, 6 g* P_2O_5*, 62 g* K_2O*, 116 mg Ca and 119 mg Mg.*
Key words: *rootstock, nitrogen, potassium, phosphorus, pruning.*

Ievads

Zināšanas par minerālo barības elementu iznesi ir nepieciešamas, lai nodrošinātu augus ar nepieciešamajām vielām, bet nepieļautu pārmērīgu mēslošanu. Minerālvielu saturs ķiršu lapās un citās augu daļās būtiski atšķiras atkarībā no izmantotā potcelma – par to liecina Spānijā veiktie pētījumi (Jiménez et al., 2004; Jiménez et al., 2007). Pašlaik Latvijā izplatītākais ķiršu potcelms ir smaržīgais ķirsis (*Prunus mahaleb* L.), bet jaunajos stādījumos arvien biežāk izmanto neliela auguma potcelmu 'Gisela 5'. Par ķiršu nodrošinājumu ar minerālvielām var spriest pēc ASV un Vācijā aprēķinātā optimālā barības vielu satura lapās (Friedrich, 1977; Hanson and Proebsting, 1996), taču tur nav ņemta vērā potcelmu ietekme, trūkst arī informācijas par barības vielu saturu koksnē. Skābajiem ķiršiem ir aprēķināta minerālo barības elementu iznese Polijas apstākļos. Ne Latvijā, ne tuvākajās kaimiņvalstīs pašlaik nav pieejama informācija par makroelementu satura atšķirībām dažāda augstuma ķiršos, kā arī par makroelementu daudzumu, ko dažāda augstuma ķirši iznes no augsnes ar ražu un vainaga veidošanā nogriezto zarojumu.

Pētījuma mērķis bija noteikt slāpekļa, fosfora, kālija, kalcija, magnija saturu un iznesi skābajiem ķiršiem un atšķirīga augstuma saldajiem ķiršiem.

Materiāli un metodes

Pētījumā pirmā daļa tika īstenota Dārzkopības institūta ķiršu stādījumā Dobelē ražojošiem kokiem trīs atkārtojumos: saldo ķiršu šķirnei 'Meelika' uz liela auguma potcelma *P. mahaleb* un neliela auguma potcelma 'Gisela 5' (turpmāk – 'Meelika' / *P. mahaleb* un 'Meelika'/'Gisela 5'), kā arī skābajiem ķiršiem 'Latvijas Zemais 52' uz potcelma *P. mahaleb*.

Augsnes apstākļi stādījumā: pH_{KCl} 6.5–7.3, 203–221 mg kg^{-1} P_2O_5 un 253–356 mg kg^{-1} K_2O, organiskās vielas saturs 2.3–2.9%. Stādījumi nebija apūdeņoti. Rindstarpās regulāri tika pļauts zālājs. Apdobēs nezāles ierobežoja ar glifosāta smidzinājumu un appļaušanu. Stādījumā ar fungicīdu smidzinājumiem (Signum 1 L ha^{-1} ziedēšanas beigās un Topas EC, 0.5 L ha^{-1} pēc ražas novākšanas) ierobežoja augļu puves un kauleņkoku lapbires izplatību, ar insekticīdu smidzinājumiem – laputu un ķiršu mušas izplatību (sasniedzot kritisko slieksni vasaras sākumā, Mospilan 0.25 L ha^{-1}).

Pavasarī visu vainagu veidoja nelielā auguma ķiršiem 'Meelika'/'Gisela 5', bet lielā auguma saldajiem ķiršiem 'Meelika' / *P. mahaleb* un skābajiem ķiršiem vainagā retināja ražojošos zarus. Vasarā saldajiem ķiršiem 'Meelika' / *P. mahaleb* un 'Latvijas Zemais 52' pazemināja galotnes un

izzāģēja konkurences zarus. Pavasara un vasaras vainagu veidošanā nogrieztās augu daļas tika šķirotas – atsevišķi lapas, viengadīgie dzinumi, divgadīgie un daudzgadīgie zari. Katru daļu nosvēra.

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Augsnes un augu zinātņu institūta Augsnes un agroķīmijas laboratorijā augu daļu paraugiem noteica makroelementu saturu sausnā: slāpekli (N) pēc Kjeldāla metodes, fosforu un kāliju (P un K) pēc Egnera-Rīma metodes, kalciju un magniju (Ca un Mg) – pēc tiešās titrēšanas metodes ar EDTA, izmantojot erihroma melno un mureksīda indikatorus. Tādas pašas analīzes veica novāktās un nosvērtās ražas paraugiem. Ņemot vērā atšķirības nogrieztā zarojuma un novāktās ražas masai, sausnas un barības elementu saturam starp dažādām šķirņu-potcelmu kombinācijām, aprēķināja makroelementu daudzumu, kas iznesti ar novākto ražu un vainaga veidošanu pavasarī un vasarā, kā arī noteica kopējo iznesi.

Datus statistiski apstrādāja, veicot dispersijas analīzi SPSS programmā. Gradācijas klases analizēja, izmantojot Dunkana testu.

Rezultāti un diskusijas

Biomasas iznese ķiršu kokiem

Veidojot vainagu pavasarī, kopējā nogriezto zaru masa bija 1107–2183 g. Augstākais īpatsvars nogriezto zaru masā tika konstatēts daudzgadīgajiem zariem – vidēji 42–62%.

Vērtējot nogriezto masu dažāda vecuma zariem atsevišķi, saldo ķiršu šķirnes-potcelma kombinācijai 'Meelika'/'Gisela 5' novērots salīdzinoši mazāks nogriezto viengadīgo dzinumu daudzums, bet skābajam ķirsim 'Latvijas Zemais 52' – mazāka divgadīgo un daudzgadīgo zaru masa (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Viena koka biomasas iznese ķiršiem gadā
The removal of biomas for cherries per tree and year

Šķirne/potcelms / *Cultivar/rootstock*	Izneses veids / *Removal type*	Daudzgadīgie zari / *Perennial branches*, g	Divgadīgie zari / *Biannual branches*, g	Viengadīgie zari / *Annual shoots*, g	Lapas/ *Leaves*, g	Augļi/ *Fruits*, g
'Meelika'/ *Prunus mahaleb*	Pavasara veidošana / *Spring pruning*	1290	588	305	-	-
	Vasaras veidošana un raža / *Summer pruning and yield*	815	565	276	998	8267
	Kopā / *In total*	**2105**	**1153**	**581**	**998**	**8267**
'Meelika'/ 'Gisela 5'	Pavasara veidošana / *Spring pruning*	1352	678	121	-	-
	Ražas vākšana / *Yield harvest*	-	-	-	-	10000
	Kopā / *In total*	**1352**	**678**	**121**	**998**	**1000**
'Latvijas Zemais 52'	Pavasara veidošana / *Spring pruning*	468	322	318	-	-
	Vasaras veidošana un raža / *Summer pruning and yield*	1114	328	174	847	7333
	Kopā / *In total*	**1582**	**650**	**492**	**847**	**7333**
P vērtība veidošanas laiks / *P value pruning time*		0.76	0.95	0.11	-	-
P vērtība sugu šķirņu-potcelmu kombinācijas / *P value species_cultivar-rootstock combination*		0.26	0.06	0.03	0.62	0.01

Tas izskaidrojams ar mazāku konkurences zaru daudzumu saldo ķiršu šķirņu-potcelma kombinācijai 'Meelika'/'Gisela 5' un mazāka diametra daudzgadīgajiem zariem skābajam ķirsim 'Latvijas Zemais 52'. Kopējā nogriezto zaru masa pavasarī skābajam ķirsim 'Latvijas Zemais 52' bija būtiski mazāka nekā abām saldo ķiršu šķirnes/potcelma kombinācijām.

Vasarā lielāko īpatsvaru no iznestās biomasas veidoja novāktā raža. Saldo ķiršu šķirnes-potcelma kombinācijas 'Meelika'/'Gisela 5' ražība (10 kg no koka) pārsniedza kombinācijas 'Meelika' / *P. mahaleb* un skābā ķirša 'Latvijas Zemais 52' ražību (8.3 un 7.3 kg no koka). Vasaras vainaga veidošanā kopējā nogrieztā masa saldo ķiršu šķirnes/potcelma kombinācijai 'Meelika' / *P. mahaleb* veidoja 2652 g, bet skābajam ķirsim – 1617 g ($p < 0.05$).

Makroelementu saturs biomasā

Makroelementu N, P, K un Mg saturs zaros pavasarī bija augstāks nekā vasarā, pavasarī viengadīgajos dzinumos – augstāks nekā vecākos zaros, vasarā lapās – augstāks nekā zaros. Augļos visu makroelementu saturs bija zemāks nekā zaros un lapās. Augļu sausna saturēja vidēji 0.29% N, 0.04% P_2O_5, 0.18% K_2O, 0.59 mg 100 g^{-1} Ca, 2.11 mg 100 g^{-1} Mg. Skābo ķiršu augļu sausnā novērots augstāks kālija saturs (0.26%), savukārt saldo un skābo ķiršu sausnā pārējo makroelementu saturs bija līdzīgs.

Pavasarī N saturs zaros vidēji sasniedza 0.63–0.83%. Saldo ķiršu šķirnes-potcelma kombinācijai 'Meelika' / *P. mahaleb* viengadīgajos dzinumos bija būtiski augstāks N saturs (1.47%) nekā divgadīgos un vecākos zaros (0.51–0.53%), tāda pati tendence vērojama arī skābo ķiršu šķirnei 'Latvijas Zemais 52'. Turpretī šķirnes-potcelma kombinācijai 'Meelika'/'Gisela 5' N saturs bija samērā augsts gan viengadīgo, gan divgadīgo zaru sausnā, būtiski atšķiroties no N satura daudzgadīgo zaru sausnā. Vasarā N saturs zaru sausnā vidēji bija 0.33–0.67%, bet lapu sausnā – 1.89%. N saturs skābo ķiršu šķirnes 'Latvijas Zemais 52' lapu sausnā (2.33%) bija būtiski augstāks nekā saldo ķiršu šķirņu-potcelmu kombināciju 'Meelika'/'Gisela 5' un 'Meelika' / *P. mahaleb* lapu sausnā (1.65 un 1.59%). Kālija saturs zaru sausnā pavasarī veidoja 2.59–3.22 % K_2O, būtiski neatšķiroties starp dažādiem variantiem. Vasarā vidējais kālija saturs zaru sausnā svārstījās no 1.40% (daudzgadīgiem zariem) līdz 2.42% K_2O (viengadīgiem dzinumiem), bet lapu sausnā tas sasniedza 4.79% K_2O. Vasarā K_2O saturs lapu sausnā saldo ķiršu šķirnes-potcelmu kombinācijai 'Meelika'/'Gisela 5' (5.31%) un skābo ķiršu šķirnei 'Latvijas Zemais 52' (4.95%) bija nedaudz augstāks nekā šķirņu-potcelmu kombinācijai 'Meelika' / *P. mahaleb* (4.02%).

Fosfora saturs zaru sausnā pavasarī bija 0.24–0.38% P_2O_5, bet vasarā 0.18–0.25% P_2O_5. Saldo ķiršu šķirnes-potcelmu kombinācijai 'Meelika'/'Gisela 5' tika novērots augstāks fosfora saturs (0.35%) daudzgadīgo zaru sausnā, salīdzinot ar šķirņu-potcelmu kombinācijām 'Meelika' / *P. mahaleb* un 'Latvijas Zemais 52'(0.17–0.18%). Fosfora saturs lapu sausnā (vidēji 0.37% P_2O_5) būtiski neatšķīrās saldo un skābo ķiršu šķirņu-potcelmu kombinācijām.

Ca saturs pavasarī un vasarā dažāda vecuma zaru un lapu sausnā bija no 3.20 līdz 5.37 mg 100 g^{-1}. Pavasarī saldo ķiršu šķirnes-potcelmu kombinācijai 'Meelika'/'Gisela 5' vidējais Ca saturs zaros (5.33 mg 100 g^{-1}) bija būtiski augstāks nekā saldo un skābo ķiršu šķirņu-potcelmu kombinācijām 'Latvijas Zemais 52' un 'Meelika' / *P. mahaleb*. Vasarā skābo ķiršu 'Latvijas Zemais 52' lapu sausna saturēja būtiski vairāk kalcija (6.77%) nekā saldo ķiršu šķirnes-potcelmu kombinācijas 'Meelika' / *P. mahaleb* lapu sausna (3.69%). Šķirnes-potcelmu kombinācijai 'Meelika'/'Gisela 5' Ca saturs lapu sausnā (4.25 mg 100 g^{-1}) būtiski neatšķīrās no šķirnes potcelma kombinācijas 'Meelika' / *P. mahaleb* un skābā ķirša 'Latvijas Zemais 52'.

Mg saturs pavasarī zaru sausnā vidēji bija 2.26–4.32 mg 100 g^{-1}, bez būtiskām atšķirībām starp dažādiem ķiršiem un dažāda vecuma zariem. Vasarā Mg saturs lapu sausnā sasniedza vidēji 5.76 mg 100 g^{-1}, bet zaros – samazinājās līdz 0.89–2.11 mg 100 g^{-1}. Vasarā būtiski augstāks Mg saturs lapu sausnā tika konstatēts šķirnei 'Latvijas Zemais 52' (9.43 mg 100 g^{-1}), salīdzinot ar saldajiem ķiršiem 'Meelika' / *P. mahaleb*. (3.1 mg 100 g^{-1}). Šķirnei 'Meelika'/'Gisela 5' Mg saturs lapu sausnā (4.72 mg 100 g^{-1}) būtiski neatšķīrās no šķirnes potcelma kombinācijas 'Meelika' / *P. mahaleb* un skābā ķirša 'Latvijas Zemais 52'.

Vācijā audzētiem saldajiem ķiršiem par optimālu uzskata 2.6–3% N, 0.18–0.30% P un 1.6–2% K, nenorādot metodes (Friedrich, 1977). Salīdzinot minerālvielu saturu lapu sausnā ar Vācijā veikto

pētījumu un pārrēķinot P un K oksīdu formā, mūsu ķiršu lapu sausnā konstatēts salīdzinoši zemāks slāpekļa un fosfora saturs, bet līdzīgs kālija saturs. Pamatojoties uz ASV iegūtiem datiem, fosfora saturs lapās sausnā zem 0.08% P (0.37% P_2O_5) uzskatāms par deficītu, bet kālija daudzums virs 3% K (7.22% K_2O) – par pārbagātību (Hanson and Proebsting, 1996). Mūsu pētījumā izmantotās lapu sausnas rezultāti iekļaujas šajās robežās.

Makroelementu iznese

Saldo ķiršu šķirnes-potcelma kombinācijai 'Meelika' / *P. mahaleb* slāpekļa un kālija iznese ar nogrieztajiem zariem bija līdzīga pavasara un vasaras veidošanas laikā (2. tab.), taču skābajiem ķiršiem 'Latvijas Zemais 52' ar vasaras veidošanu iznesa būtiski vairāk N, K nekā pavasara veidošanā – gan lielākas nogrieztās biomasas, gan augstāka makroelementu satura lapās dēļ. Veicot vainaga veidošanu skābajiem ķiršiem miera periodā pirms lapu plaukšanas, var ievērojami samazināt iznesto slāpekļa un kālija daudzumu.

No viena koka iznestais makroelementu daudzums gadā ar pavasara un vasaras vainaga veidošanā nogrieztajiem zariem (kopā ar lapām) un ar novākto ražu veido: saldo ķiršu šķirnei 'Meelika' / *P. mahaleb* – 24.0 g N, 7.4 g P_2O_5, 71.3 g K_2O, 141.7 mg Ca un 90.4 mg Mg; 'Meelika'/'Gisela 5' – 12.64 g N, 6.9 g P_2O_5, 51.8 g K_2O, 102.1 mg Ca un 78.0 mg Mg; skābo ķiršu šķirnei 'Latvijas Zemais 52' uz potcelma *P. mahaleb* – 21.57 g N, 6.1 g P_2O_5, 62.1 g K_2O, 115.9 mg Ca un 119.4 mg Mg.

2. tabula / *Table 2*

Viena koka makroelementu iznese ķiršiem gadā
The removal of macronutrients for cherries per tree and year

Šķirne/potcelms / *Cultivar/rootstock*	Izneses veids / *Removal type*	N, g	P_2O_5, g	K_2O, g	Ca, mg	Mg, mg
'Meelika' / *Prunus mahaleb*	Pavasara veidošana / *Spring pruning*	10.61	3.51	36.36	59.60	36.04
	Vasaras veidošana / *Summer pruning*	11.60	3.30	32.83	82.07	21.52
	Raža/ *Yield*	1.89	0.62	2.10	20.48	32.79
	Kopējā iznese / *Total removal*	**24.10**	**7.43**	**71.30**	**141.67**	**90.35**
'Meelika'/'Gisela 5'	Pavasara veidošana / *Spring pruning*	11.42	6.09	49.16	77.42	36.31
	Raža/ *Yield*	1.22	0.76	2.60	24.67	41.70
	Kopējā iznese / *Total removal*	**12.64**	**6.85**	**51.77**	**102.10**	**78.02**
'Latvijas Zemais 52'	Pavasara veidošana / *Spring pruning*	5.11	2.03	18.58	37.15	36.96
	Vasaras veidošana / Summer pruning	13.98	3.23	39.14	62.17	50.99
	Raža/ *Yield*	2.47	0.81	4.40	16.56	31.47
	Kopējā iznese / *Total removal*	**21.57**	**6.07**	**62.12**	**115.88**	**119.42**

Polijā veiktā pētījumā aprēķināts, ka skābie ķirši (ar vasaras veidošanā nogrieztajiem zariem kopā ar lapām) no ha iznes 37.2 kg N, 19.5 kg K un 1.4 kg P jeb no viena koka 55 g N, 29.2 g K un 2.1 g P (Baghdadi and Sadowski, 1998). Šī iznese pārsniedz mūsu aprēķināto (pārrēķinot P un K oksīdos), taču Polijas pētījumā izmantots lielāka auguma skābais ķirsis – šķirne 'Schattenmorelle' uz potcelma *P. avium*, turklāt nebija norādītas lapu un koksnes analīzēm izmantotās metodes.

Secinājumi

Saldo ķiršu šķirnei 'Meelika' uz potcelma 'Gisela 5' pavasarī bija būtiski augstāks Ca saturs koksnes sausnā (viengadīgajiem, divgadīgajiem un daudzgadīgajiem zariem) nekā saldajiem ķiršiem uz potcelma *Prunus mahaleb* un skābajiem ķiršiem 'Latvijas Zemais 52'.

Saldo ķiršu šķirnei 'Meelika' uz potcelma 'Gisela 5' pavasarī bija būtiski augstāks N saturs divgadīgo un daudzgadīgo zaru sausnā nekā saldajiem ķiršiem uz potcelma *Prunus mahaleb*.

Skābajiem ķiršiem 'Latvijas Zemais 52' vasarā bija būtiski augstāks N un Mg saturs lapu sausnā nekā saldajiem ķiršiem uz potcelma *P. mahaleb,* tāda pati tendence konstatēta K satura ziņā.

Skābajiem ķiršiem 'Latvijas Zemais 52' ar pavasara vainaga veidošanu iznes būtiski mazāk N, K un Mg nekā ar vasaras veidošanu.

No viena koka iznestais makroelementu daudzums gadā ar pavasara un vasaras vainaga veidošanā nogrieztajiem zariem (kopā ar lapām) un ar novākto ražu veido:

- 'Meelika' / *P. mahaleb* – 24 g N, 7 g P_2O_5, 71 g K_2O, 142 mg Ca un 90 mg Mg;
- 'Meelika'/'Gisela 5' – 17 g N, 7 g P_2O_5, 52 g K_2O, 102 mg Ca un 78 mg Mg;
- 'Latvijas Zemais 52' uz potcelma *P. mahaleb* – 22 g N, 6 g P_2O_5, 62 g K_2O, 116 mg Ca un 119 mg Mg.

Izmantotā literatūra

1. Baghdadi and Sadowski A. (1998). Estimation of nutrient requirements of sour cherry. A*cta Horticulturae,* Nr. 468, p. 515–521.
2. Friedrich G. (1977). Der Obstbau, Leipzig: Neumann-Verlag, 619 S.
3. Hanson E. J. and Proebsting E. L. (1996). Cherry nutrient requirements and water relations. Cherries: Crop Physiology Production and Uses. In A.D. Webster and N.E. Looney eds., Wallingford: CAB International, p. 243–257.
4. Jiménez S., Garin A., Gogorcena Y., Betrán J.A., Moreno M.A. (2004). Flower and foliar analysis for prognosis of sweet cherry nutrition: influence of different rootstocks. *Journal of Plant Nutrition,* Nr. 27 (4), p. 701–712.
5. Jiménez, S., Pinochet, J., Gogorcena, Y., Betrán, J.A., Moreno, M.A. (2007). Influence of different vigour cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition. *Scientia Horticulturae,* Nr. 112, p. 73–79.

EZERA SAPROPEĻA IETEKME UZ BROILERCĀĻU AUGŠANAS RĀDĪTĀJIEM UN KAUTĶERMEŅA KVALITĀTI

EFFECT OF LAKE SAPROPEL ON GROWTH PERFORMANCE AND CARCASS QUALITY OF BROILER CHICKENS

Dace Bārzdiņa[1], Līga Proškina[2], Ričards Šauers[1]
[1]LLU, Lauksaimniecības fakultāte, Dzīvnieku zinātņu institūts, [2]LLU, Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte, Ekonomikas un reģionālās attīstības institūts
dace.barzdina@llu.lv

Abstract. *The efficient use of feed is the main reason for the production of intensive poultry products. Therefore, cheaper feed additives that are equivalent in their biological value to traditional feed are being sought. To improve the safety of food for human consumption, scientists need to develop new feeding strategies for birds to reduce the risk of gastrointestinal diseases and increase economic efficiency. The study of the compound of natural humus - sapropel obtained from the depths of a Latvian lake was carried out in the farm Valmiera Agro, Ltd. The aim of the study was to prove the effect of sapropel on the growth rate and carcass quality of broiler chickens. Therefore 107 one-day-old broiler chickens of both sexes (Ross 308) were purchased from a poultry producer, the joint-stock company "Putnu Fabrika Ķekava" for the research. Broiler chickens were randomly divided into three groups: the control group (37 chickens) and two research groups of 35 chickens each. At the start of the study, broiler chickens were fed only basic feed and watered clean water for the first 7 days. After the acclimation period of 15 days, two research groups of broilers were fed basic feed with a constant addition of sapropel (3% and 5%). The 2nd research group broiler chickens to which sapropel 5% has been added to the diet, showed better daily weight gain (77.3 ± 1.40 g), feed conversion (1.55 kg) and carcass yield (77.8 ± 0.35%) than the control and 1st group of broiler chickens.*

Key words: *broiler chickens, sapropel, growth rate, feed conversion, carcass yield.*

Ievads

Viena no galvenajām mājputnu problēmām saimniecībās ir gremošanas trakta traucējumi, īpaši audzēšanas pirmajā periodā, kas bieži izraisa nopietnu sanitāro apstākļu pasliktināšanos. Šī iemesla dēļ pētījumiem par barības piedevu izmantošanu mājputniem tiek pievērsta īpaša uzmanība. Pieaugot pieprasījumam pēc olām un putnu gaļas, palielinās arī pieprasījums pēc putnu barības. Lielākā daļa putnu barībā izmantoto barības sastāvdaļu tiek lietotas arī cilvēku uzturā. Mūsdienās kā augšanas veicinātājus izmanto organiskās skābes, augu ekstraktus, fermentus, probiotikas un prebiotikas (Dhama et al, 2015). Organisko skābju lietošanai ir liela nozīme – kā augšanas veicinātājām un kā antibiotiku aizstājējām, lai sekmētu mājputnu ražošanas efektivitāti. Šobrīd galvenā pētījumu tendence mājputnu barības ražošanas jomā ir barības piedevu meklēšana, kas var samazināt graudu un pākšaugu īpatsvaru uzturā. Lai uzlabotu putnkopības nozares produktivitāti, ir nepieciešamas pieejamas, bet efektīvas barības piedevas. Viena no perspektīvākajām barības piedevām ir sapropelis, kas klāj dažu saldūdens tilpņu dibenu. Sapropelis veidojas no ūdens veģetācijas, dzīvo organismu, planktona un augsnes humusa daļiņu atliekām, tādējādi saturot ievērojamu daudzumu organisko vielu un minerālvielu. Sapropelis satur olbaltumvielas, taukus, ogļhidrātus, aminoskābes, humusvielas, estrogēniem līdzīgus savienojumus, vitamīnus, fermentus un antibiotikas (Arif et al, 2019). Putnkopības nozarei gaļas produkcijas ieguvē jāmaina sava koncepcija atbilstoši klientu un pārstrādes rūpniecības pieprasījumam. Ja vēl pagājušajā gadsimtā pircējiem iegādei tika piedāvāts viss putna liemenis, tad šodien ir nepieciešams piedāvāt atsevišķas liemeņa daļas un subproduktus, tāpēc broileru ražošanā akcents tiek vērsts uz galveno liemeņa daļu un subproduktu kvalitāti un kvantitāti (Biesek et al, 2020). Pētījuma mērķis bija pārbaudīt sapropeļa ietekmi uz broileru cāļu augšanas rādītājiem un kautķermeņa kvalitāti.

Materiāli un metodes

Pētījums par dabiskā humusa savienojumu – sapropeli, kas tika iegūts no Latvijas ezera dzīlēm, tika veikts saimniecībā SIA „Valmiera agro". Pētījuma mērķis – pārbaudīt sapropeļa ietekmi uz broilercāļu (cāļi) augšanas rādītājiem un kautķermeņa kvalitāti. Pētījums norisinājās no 2021. gada 15. maija līdz 21. jūnijam. Pētījuma veikšanai AS „Putnu fabrika „Ķekava"" tika iegādāti vienas

dienas veci abu dzimumu cāļi (Ross 308). Putni tika izmitināti uz dziļiem pakaišiem, kur tika kontrolēts gaismas, temperatūras, dzīvnieku higiēnas, ēdināšanas un dzirdināšanas režīms. Tos ēdināja ar pilnvērtīgu barības maisījumu, ņemot vērā cāļu attīstības periodus (0–10, 11–28 un 29 dienas līdz nobarošanas beigu posmam) atbilstoši izstrādātajai metodikai *ad libitum* (ROSS broiler management handbook, 2018). Pamatbarības maisījums tika iegādāts „KG Latvija". Pamatbarības maisījuma sastāvā granulu veidā iekļāva: sasmalcinātu kukurūzu un kviešus, sojas spraukumus, augu eļļu, kalcija karbonātu, monokalcija fosfātu, aminoskābes, nātrija hlorīdu, nātrija sulfātu, premiksu. Barības un sapropeļa paraugi tika testēti LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā. Barības līdzeklī tika noteikts sausnes procentuālais daudzums un tajā ietilpstošo barības vielu ķīmiskā sastāva parametru procentuālais un tilpumainais daudzums. Ķīmiskie parametri tika noteikti pēc vispār pieņemtajām standarta vai aprēķinu metodēm (LVS EN ISO 6498:2012).

Uzsākot pētījumu, cāļi, īstenojot nejaušības principu, tika sadalīti trīs grupās – kontroles grupā (37 cāļi) un divās pētījuma grupās (katrā pa 35 cāļiem). Cāļi pirmās 7 dienas tika baroti tikai ar pamatbarību un dzirdināti ar tīru ūdeni. Cāļu sapropeļa piedevas izēdināšana, saimniecībā pievienojot to pie pamatbarības, notika pakāpeniski, tos pieradinot no 8. dzīves dienas līdz 14. dzīves dienai. Pēc pieradināšanas perioda, sākot no 15. dzīves dienas, divu grupu cāļi tika ēdināti ar pamatbarību, kam pievienota nemainīga sapropeļa piedeva – 1. pētījuma grupai 3% un 2. pētījuma grupai 5% no pamatbarības (skat. 1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Pētījuma shēma
Research scheme

Putnu grupas / *Bird groups*	Putnu skaits grupā / *Number of birds in the group*	Sākuma periods / *Starting period*	Pētījuma periods / *Research period*
Kontroles grupa / *Control group*	37	Pamatbarība (PB) / *Basic feed (BF)*	PB/*BF*
1. grupa / *1st group*	35	PB/*BF*	PB + sapropelis 3% *BF + sapropel 3%*
2. grupa / *2nd group*	35	PB/*BF*	PB + sapropelis 5% *BF + sapropel 5%*

Putnu augšanas dinamiku noteica, tos katru nedēļu sverot ar svariem CAS SW IS-RS-PLUS (precizitāte ± 0.1 g) pirms ēdināšanas, un pārpalikusī barība tika svērta visu pētījuma laiku. Pētījums ilga līdz cāļu 38. dzīvības dienai. Pētījuma noslēgumā cāļi tika kauti, eviscerēti, sadalīti pa liemeņa un audu daļām.

Pētījumam noslēdzoties, tika aprēķināts barības patēriņš, dzīvmasas pieaugums diennaktī, barības konversija uz 1 kg dzīvmasu un kautmasu, kautķermeņa masa un kautiznākums.

Statistiskā analīze tika veikta ar *Microsoft Excel* programmas datu analīzes rīku. Tika aprēķināta ievākto datu aprakstošā statistika (vidējie rādītāji, standartkļūda, standartnovirze u. c.), dzīvmasas salīdzināšanai starp izmēģinājuma grupām tika izmantots T-tests savstarpēji atkarīgu paraugkopu salīdzināšanai ar varbūtības līmeni 95%.

Rezultāti un diskusijas

Cāļi ir ļoti jutīgi ēdināšanas un turēšanas ziņā. Pirmajās dzīves dienās tiem nav noregulēta termoregulācija, porainais pūku segums jānomaina pret spalvām un jāveido kaulaudu un muskuļaudu sistēma. Tādējādi tiem pirmajās 7–10 dienās jāsaņem laba, pilnvērtīga, piemērota barība. Šajā laikā tiek stabilizēta cāļu imūnsistēma, aug skelets, tie pielāgojas jaunajiem apstākļiem. Rūpnieciski gatavota cāļu pamatbarība ir labākais veids, kā pastāvīgi nodrošināt pilnvērtīgu uztura paketi. Putnkopībā izēdināmā pamatbarība tiek dalīta atkarībā no putna vecuma un nepieciešamās proteīna devas – nobarošanas perioda sākumposms (starterbarība), nobarošanas pamatposms (augšanas periods) un nobarošanas perioda beigu posms (finišers). Visbiežāk sastopamā problēma, kas saistās ar rūpnieciski sagatavoto barību, ir barības vielu trūkums. Nobarošanas perioda sākumā putnu barības devai ir jānodrošina daudz vairāk olbaltumvielu jeb kopproteīna, kas ir visdārgākā barības sastāvdaļa. Turpmākajos audzēšanas posmos to var pakāpeniski samazināt, jo vecākiem putniem to vajag mazāk.

Pētījumā broilercāļiem izbarotajā pamatbarībā (nobarošanas sākumposmā) konstatētais kopproteīns sausnā bija 24.90%, nobarošanas pamatposmā – 23.03%, savukārt nobarošanas beigu

posmā tas saturēja tikai 21.18%. Lai salīdzinātu dažādas rupjās lopbarības sagremošanas un apēdamības rādītājus, tiek aprēķināta Relatīvās barības vērtība (RFV), kur nobarošanas sākumposmā tās vērtība bija visaugstākā – 894.99, pakāpeniski samazinoties, turpmākajos nobarošanas perioda posmos attiecīgi 666.44 un 675.85.

Pētījumā izmantotais sapropelis vidēji saturēja 15% sausnas. Analizētajos paraugos, sausnā, kopproteīns veidoja 16.79%. Lietuvas zīmola EcoLotus iegūtajā sapropelī kopproteīna daudzums bija 25.34%, kas skaidrojams ar sapropeļa ieguves vietu (Sapropel mining and distribution, 2022). Pelnu un smilts-māla piejaukuma satura palielināšanās virs optimālajām vērtībām var pasliktināt sapropeļa barības piedevu kvalitāti. Analizējamajos paraugos koppelnu daudzums vidēji veidoja 49%, saturot daudz dažādu mikroelementu un makroelementu. Svarīgākie no tiem ir kalcijs (0.84%) un fosfors (0.09%), kas ir ļoti nozīmīgi mājputnu kaulu sistēmas attīstībā. Latvijā veikto pētījumu gaitā iegūto dažāda veida sapropeļu paraugu sastāvā pelnu daudzums veidoja 30–85%, savukārt kalcijs svārstījās robežās no 60 līdz 140 g kg^{-1} sausnas (Stankeviča, 2020). Pētījuma sapropeļa paraugos vides reakcija (pH) vairāk bija neitrāla – 6.42. Krievijā veiktajos pētījumos apstrādātā sapropeļa paraugos pH uzrādīja 6.1 (Nsengumuremyi et al, 2018).

Pareiza barības un ūdens nodrošināšana ir svarīga mājputnu augšanai, veselībai un produkcijas ražošanai. Nozīmīgi ir nodrošināt atbilstoša daudzuma barību, lai putns varētu sasniegt savu produktīvo potenciālu un saglabāt veselību. Sliktas kvalitātes barība, kas nav pareizajā formā vai nesatur pareizu enerģijas līmeni un barības vielu maisījumu, potenciāli var izraisīt putnam stresu un radīt veselības problēmas. Kopējais barības un sapropeļa patēriņš pētījuma laikā un uz 1 putnu pa grupām norādīts 2. tabulā.

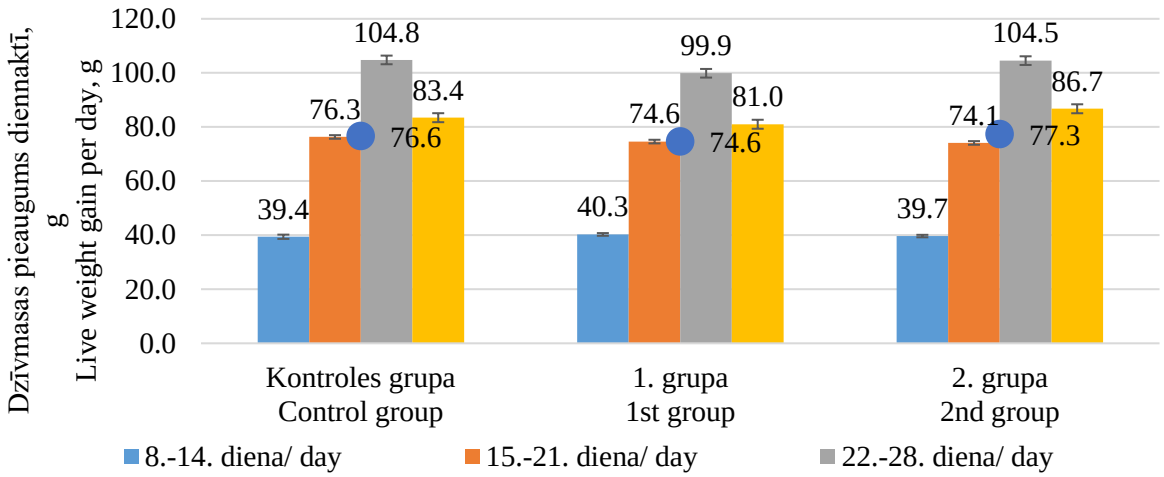
2. tabula / *Table 2*

Kopējais barības un sapropeļa patēriņš pētījuma laikā un uz vienu putnu pa grupām, kg
Total feed and sapropel consumption during the study and per bird per group

Putnu grupas / *Bird groups*	Kopējā patērētā barība / *Total feed consumed*	Patērētā barība vidēji uz vienu putnu / *Feed consumed per 1 bird*	Kopējais patērētais sapropelis / *Total sapropel consumed*	Patērētais sapropelis vidēji uz vienu putnu / *Sapropel consumed per bird*
Kontroles grupa / *Control group*	141.35	0.818	–	–
1. grupa / *1st group*	128.37	0.802	3.84	0.11
2. grupa / *2nd group*	130.46	0.812	6.34	0.18

Kopumā pētījuma laikā tika izēdināti 10 kg sapropeļa. Pievienojot 3% un 5% sapropeli pie pamatbarības, 1. grupas cāļi kopā patērēja 3.8 kg sapropeļa, bet 2. grupas cāļi divreiz vairāk – 6.3 kg. Attiecīgi uz vienu putnu 1. grupā patēriņš veidoja 0.11 kg un 2. grupā – 0.18 kg.

Lai pārbaudītu un salīdzinātu cāļu augšanas dinamiku pētījuma laikā, tika aprēķināts dzīvmasas pieaugums diennaktī katrā nedēļā un vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī visā izaudzēšanas periodā (1. att.).



1. att. Vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī pētījuma laikā pa pētījuma grupām, g.
Fig. 1. Average daily weight gain during the research by groups, g.

Augstāko dzīvmasas pieauguma dinamiku diennaktī visā nobarošanas periodā sasniedza 2. grupas pētījuma cāļi (77.3 ± 1.40 g). Pozitīva dzīvmasas pieauguma diennaktī dinamika tika novērota līdz cāļu 28. augšanas dienai visās putnu grupās. Šajā periodā augstākais dzīvmasas pieaugums diennaktī tika konstatēts kontroles grupas cāļiem – 104.8 ± 2.49 g. Starp putnu grupām dzīvmasas pieaugumam diennaktī nobarošanas periodā būtiskas atšķirības netika novērotas. Dzīvmasas pieauguma diennaktī samazinājums šī pētījuma 29.–37. dienā ir skaidrojams ar cāļu muskuļmasas augšanas dinamikas samazinājumu un reproduktīvo orgānu augšanas dinamikas palielinājumu. Līdz ar to cāļu turpmāka nobarošana vairs nav efektīva.

Intensīvajā putnkopībā cāļi tiek kauti 5–6 nedēļu vecumā, un tas galvenokārt ir saistīts ar iegūto dzīvmasu, krūšu muskulatūras lielumu, zemu barības patēriņu uz 1 kg kautmasas un ātru apspalvojumu. Putnu vidējie kaušanas rādītāji pa pētījuma grupām un barības patēriņš apkopots 3. tabulā.

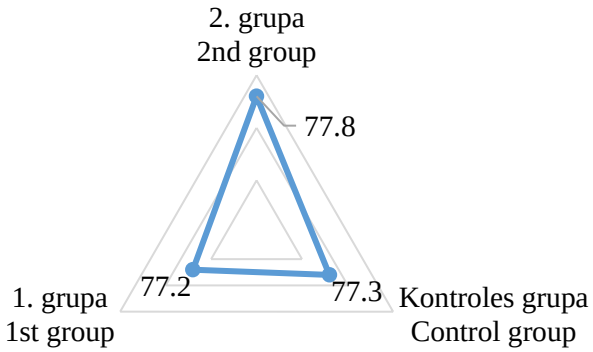
3. tabula / *Table 3*

Putnu vidējie kaušanas rādītāji pa pētījuma grupām, kg
Average slaughter rates by groups, kg

Putnu grupas / *Bird groups*	n	Dzīvmasa nobarošanas perioda beigās / *Live weight at the end of the fattening period*	Liemeņa masa / *Carcass weight*	Subproduktu masa / *Offal weight*
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$		
Kontroles grupa / *Control group*	36	2.52 ± 0.053	1.95 ± 0.041	0.57 ± 0.016
1. grupa / *1st group*	33	2.47 ± 0.056	1.91 ± 0.045	0.56 ± 0.020
2. grupa / *2nd group*	33	2.54 ± 0.045	1.98 ± 0.031	0.57 ± 0.017

Cāļu dzīvmasa 38. dienā, kad tie tika kauti, pētījuma grupās svārstījās robežās no 2.47 ± 0.056 līdz 2.54 ± 0.045 kg. Lielāko liemeņa masu (1.98 ± 0.031 kg) uzrādīja 2. grupas pētījuma cāļi. Polijā, izmēģinājumu stacijā, standartizētos vides apstākļos veiktos pētījumos ar cāļiem tika pierādīts, ka tie 6 nedēļu vecumā sasniedza ķermeņa svaru robežās no 1.88 līdz 2.36 kg (Kokoszyński, Bernacki, 2008).

Putnu kautiznākums nobarošanas periodā pa cāļu grupām ir atainots 2. attēlā.



2. att. Putnu kautiznākums pa grupām, %.
Fig. 2. Bird carcass yield by groups, %.

Augstākais kautiznākuma rādītājs tika konstatēts 2. grupas cāļiem – 77.8 ± 0.35%, tomēr tas neatspoguļoja būtisku starpību starp kontroles un 1. grupas cāļu kautiznākumu. Polijā veiktajos pētījumos ar Ross 308 cāļiem tika novērots 74.5% kautiznākums (Kokoszyński, Bernacki, 2008).

Cāļu ēdināšanai jābūt vērstai uz liesāku liemeni, barības konversijas koeficienta samazināšanu un ķermeņa masas pieauguma palielināšanu. Augstas barības izmaksas un paaugstināta tauku nogulsnēšanās ir tikai dažas no problēmām, ar kurām saskaras mājputnu audzētāji. Ir daudz dažādu faktoru, kas ietekmē mājputnu barības konversijas koeficientu. Runājot par ģenētisko efektivitāti putnkopībā, ir ļoti svarīgi atcerēties, ka pirmajās 8 līdz 10 cāļu dzīves dienās barības konversijas koeficients ir mazāks par 1. Tas nozīmē, ka cāļu ķermeņa masas pieaugums ir lielāks nekā patērētās barības masa. Šajā posmā cāļi visefektīvāk pārvērš patērēto barību muskuļmasā. Barības konversija pētījuma laikā uz 1 putna dzīvmasu un kautmasu apskatāma 4. tabulā. Vislielāko kopējo dzīvmasu pētījuma beigās un attiecīgi kautmasu sasniedza kontroles grupas cāļi – 90.70 un 70.1 kg, bet vismazāko (81.1 kg) – 1. grupas cāļi.

4. tabula / *Table 4*

Barības konversija pētījuma laikā uz viena putna dzīvmasu un kautmasu pa grupām, kg
Conversion of feed during the research to 1 bird live weight and carcass weight by groups, kg

Putnu grupas / *Bird groups*	Kopējā dzīvmasa nobarošanas beigās / *Total live weight at the end of fattening*	Barības konversija uz 1 kg dzīvmasas / *Feed conversion per 1 kg live weight*	Kopējā kautmasa / *Total carcass weight*	Barības konversija uz 1 kg kautmasas / *Feed conversion per 1 kg carcass weight*
Kontroles grupa / *Control group*	90.70	1.56	70.11	2.02
1. grupa / *1st group*	81.10	1.58	61.06	2.10
2. grupa / *2nd group*	83.90	1.55	65.25	2.00

Aprēķinot visa nobarošanas perioda barības konversiju uz 1 kg dzīvmasas pieaugumu un kautmasu, visefektīvāk to izmantoja 2. grupas cāļi – attiecīgi 1.55 un 2.00 kg. ASV veiktajā pētījumā ar cāļiem, tos ēdinot ierobežoti un *ad libitum* ar dažādu kopproteīna sastāvu, barības konversija bija robežās no 1.32 līdz 1.44 kg (Santoso, et al, 2001).

Secinājumi

Sapropeļa (5%) iekļaušana cāļu barības sastāvā uzrādīja par 5.0% augstāku dzīvmasas pieaugumu diennaktī, par 2.0% samazināja barības izlietojumu uz 1 kg dzīvmasas un par 6.0% – uz 1 kg kautmasas, savukārt kaušanas rezultāti uzrādīja smagākos kautķermeņus (1.98 kg) ar lielāko kautiznākumu (77.8%).

Pateicība. Pētījums tapis, pateicoties projekta Nr. 18-00-A01612-000010 „Inovatīvas dehidratācijas tehnoloģijas pielietojuma izpēte sapropeļa ieguvē, uz sapropeļa bāzes veidotu produktu izmantošanas iespējas augkopībā un lopkopībā" finansiālam atbalstam.

Izmantotā literatūra

1. Arif M., Alagawany M., Abd El-Hack M. E., Saeed M., Arain M. A., Elnesr S. S. (2019). Humic acid as a feed additive in poultry diets. *Iranian journal of veterinary research*, Vol. 20 (3), p. 167.
2. Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Kaczmarek S., Adamski M., Rutkowski A., Hejdysz M. (2020). Growth performance and carcass quality in broiler chickens fed on legume seeds and rapeseed meal. *Animals*, Vol. 10 (5), p. 846.
3. Dhama K., Latheef S. K., Mani S., Samad H. A., Karthik K., Tiwari R., Khan R. U., Alagawany M., Farag M. R., Alam G. M., Laudadio V., Tufarelli V. (2015). Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production. *International Journal of Pharmacology*, Vol. 11 (3), p. 152–176.
4. Kokoszyński D., Bernacki Z. (2008). Comparison of slaughter yield and carcass tissue composition in broiler chickens of various origin. *Journal of Central European Agriculture,* Vol. 9 (1), p. 11–16.
5. Nsengumuremyi D., Barakova N.V., Romanov V.A., Mityukov A.S., Guzeva A.V. (2018). The effect of sapropel extracts on microflora and physicochemical parameters of dried distillers grain. *Agronomy Research*, Vol. 16, p. 1457–1465.
6. ROSS broiler management handbook. (2018). *Aviagen*, p. 148. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 16. febr.]. Pieejams: https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-BroilerHandbook2018-EN.pdf.
7. Santoso U., Tanaka K., Ohtani S., Sakaida M. (2001). Effect of fermented product from Bacillus subtilis on feed conversion efficiency, lipid accumulation and ammonia production in broiler chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 14 (3), p. 333–337.
8. Sapropel mining and distribution. (2022). *EcoLotus*, p. 1. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 16. febr.]. Pieejams: http://www.ecolotus.lt/en/chemical-and-biological-composition/.
9. Stankeviča K. (2020). Character of sapropel properties based on its formation conditions and possibilities of its use. *Doctoral Thesis. University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, Department of Environmental Science,* p. 175.

BARĪBAS DEVAS EFEKTIVITĀTE LIMUZĪNU KRUSTOJUMDZĪVNIEKU NOBAROŠANĀ BIOLOĢISKĀS LAUKSAIMNIECĪBAS SISTĒMĀ

FEED EFFICIENCY IN THE FATTENING OF LIMOUSINE CROSSBREEDS CATTLE IN THE SYSTEM OF BIOLOGICAL FARMING

Elita Aplociņa[1], Dzidra Kreišmane[2], Aelita Runce[3], Inga Muižniece[1]
[1]LLU LF Dzīvnieku zinātņu institūts; [2]LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts;
[3]ZS „Atēnas"
elita.aplocina@llu.lv

Abstract. *The study explains the effect of different feed rations on the fattening rates of animals at a Limousine crossbreeds in a biologically certified farm. The quality of self-produced feed and the impact of appropriate feed rations on the results of animal nutrition have been assessed and the most optimal solutions for the final fattening of animals have been evaluated. During the final fattening period, four different feed rations were used for 15 Limousine crossbreeds 57–60 days before slaughter. All animals received haylage ad libitum, and, in addition, the following feedstuffs were fed: for Group 1 – concentrate (oats and vetch) ad libitum, for Group 2 – 1.5 kg of molasses; for Group 3 – 2.5 kg concentrate (oats and vetch); for Group 4 – 2.5 kg of molasses. At the start of the final fattening at the age of 19 and 21 months the average live weight of cattle was between 501 to 522 kg. The amount of dry matter ingested per 100 kg of live weight was 2.1–2.4 kg. Group 1 animals received the highest dietary energy and crude protein content, which had a positive effect on the cattle growth and productivity. The lowest increase in live weight (0.12 kg day^{-1} per animal) was observed in Group 2 with the lowest crude protein content (1.2 kg day^{-1}). Whereas, the highest increases in live weight, i.e., 0.75 kg per day, were recorded for the animals of Group 4, which received increased doses of molasses; these animals also had the highest live weight at the end of fattening – 556 kg. The heaviest carcass weight (313.1 kg) and highest dressing percentage (56.7%) were for the cattle with unrestricted access to feed, but, nevertheless, this is not a satisfactory indicator.*
Key words: *beef cattle, feed ration, feed conversion.*

Ievads

Iedzīvotāju veselība un pieaugošā ietekme uz vidi, tostarp zemes resursiem, rosina kvalitatīvu produktu ražošanu un tās efektivitātes uzlabošanu. Klimatiskie apstākļi un reljefs Latvijā ir faktori, kas padara gaļas liellopu audzēšanu par vienu no perspektīvākajām nozarēm bioloģiskās saimniekošanas apstākļos. Latvijā veikalu tīklos reti izdodas ieraudzīt liellopu gaļu ar izteiktu marmorizāciju, tomēr, iegādājoties Latvijā audzētu liellopu, ir lielāka iespēja, ka šis dzīvnieks ir turēts ganībās un ir bijis vesels un laimīgs. Ārstu – dietologu ieteikums[4] bieži vien ir samazināt tauku saturu ikdienas uzturā, un liela daļa patērētāju arī labprātāk izvēlas produktus ar samazinātu tauku saturu. Šī tendence jāņem vērā arī liellopu audzētājiem, nepārspīlējot ar izteikti treknas liellopu gaļas ražošanu. Audzētājiem jāspēj rast zelta vidusceļu – pietiekami marmorizētas, bet ne pārāk treknas gaļas ražošanai.

Pasaules tirgū liellopu gaļas piedāvājumu nodrošina galvenokārt konvencionālā saimniekošanas sistēma, tomēr patērētāju izglītošana par ilgtspējīgas lauksaimniecības nozīmi ir veicinājusi izpratni par veselīgu pārtiku, līdz ar to aug pieprasījums pēc bioloģiskajās sistēmās ražotas lopkopības produkcijas. Ganībās audzēta liellopu gaļa ir kvalitatīva (Džeimisone, 2013), tajā ir līdz pat trešdaļai mazāk tauku nekā intensīvi audzētā liellopu gaļā un līdz pat septiņām reizēm vairāk Omega-3 taukskābju. Lēni audzētā liellopu gaļā Omega-6 un Omega-3 taukskābju attiecība ir labāka cilvēka veselībai (optimālā attiecība ir 4:1). Turklāt brīvās turēšanas liellopu fizisko aktivitāšu dēļ tiek iegūta liesāka, olbaltumvielām bagātāka gaļa, kurā ir daudz mikroelementu un vitamīnu, īpaši E vitamīna[5]. T. Devincenzi un kolēģu (2015) pētījumos konstatētas ievērojamas atšķirības liellopu gaļas smaržai un

[4] Piesātinātie tauki salīdzinājumā ar nepiesātinātajiem taukiem. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 5. janv.]. Pieejams: https://lv.sawakinome.com/articles/food/saturated-fats-vs-unsaturated-fats-1.html.
[5] Menkenss M. (2016). Labs nāk ar gaidīšanu. [Tiešaiste] [skatīts 2022. g. 2. martā]. Pieejams: https://malenyblackangusbeef.com.au/good-things-come-to-those-who-wait-why-slow-grown-beef-is-the-way-forward/.

garšai, ganot liellopus dabīgos zālājos, salīdzinājumā ar to dzīvnieku gaļu, kur liellopi ganīti sētajos zālājos. Dabīgo, kā arī daudzkomponentu sēto ganību dzīvniekus raksturo zemāka produktivitāte, un gaļa ir stingrāka, taču ar vēlamāku taukskābju saturu nekā no vienveidīga sētā ganību zelmeņa. Gaļas liellopu nobarošanas beigās bieži vien tiek īstenota dzīvnieku turēšana mītnēs vai laukumos ar papildu intensīvu piebarošanu, kas nodrošina gaļas kvalitātes uzlabošanos, tai skaitā marmorizētas gaļas ieguvi (Greenwood et al., 2018; Greenwood et al, 2019).

Hanwoo ēdināšanas programmā Korejā marmorizētās Wagy liellopu gaļas ražošanā liellopiem no 18 mēnešu vecuma līdz kaušanai barības devā ietilpst 84–86% spēkbarības un 14–16% rupjās lopbarības. Līdz 20 mēnešu vecumam spēkbarībā sausnas sagremojamība (TDN) ir 71% (10.5 MJ maiņas enerģijas (ME) kg^{-1}) un 13% proteīna kg sausnas, bet no 21 līdz 29 mēnešu vecumam lieto spēkbarību ar TDN 73% (10.8 MJ ME kg^{-1}), 11% proteīna kg sausnas un 10% salmu (Chung et al., 2018).

Eiropā liesas liellopu gaļas ieguvei, ko raksturo labas garšas īpašības, populārāks ir īss fināla nobarošanas periods (≤ 100 dienas). Tirgos, kur ir lielāks pieprasījums pēc marmorizētas liellopu gaļas, piemēram, Japānā un Dienvidkorejā, ir nepieciešams īstenot ilgāku fināla nobarošanas periodu (no 100 līdz ≥ 350 dienām, pat līdz 600 dienām). Šo tirgu attīstību ir veicinājusi Lielbritānijā veiktā selekcija, izveidojot šķirnes ar augstu marmorizācijas pakāpi, kā arī ir lielāka Wagyu un Wagyu krustojuma liellopu izmantošana (Greenwood et al., 2019).

Jaunlopiem, ilgstoši pārsniedzot normatīvos noteikto enerģijas patēriņa vajadzību visos augšanas posmos, var notikt aptaukošanās, kas var saglabāties arī vēlākos posmos un palielināt marmorēšanu (Greenwood et al., 2019). Ir arī pierādījumi, ka pēcnācēju gaļas marmorēšanu var uzlabot, palielinot govīm grūsnības vidū vai vēlīnā periodā proteīna saturu barības devā (Underwood et al., 2010, Radunz et al., 2012).

Pētījuma mērķis ir ražošanas apstākļos atrast optimālu nobarošanas metodi kvalitatīvu liemeņu ieguvei. Pētījuma mērķa sasniegšanai bioloģiskā gaļas liellopu audzēšanas saimniecībā tiek veikti kompleksi pētījumi par pašražotas lopbarības nodrošinājumu barības devā Limuzīnas šķirņu dzīvniekiem.

Materiāli un metodes

Bioloģiskajā saimniecībā tika apsekoti zālāji, analizēta sējumu struktūra, lopbarības kvalitāte un optimizētas barības devas. Zālājos noteikts botāniskais sastāvs, izmantojot svara metodi. Piecās vietās zālājā, īstenojot nejaušības principu, 20 × 50 cm lielā rāmītī nogriezta biomasa, tā sašķirota 3 grupās (stiebrzāles, tauriņzieži, platlapji), tās nosvērtas, un aprēķināts katras grupas daudzums procentos. Zāles lopbarības un auzu kvalitātes novērtēšanai oktobrī paņemti paraugi no dažāda botāniskā sastāva skābsiena rituļiem un auzu sabēruma, lopbarības ķīmiskais sastāvs noteikts LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā. Noteikti šādi lopbarības kvalitātes rādītāji: sausna, kopproteīns, neitrāli (NDF) un skābi skalotā kokšķiedra (ADF), kalcijs un fosfors. Šie rādītāji izmantoti turpmākai barības devu aprēķināšanai. Pētījumā saimniecībā analizēta atšķirīgu barības devu ietekme uz liellopu gaļas ražošanu fināla nobarošanas laikā. Pētījumam tika atlasīti 15 (10 teles un 5 kastrāti) vienāda vecuma un izcelsmes Limuzīnas šķirnes krustojuma liellopi, kuri ganību periodā visi kopā tika turēti ganībās bez papildu piebarošanas, bet nobarošanas beigās tika ievietoti novietnē un atkarībā no aizgaldu lieluma sadalīti četrās grupās. Fināla nobarošanas periodā (57–60 dienas pirms kaušanas) liellopu ēdināšanai tika izmantotas atšķirīgas barības devas. Visu grupu dzīvnieki skābsienu saņēma *ad libitum,* bet papildus tika izēdināti šādi barības līdzekļi: 1. grupas liellopiem spēkbarība (vīķauzas) *ad libitum*, 2. grupas dzīvniekiem 1.5 kg melase; 3. grupas dzīvniekiem 2.5 kg spēkbarība (vīķauzas); 4. grupas dzīvniekiem 2.5 kg melase. Barības vielu vajadzība fināla nobarošanas sākumā noteikta gaļas liellopiem ar 500–550 kg dzīvmasu un plānoto pieaugumu 700 g diennaktī. Barības deva aprēķināta ar mērķi panākt optimālu dzīvmasas pieaugumu. Pēc nokaušanas veikta liemeņu svēršana, muskulatūras attīstības un taukaudu noslāņojuma vērtēšana saskaņā ar EUROP klasifikāciju. Iegūtā muskuļaudu attīstības novērtējuma apzīmēšanai izmantoti EUROP burtu apzīmējumi, kuru nozīme ir šāda: E – teicami (skaitliskais apzīmējums – 1), U – ļoti labi (2), R – labi (3), O – vidēji (4), P – vāji attīstīta muskulatūra (5). Tauku noslāņojuma pakāpe apzīmēta ar skaitļiem no 1 līdz 5, kur 1 – ļoti zems, 2 – zems, 3 – vidējs, 4 – augsts, 5 – ļoti augsts. Datu statistiskai apstrādei izmantota *MS Excel* programma, izmantojot aprakstošo statistiku (vidējais aritmētiskais, standartkļūda, variācijas

koeficients). Pazīmju būtiskās atšķirības starp pētījumu grupām rēķinātas, izmantojot T-testu, un atzīmētas ar atšķirīgiem alfabēta burtiem ($P < 0.05$).

Rezultāti un diskusijas

Gaļas liellopu pamatbarība vasaras periodā ir ganību zāle, kas ir viens no lētākajiem un augstvērtīgākajiem barības veidiem. Liellopi labprāt izmanto dabīgo vai sēto ganību zāli, kas sastāv no dažādiem augiem. Vēlamais zālāju botāniskais sastāvs ir 25–40% tauriņziežu, 15–20% dažādu ēdamu platlapju, bet pārējo daļu aizņem stiebrzāles (Plēsums, Osītis, Runce u. c. 2008). Lai liellopu turēšana ganībās rezultētos kvalitatīvas gaļas ieguvē, liela uzmanība jāpievērš zālāju kvalitātei un ražībai. Ganību produktivitāte ir atkarīga no zālāja botāniskā sastāva, augu veģetācijas fāzes, ganību apsaimniekošanas, dzīvnieku sugas un blīvuma. Ganību produktivitātes un kvalitātes analīze jebkurā saimniecībā ir nozīmīgs faktors, lai uzlabotu lopbarības nodrošinājumu un liellopu gaļas produktivitāti (Greenwood, 2021).

Pētījumam atlasītos dzīvniekus vasaras pirmajā pusē ganīja dabiskās ganībās, kur botānisko sastāvu veidoja 24% tauriņziežu, 41% stiebrzāļu un 35% platlapju, bet vasaras otrajā pusē tika izmantoti 6–7 gadus veci sēto zālāju atāli, kuros bija 26% tauriņziežu, 32% stiebrzāļu un 42% platlapju. Daudzveidīgais zelmeņa botāniskais sastāvs un zāles raža nodrošināja dzīvmasas pieaugumu vidēji
0.72 kg d^{-1}. Ganīšanas sākumā vidējais jaunlopu vecums bija 422 dienas, vidējā dzīvmasa 381 kg, kas 183 dienu laikā līdz ganīšanas beigām palielinājās par 131 kg (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Limuzīnas šķirnes gaļas liellopu augšanas rādītāji ganību sezonā
Growth rates of Limousine cattle during the grazing season

Nobarošanas rādītāji / *Fattening rates*	Vidēji/*Average*	Min.	Max.	V %
Gaļas liellopu skaits, gab. / *Number of beef cattle, pcs.*	15	×	×	×
t.sk. teles/vērši / *incl. heifers/bulls*	10/5	×	×	×
Vecums, uzsākot ganīšanu, dienas / *Age at start of grazing, days*	422 ± 16.0	355.0	590.0	14.6
Dzīvmasa ganīšanas sākumā, kg / *Live weight at the beginning of grazing, kg*	381.0 ± 9.15	305.0	440.0	9.3
Dzīvmasa ganīšanas beigās, kg / *Live weight at the end of grazing, kg*	512.1 ± 11.74	445.0	583.0	8.8
Ganīšanas ilgums, dienas / *Duration of grazing, days*	183	183	183	0
Dzīvmasas pieaugums ganīšanas periodā, kg / *Live weight gain during the grazing period, kg*	131.1 ± 12.33	88.0	273.0	36.4
Dzīvmasas pieaugums, kg d^{-1} /*Weight gain, kg* d^{-1}	0.72 ± 0.067	0.48	1.49	36.4

Gaļas šķirņu liellopu audzēšanas programmā (2021)[6] ir noteiktas minimālās dzīvmasas (kg) un diennakts pieauguma (kg d^{-1}) prasības atkarībā no liellopu šķirnes, dzimuma un vecuma. Limuzīnas šķirnes telēm 12 mēnešu vecumā būtu jāsasniedz 315 kg dzīvmasas, bet jaunbuļļiem – 370 kg, tādējādi mūsu pētījumā iekļautie dzīvnieki, kas gan nav tīršķirnes, atbilst arī šķirnes prasībām.

Liellopu gaļas kvalitāti ietekmē gan ģenētiskie, gan saimniekošanas faktori. Lai gan gaļas liellopu šķirne ievērojami ietekmē gaļas sensorās un ķīmiskās īpašības, viens no svarīgākajiem faktoriem ir lopbarība (Troy et al., 2016). Fināla nobarošanas periodā (57–60 dienas pirms kaušanas) liellopu ēdināšanai tika izmantotas atšķirīgas barības devas. Lai gaļas liellopiem uz ķermeņa veidotos atbilstošs tauku slānis, nobarošanas beigu posmā (pēdējos 2 mēnešus pirms kaušanas) barības devā ir nepieciešams palielināts enerģijas saturs, tādēļ visu pētījumā iekļauto dzīvnieku barības devās vienlaikus tika iekļauts kāds no barības līdzekļiem, kas piešķirtu papildu enerģiju (2. tab.).

Pētījumā izmantotajā, 2018. gadā sētajā, 2. izmantošanas gada zālājā bija 16% tauriņziežu, 53% stiebrzāļu un 31% platlapju. Zelmenis nopļauts 2020. gada 25. jūnijā, skābsiena raža no 1. zelmeņa veidoja 7.8 t ha^{-1}, kas bija par 0.8 t mazāk nekā iepriekšējā gadā. Sējai izmantotajā maisījumā bija

iekļauti 30% bastarda āboliņa (*Trifolium hybridum*), 30% timotiņa (*Phleum pratense*), 25% pļavas auzenes (*Festuca pratensis*) un 15% sarkanās auzenes (*Festuca rubra*), bet nākamajos 2 gados pēc sējas strauji samazinājās bastarda āboliņa sastāvs zelmenī, kas izskaidro ražas samazināšanos. Sausnas saturs skābsienā bija 59%, kopproteīns sausnā 10%, NDF 57.3%, ADF 38%, sausnas sagremojamība 59%, maiņas enerģija 10.3 J kg^{-1}. Barības vielu nodrošinājums visām gaļas liellopu grupām liecināja, ka pie dažādām barības devām galveno barības vielu nodrošinājums ir pietiekams (2. tab.).

2. tabula / *Table 2*

Noteiktais barības vielu nodrošinājums pētījuma laikā
Provision of nutrients with basic feed

Barības vielas / *Nutrients*	Pētījuma grupas / *Research groups*				Barības vielu vajadzība / *Nutrient requirements*
	1.	2.	3.	4.	
Barības deva dienā / *Feed ration per day*					
Skābsiens/*Haylage*, kg	11.0	18.0	16.0	16	×
Vīķauzas / *Oats and vetch*, kg	5.0	–	2.5	–	×
Melase/*Molasses*, kg	–	1.5	–	2.5	×
Lopbarības raugs / *Fodder yeast*, kg	–	0.1	–	0.2	×
Barības vielu nodrošinājums / *Nutrient supply*					
Sausna / *Dry matter*, kg	10.9	11.8	11.6	11.5	11.2
ME, MJ	130.6	124.3	129.2	122.3	120.0
Kopproteīns / *Crude protein*, kg	1.4	1.2	1.3	1.2	1.23
Ca, g	45.7	71.6	61.9	67.3	25
P, g	36.8	34.5	37.6	32.1	21
ADF, kg	3.1	4.0	3.9	3.6	1.4
NDF, kg	4.9	6.1	6.0	5.8	6.6
ME, MJ kg^{-1} sausnas / *dry matter*	12.0	10.5	11.1	10.6	10.7
R:S	60:40	90:10	81:19	82:18	x

Saīsinājumi / *Abbreviations:* ME – maiņas enerģija / *exchange energy*; Ca – kalcijs / *calcium*; P – fosfors / *phosphorus*; ADF – skābi skalotā kokšķiedra / *acid detergent fiber*; NDF – neitrāli skalotā kokšķiedra / *neutrally detergent fiber*; R:S – rupjā lopbarība: spēkbarība (pēc sausnas) / f*odder : concentrates (by dry matter).*

Gaļas liellopu fināla nobarošanas laikā ir nepieciešama barība ar augstu enerģētisko vērtību, parasti ≥ 10 MJ ME kg^{-1} sausnas vai vairāk, lai nodrošinātu ātru un efektīvu augšanu, kā arī noteiktu augšanas un nobarošanas līmeni, kas ietver arī gaļas marmorizāciju. Fināla nobarošanas sistēma parasti ietver liellopu ganīšanu augstākas kvalitātes ganībās vai lopbarības, ar augstu enerģijas koncentrāciju, izbarošanu (Hynd, 2014). Šādi barības devu raksturo augsts enerģijas saturs, un tā ietver tādus graudus kā kukurūza, kvieši, mieži, kā arī sienu vai skābbarību šķiedrvielu iegūšanai, savukārt kā proteīna avots var tikt pievienota soja, kokvilnas sēklas, saulespuķes, rapsis un lupīnas, kā arī vitamīni un minerālvielas (Hynd, 2014; Drouillard, 2018). Fināla nobarošanas laikā barības devas ASV parasti satur aptuveni 11 MJ ME kg^{-1} sausnas un 6–12% proteīna (Drouillard, 2018). Tipiskās barības devās Austrālijā ir vismaz 10 MJ ME kg^{-1} sausnas un 11–15% proteīna, graudu un rupjās lopbarības attiecība ir 75:25 vai 80:20, un graudu īpatsvars barības devās sasniedz pat 90% (Hynd, 2014). Mūsu pētījumā zemākais ME saturs (10.5–10.6 MJ kg^{-1} sausnas) fināla barības devā tika konstatēts 2. un 4. grupas dzīvniekiem, kuriem enerģijas palielināšanas nolūkos līdztekus pamatbarībai tika iekļauta attiecīgi 1.5 kg un 2.5 kg melase. Zemākā attiecība (60:40) barības devā novērota 1. grupas dzīvniekiem, kuriem bija brīva pieeja graudu lopbarībai. Saskaņā ar bioloģiskās lauksaimniecības noteikumiem graudu lopbarības īpatsvars atgremotājdzīvnieku barības devās nedrīkst pārsniegt 40%[7].

Izzinot dažādu autoru pētījumus (Pethick et al., 2004, Gaughan and Sullivan, 2014; Drouillard, 2018), iespējams secināt, ka ASV un Austrālijā gaļas liellopu nobarošanā bieži vien izēdinātā proteīna

[7] KOMISIJAS REGULA (EK) Nr. 889/2008, ar ko paredz sīki izstrādātus bioloģiskās ražošanas, marķēšanas un kontroles noteikumus, lai īstenotu Padomes Regulu (EK) Nr. 834/2007 par bioloģisko ražošanu un bioloģisko produktu marķēšanu. [Tiešaiste] [skatīts 2022. g. 2. martā]. Pieejams: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex:32008R0889.

daudzums pārsniedz attiecīgo valstu normatīvos noteikto vajadzību, jo nobarošanas beigās jāsamazina barības devas proteīna saturs un jāpalielina izēdinātās enerģijas daudzums. Nobarošanas noslēguma fāzē dzīvmasas pieauguma lielākā daļa panākta, palielinoties tauku īpatsvaram dzīvnieka ķermenī, savukārt muskuļu un proteīna veidošanās dzīvnieka organismā samazinās. Mūsu pētījumā palielinātas proteīna devas attiecībā pret enerģiju novērotas 1. grupas dzīvnieku barības devā.

Limuzīnas šķirnes teles un jaunbuļļi 15–20 mēnešu vecumā var sasniegt 460–610 kg. Šajā pētījumā, uzsākot fināla nobarošanu 19–21 mēnešu vecumā, liellopu vidējā dzīvmasa pa grupām bija robežās no 501 līdz 522 kg.

3. tabula / *Table 3*

Gaļas liellopu fināla nobarošanas rādītāji
Final fattening rates of beef cattle

Nobarošanas rādītāji / *Fattening rates*	Pētījuma grupas / *Research groups*			
	1.	2.	3.	4.
Gaļas liellopu skaits, gab. / *Number of beef cattle, pcs.*	3	3	5	4
t.sk., teles/vērši / *heifers/bulls*	1/2	2/1	4/1	3/1
Vecums, uzsākot nobarošanu, dienas / *Age at the beginning of fattening, days*	620 ± 56.8	644 ± 65.0	593 ± 2.0	582 ± 3.7
Dzīvmasa nobarošanas sākumā, kg / *Live weight at the beginning of fattening, kg*	522.3 ± 31.49	501.7 ± 40.44	511.4 ± 21.73	513.3 ± 15.96
Dzīvmasa nobarošanas beigās, kg / *Live weight at the end of fattening, kg*	552.3 ± 21.34	508.3 ± 39.29	543 ± 24.44	556 ± 23.78
Dzīvmasas pieaugums / *Weight gain*, kg	30.0 ± 16.6^{AB}	6.6 ± 1.67^{A}	31.6 ± 10.28^{B}	42.7 ± 8.31^{B}
Nobarošanas dienas / *Fattening days*	60	57	57	57
Dzīvmasas pieaugums / *Weight gain*, kg d^{-1}	0.48 ± 0.241^{AB}	0.12 ± 0.029^{A}	0.55 ± 0.180^{B}	0.75 ± 0.146^{B}
Kautmasa / *Carcass weight*, kg	313.1 ± 14.27	285.3 ± 20.82	298.4 ± 17.39	278.7 ± 11.42
Kautiznākums / *Dressing perecentage* %	56.7 ± 0.39^{B}	56.2 ± 0.92^{B}	54.9 ± 0.95^{B}	50.2 ± 1.55^{A}
DMI 100 kg dzīvmasas, kg	2.1	2.4	2.3	2.2
FCR, kg	22.7	98.3	21.1	15.3

Saīsinājumi / *Abbreviations:* DMI – barības sausnas uzņemšanas spēja / *dry matter intake;* FCR – barības konversija (sausnas patēriņš uz 1 kg dzīvmasas pieauguma) / *feed conversion (dry matter consumption per kg live weight gain).*
A, B – ar dažādiem alfabēta burtiem apzīmētas grupas, starp kurām pastāv būtiskas atšķirības, $P < 0.05$.

Visu grupu dzīvniekiem uzņemtās sausnas daudzums uz 100 kg dzīvmasas bija 2.1–2.4 kg. Pirmās grupas dzīvnieki ar barības devu saņēma augstāko maiņas enerģijas un kopproteīna saturu, kas pozitīvi ietekmēja liellopu augšanas un produktivitātes rādītājus. Zemākais dzīvmasas pieaugums (0.12 kg diennaktī uz 1 dzīvnieku) novērots 2. grupas liellopiem, kuriem barības devā tika konstatēts zemākais kopproteīna saturs (1.2 kg dienā, $P < 0.05$), bet šīs grupas dzīvniekiem, uzsākot nobarošanas pētījumu, bija arī zemākā dzīvmasa un lielākais vecums – attiecīgi 501.5 kg un 644 dienas salīdzinājumā ar pārējo grupu liellopiem. Savukārt augstākie dzīvmasas pieaugumi – 0.75 kg dienā uz dzīvnieku – sasniegti 4. grupā, kur dzīvnieki saņēma palielinātas melases devas, un šīs grupas dzīvniekiem, uzsākot nobarošanas pētījumu, bija mazākais vecums – 582 dienas. Lielākā dzīvmasa nobarošanas beigās bija 4. grupas liellopiem – 556 kg, savukārt lielāko kautmasu (313.1 kg) un kautiznākumu (56.7%) sasniedza 1. grupas liellopi, kuriem bija neierobežota piekļuve barības līdzekļiem (3. tab.). Kautiznākumam Limuzīnas šķirnes dzīvniekiem 14–16 mēnešu vecumā jābūt ap 70%[8]. Šajā pētījumā 22–23 mēnešus vecu dzīvnieku kautiznākums sasniedza tikai 50–57%, līdz ar to saimniecībā nepieciešams pievērst papildu uzmanību jaundzīvnieku izaudzēšanai un nobarošanai pirms kaušanas. Barības konversijas rādītājs ir svarīgs indikators liellopu nobarošanas efektivitātes

[8] Gaļas šķirņu liellopu audzēšanas programma (2019) [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 5. janv.]. Pieejams: https://www.ldc.gov.lv/lv/media/98/download.

izvērtēšanā. Zemākais barības patēriņš dzīvmasas pieauguma ražošanai novērots 4. grupas dzīvniekiem – 15.3 kg sausnas dienā, kas ir optimāls rādītājs 20–24 mēnešus veciem liellopiem nobarošanas beigās[9]. Veicot liellopu fināla nobarošanu vienādos apstākļos, bet ar atšķirīgām barības devām, kopumā labākie dzīvmasas, kautmasas, kautiznākuma un labākais barības konversijas rādītājs tika konstatēts dzīvniekiem, kuriem bija neierobežota piekļuve gan zāles lopbarībai, gan spēkbarībai.

Liellopu liemeņu iedalījums muskuļaudu klasēs balstās uz muskuļu masas novērtējumu. Visu pētījumā iekļauto dzīvnieku liemeņu novērtējums pēc muskuļaudu attīstības sasniedza R un R+ klasi, bet, izvērtējot tauku kārtas biezumu liemeņa ārpusē un krūšu dobuma iekšpusē, dzīvnieku liemeņi tika novērtēti ar 2. līdz 3. taukaudu klasi. Labāko muskuļaudu klasi (R+) novērojām liemeņiem, kur dzīvnieki tika ēdināti ar brīvi pieejamu spēkbarību (1. grupa), savukārt augstākais taukaudu daudzums (3. klase) bija dzīvniekiem, kuru ēdināšanā izmantoja ierobežotas spēkbarības devas (3. grupa). Šiem liemeņiem muskulatūra lielākoties bija nosegta ar taukiem, tā bija daļēji redzama uz gurna un pleca, kā arī vērojami viegli tauku uzslāņojumi krūšu dobumā.

Organizējot liellopu fināla nobarošanu, saimniecībā ir nepieciešams izvērtēt pirktās un pašražotās lopbarības ekonomisko efektivitāti, kā arī analizēt samaksas sistēmu par kautuvei pārdotajiem liellopiem. Tikai tā tiks rasts komplekss un ilgtspējīgs risinājums lauksaimniecības resursu efektīvākai izmantošanai.

Secinājumi

1. Labākie dzīvmasas, kautmasas un kautiznākuma rādītāji konstatēti 1. pētījumu grupas dzīvniekiem ar neierobežotu piekļuvi gan zāles lopbarībai, gan spēkbarībai.
2. Kautiznākums 22–23 mēnešus veciem dzīvniekiem bija 50–57%, kas nav apmierinošs rādītājs, saimniecībā ir nepieciešams uzlabot jaundzīvnieku izaudzēšanu un fināla nobarošanu.
3. Palielinātas (līdz 2.5 kg) melases devas iekļaušana nobarošanas beigu posmā barības devā nodrošināja augstāko dzīvmasas pieaugumu – 0.75 kg dienā uz dzīvnieku.
4. Limuzīnas krustojumdzīvnieku ganīšana līdz fināla nobarošanas laikam ganībās ar bagātīgu zelmeņa botānisko sastāvu, pietiekamu zāles ražu un bez papildu piebarošanas nodrošināja 0.72 kg d^{-1} dzīvmasas pieaugumu.

Pateicība. Pētījums notiek ELFLA finansētā projekta „Bioloģiski ražots marmorēts steiks" (Nr. 18-00-A01612-000016) ietvaros no 2019. līdz 2022. gadam.

Izmantotā literatūra

1. Chung K.Y., Lee S.H., Cho S.H., Kwon E.G. Lee J.H. (2018). Current situation and future prospects of beef production in South Korea – a review. *Asian-Australasian J. of Animal Sciences*, Vol. 31, p. 951–960.
2. Devincenzi T., Nabinger C., Genro T.C., Juchem S., Fedrigo J.K. (2015). Meat quality from grazing-based beef production systems on natural grasslands of pampa biome. ***In:*** *61st International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST)*, France, 2015, p. 5.
3. Drauillard J.S. (2018). Current situation and future trends of beef production in the United States of America. *Asian-Australasian J. of Animal Sciences*, Vol. 31, p. 1007–1016.
4. Dzeimsone A. (2013). *Videi draudzīga gaļas liellopu audzēšana*. Rīga: SIA "Gandrs", 28. lpp.
5. Gaughan J.B., Sullivan M.L. (2014). Beef cattle produktion and atrade. *CSIRO Publishing*, Collingwood, Australia, p. 205–233.
6. Greenwood P.L. (2021). Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. J. *Animal*, Vol. 15, p. 1.
7. Greenwood P.L., Gardner G.E., Ferguson D.M. (2018). Current situation and future prospects for the Australian beef industry – a review. *Asian-Australasian J. of Animal Sciences*, Vol. 31, p. 992–1006.
8. Greenwood P.L., Walmsley B.J., Oddy V.H. (2019). Regulation of growth and development of skeletal muscle and adipocytes and its impact on efficiency and meat quality. ***In***: *Energy and*

[9] Practical beef cattle nutrition (2006). [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 5. janv.]. Pieejams: https://meatpromotion.wales/images/resources/Practical_Beef_Cattle_Nutrition.pdf.

protein metabolism and nutrition EAAP publication, N.138, Wageningen Academic Publishers, p. 53–71.
9. Hynd P.I., Cottle D., Khan L. (2014). Growing and finishing beef cattle at pasture and in feedlot. Beef cattle production and trade. *CSIRO Publishing*, Collingwood, Australia, p. 381–400.
10. Pethick D.W., Harper G.S., Oddy H. (2004). Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: A review. *Australian J. of Experimental Agriculture*, 44(7), p. 705–715.
11. Plēsums J., Osītis U., Runce A. (2008). *Gaļas liellopi Latvijā*. Jelgava: LLU, 17., 31.–39.lpp.
12. Radunz A.E., Fluharty F.L., Relling A.E., Zerby H.N., Loerch S.C. (2012). Prepartum dietary energy source fed to beef cows: II. Effects on progeny pastnatal growth, glucose tolerance, and carcass composition. *J. Animal Science*, Vol. 90, p. 962–974.
13. Troy D. J., Tiwari B. K., Joo S-T. (2016). Health Implications of Beef Intramuscular Fat Consumption. *Korean J. Food Sci. An*., Vol. 36, No. 5, p. 577–582.
14. Underwood K.R., Tong J.F., Price P.L., Roberts A.J., Grings E.E., Hess B.W., Means W.J., Du M. (2010). Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition, and tenderness in cross-bred beef steers. *J. Meat Science*, Vol. 86, p. 588–593.

PRAKTISKĀS PIEREDZES RAKSTI

LAUKA PUPU ŠĶIRŅU RAŽA UN KVALITĀTE BIOLOĢISKĀS AUDZĒŠANAS SISTĒMĀ
YIELD AND QUALITY OF FABA BEANS CULTIVARS IN ORGANIC FARMING SYSTEM

Inga Morozova, Inga Jansone, Veneranda Stramkale, Līvija Zariņa, Ieva Kroiča
Agroresursu un ekonomikas institūts
inga.morozova@arei.lv

Ievads

Tauriņziežiem, tai skaitā lauka pupām (*Vicia faba* L.), laukkopības sistēmās ir vairākas priekšrocības un vides ieguvumi. Tās uzlabo augsnes fizikālās īpašības graudaugu augsekās, palielina bioloģisko daudzveidību, iekļaujas siltumnīcefektu izraisošo gāzu emisiju samazināšanas pasākumos, ir vietējais augu izcelsmes proteīna avots pārtikai un lopbarībai (Lybæk, Hauggaard-Nielsen, 2019; Papastylianou et al., 2021). Noskaidrots, ka pupas vidēji uzkrāj 153 kg ha^{-1} slāpekļa (N) virszemes biomasā, bet vidēji 30–60% no kopējā N uzkrājas apakšzemes biomasā – saknēs un gumiņos (Zander et al., 2016).

Lauka pupas ir tradicionāls pākšaugs ar augstu ģenētisko daudzveidību. Tās plaši audzē Rietumeiropā, bet Ziemeļvalstu un Baltijas reģions to audzēšanai ir izaicinājums īsā veģetācijas perioda un kontinentālā klimata izraisītā karstuma/sausuma stresa dēļ (Bodner et al., 2018). Nestabilās ražas dēļ Latvijā lauka pupu audzēšanas platības bioloģiskajā lauksaimniecībā ir mainīgas. Turklāt Latvijas teritorijā laika apstākļi ievērojami var atšķirties. Viena no iespējām ražas stabilitātes nodrošināšanā ir piemērotas šķirnes izvēle audzēšanai konkrētos agroekoloģiskajos apstākļos (Skovbjerg et al., 2020). Citos Latvijā veiktos pētījumos (projekts EUROLEGUME) jau noskaidrots, ka lauka pupām ražība nozīmīgi var reaģēt uz nepietiekamu mitruma nodrošinājumu kritiskos auga attīstības posmos (Bodner et al., 2018; Papastylianou et al., 2021). Šī pētījuma mērķis ir izvērtēt lauka pupu šķirņu ražu un kvalitātes rādītājus mainīgos meteoroloģiskos apstākļos dažādās ģeogrāfiski atšķirīgās vietās un gados bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

Materiāli un metodes

No 2018. gada līdz 2021. gadam trijās atšķirīgās vietās Latvijā tika ierīkoti lauka pupu šķirņu demonstrējuma izmēģinājumi: Vidzemē – Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Priekuļu pētniecības centrā (PPC), Kurzemē – AREI Stendes pētniecības centrā (SPC) un Latgalē – SIA „Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrā" (LLZC). Pētījumā tika izvērtētas četras perspektīvas lauka pupu šķirnes – 'Lielplatone' (Latvijas vecākā lopbarības šķirne, vidēji agrīna un augstražīga), 'Isabella', 'Laura' un 'Boxer' (Zviedrijas šķirnes, vidēji agrīnas, ražīgas). Izmēģinājumi ierīkoti PPC un SPC velēnu podzolaugsnēs, bet LLZC – velēnu podzolētā gleja augsnē. Izmēģinājuma vietu augsnes granulometriskais sastāvs – mālsmilts. Lauciņu lielums – 12 m^2, četros atkārtojumos. Augsnes kvalitātes rādītāji izmēģinājumu vietās atšķīrās: PPC – pH_{KCl} 5.3–5.9, SPC un LLZC 6.4–6.8, organiskās vielas vidējais saturs attiecīgi 1.6, 2.4 un 1.9%, K_2O – 77.8, 120.6 un 103.95 mg kg^{-1}, P_2O_5 – 153.7, 204.4 un 47.8 mg kg^{-1}. Mēslojums netika lietots. Visās vietās lauka reljefi – līdzeni. Pirms sējas lauki tika aparti, kultivēti. Sēklas pirms sējas apstrādātas ar nitragīnu, izsējas norma – 55 dīgtspējīgas sēklas 1 m^2. Pupas sētas ar sējmašīnu un novāktas ar tiešo kombainēšanu pilngatavībā.

Saimniecisko īpašību vērtēšanai noteiktie rādītāji bija šādi – pupu raža, t ha^{-1}; tilpummasa, g L^{-1}; 1000 sēklu masa, g. Bioķīmiskais rādītājs – kopproteīns, %. Rādītāji noteikti AREI Graudu tehnoloģijas un agroķīmijas laboratorijā saskaņā ar atbilstošiem LVS standartiem.

Datu matemātiskā apstrāde veikta *Microsoft Excel* programmā. Starpību būtiskuma novērtēšanai izmantota dispersijas analīze ar atkārtojumiem (ANOVA) un noteikts korelācijas koeficients, kur analizēta sakarība starp nokrišņu daudzumu jūnijā un pupu šķirņu ražu.

Rezultāti un diskusijas

Izvērtējot ražas rādītājus, visās trīs ģeogrāfiski atšķirīgās vietās lauka pupām piemērotākie apstākļi augu attīstībai bija 2019. un 2020. gads. Pupām statistiski būtiski ($p > 0.05$) augstāka sēklu raža un 1000 sēklu masa iegūta 2020. un 2019. gadā (1. tab.). Vērtējot citu pieredzi, bioloģiski

audzējot lauka pupas, ir iespējams iegūt 3–4 t ha^{-1} ražu[10]. Pētījumā līdzvērtīgs vidējais ražas līmeni pa gadiem un vietām tika sasniegts LLZC 2019., 2020. gadā un PPC 2020. gadā. Savukārt 2021. gadā, kad iegūta izteikti zemāka raža un 1000 graudu masa, fiksēts būtiski ($p > 0.05$) augstāks kopproteīna saturs. Arī citos pētījumos (Skovbjerg et al., 2020) lauka pupām novērota genotipiska sakarība – gados, kad iegūta zemāka raža, konstatēts augstāks kopproteīna saturs.

1. tabula / *Table 1*

Lauka pupu saimniecisko īpašību rādītāji no 2018. līdz 2021. gadam
Commercial characteristics of beans from 2018 to 2021

Saimniecisko īpašību rādītāji / *Commercial characteristics*	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**$RS_{0.05}$/ $LSD_{0.05}$**
SPC	0.85	1.81	1.79	0.30	-
PPC	2.59	2.58	3.02	0.05	-
LLZC	1.76	3.29	3.65	0.18	-
Vidējā raža / *Average yield, t ha^{-1}*	1.73^{b}	2.56^{a}	2.82^{a}	0.18^{c}	*0.41*
1000 graudu masa, g / *TGW, g*	445.86^{ab}	534.90^{a}	477.35^{a}	359.26^{b}	*90.63*
Kopproteīna saturs, % / *Protein content, %*	33.15^{b}	33.41^{b}	33.31^{b}	36.78^{a}	*2.44*

^{a,b,c} – vērtības ar atšķirīgiem burtiem statistiski būtiski atšķiras / *different letters indicate statistically significant differences.*

Meteoroloģiskie apstākļi ik gadu bija atšķirīgi (2. tab.). Karstākais veģetācijas periods visās trīs vietās fiksēts 2018. gadā. Pēc kopējā nokrišņu daudzuma veģetācijas periodā mitrākie laikapstākļi novēroti 2021. gadā – SPC un PPC, bet 2019. gadā – LLZC.

2. tabula / *Table 2*

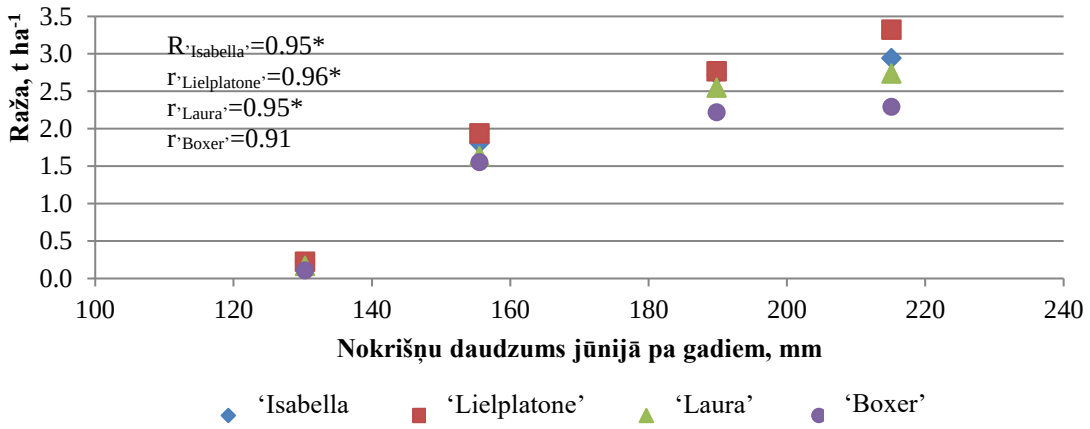
Meteoroloģiskie rādītāji pa gadiem un vietām ±/% salīdzinājumā ar ilggadēji vidējo rādītāju
Meteorological characteristics ±/% compared with long-term average by years and places

Meteoroloģiskie rādītāji / *Meteorological characteristics*	**Periods/ *Period***	**Vietas/ *Places***	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Nokrišņu daudzums (mm) % no normas / *Precipitation % from norm*	**Jūnijs/*Jun***	SPC	40.0	12.4	60.1	24.0
		PPC	111.3	110.0	122.3	76.4
		LLZC	56.4	64.5	97.5	68.0
Temperatūra (°C) ± no normas / *Temperature ± from norm*		SPC	0.9	3.7	2.8	4.2
		PPC	0.9	3.9	3.6	4.6
		LLZC	0.8	4.1	3.9	6.2
Nokrišņu daudzums (mm) % no normas / *Precipitation % from norm*	**Aprīlis–septembris/ *April–september***	SPC	68.2	70.9	57.3	100.6
		PPC	73.1	75.7	83.9	88.8
		LLZC	63.1	102.4	95.0	78.8
Temperatūra (°C) ± no normas / *Temperature ± from norm*		SPC	2.2	0.7	0.3	0.6
		PPC	2.5	1.3	0.3	1.6
		LLZC	2.9	1.2	1.2	2.3

Visās trīs vietās jo īpaši krasi mainīgi meteoroloģiskie apstākļi fiksēti 2021. gadā. Pavasaris bija vēss, un tas neveicināja vienmērīgu pupu sadīgšanu, savukārt jūnijā bija periodi ar izteikti zemu nokrišņu daudzumu un augstu gaisa temperatūru (2. tab.), kas negatīvi ietekmēja pupu ziedēšanu un pākšu attīstību, attiecīgi – arī pupu ražu visās trīs vietās. Pupu ražai jutīgie fenoloģiskie posmi saistībā ar sausuma stresu ir ziedēšana un pākšu veidošanās periods, kad ražas zudumi var sasniegt līdz 50% (Papastylianou et al., 2021). Lauka pupām jutīgums pret sausumu un nokrišņu daudzuma izmaiņām

[10] Tauriņziežu iekļaušana kultūraugu rotācijā slāpekļa piesaistei. Klimatam draudzīga lauksaimniecības prakse Latvijā. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 22. apr.]. Pieejams: https://www.llu.lv/sites/default/files/files/lapas/Taurinziezu-ieklausana-rotacija.pdf.

tiek uzskatīts par galveno sēklu ražas nestabilitātes cēloni. Ziņots, ka pēdējo 60 gadu laikā ražas mainība pākšaugiem ir palielinājusies un pēc šķirnēm, kas ir pielāgotas mainīgajiem apstākļiem, pieprasījums aizvien palielinās, jo tiek paredzēts, ka nākotnē klimata svārstības tikai pieaugs (Skovbjerg et al., 2020; Papastylianou et al., 2021). Latvijā trūkst pētījumu par pupu šķirņu ražu izvērtējumu bioloģiskajā audzēšanas sistēmā. Pētījumā pupām visos četros veģetācijas periodos un trijās vietās ziedkopu veidošanās sākums norādīts vidēji jūnija sākumā, savukārt vidēji jūnija otrajā dekādē fiksēta 10% ziedu atvēršanās, kas apstiprina faktu, ka šis periods ir nozīmīgs pupu ziedu attīstībai. Atrasta pozitīva cieša sakarība starp ražas līmeni un nokrišņu daudzumu jūnijā katrai šķirnei atsevišķi pa gadiem. Korelācijas koeficients bija robežās no 0.91 ('Boxer') līdz 0.96 ('Lielplatone') (1. att.). Statistiski būtiska sakarība konstatēta visām šķirnēm, izņemot 'Boxer'. Konstatētā sakarība apstiprina, ka nokrišņu daudzums jūnijā ir viens no faktoriem, kas var ietekmēt kultūraugu attīstību un ražas līmeni.



1. att. Sakarība starp lauka pupu šķirņu ražu un nokrišņu daudzumu jūnijā 2018.–2021. gadā.
Fig. 1. Yield of beans cultivars depending on the total amount of precipitation during the growing season of Jun from 2018 to 2021.
*korelācijas koeficients (r) statistiski būtiski (p > 0.05) atšķiras / *indicate correlation coefficient (r) statistically significant differences.*

3. tabula / *Table 3*

Lauka pupu saimniecisko īpašību rādītāji pēc vietām no 2018. līdz 2021. gadam
Commercial characteristics of faba beans under places from 2018 to 2021

Saimniecisko īpašību rādītāji / *Commercial characteristics*	**LLZC**	**PPC**	**SPC**	**$RS_{0.05}$/ $LSD_{0.05}$**
Raža, t ha^{-1}/ *Yield, t ha^{-1}*				
'Isabella'	2.05	2.29	1.42	-
'Lielplatone'	2.58	2.23	1.37	-
'Laura'	2.45	1.84	1.02	-
'Boxer'	1.80	1.89	0.94	-
Vidējā raža, t ha^{-1} / *Average yield, t ha^{-1}*	2.22^{a}	2.06^{a}	1.19^{b}	*0.45*
1000 graudu masa, g / *TGW, g*	436.29	496.09	430.65	*93.02*
Kopproteīna saturs, % / *Protein content, %*	35.19^{a}	32.85^{b}	34.45^{a}	*1.25*
Tilpummasa, g L^{-1} / *Volume weight, g L^{-1}*	704.33	724.69	715.26	*33.47*

^{a,b} – vērtības ar atšķirīgiem burtiem statistiski būtiski atšķiras / *different letters indicate statistically significant differences.*

Salīdzinot pa vietām, būtiski (p > 0.05) augstāka raža attiecīgām šķirnēm novērota LLZC un PPC, augstākais kopproteīna saturs – LLZC un SPC (3. tab.). Kā visražīgākā šķirne LLZC konstatēta 'Lielplatone', bet PPC un SPC – 'Isabella'. Salīdzinot ar vietām, statistiski būtiska atšķirība 1000 graudu masai un tilpummasai netika novērota. Lauka pupām 1000 graudu masa bija robežās no 430.65 g SPC līdz 496.09 g PPC un tilpummasa no 704.33 g L^{-1} LLZC līdz 724.69 g L^{-1} PPC.

Pamatojoties uz ražas un kopproteīna satura rādītājiem, netika novērota būtiska ($p > 0.05$) atšķirība starp šķirnēm pa gadiem (4. tab.). Vidējā raža bija robežās no 1.54 ('Boxer') līdz 2.06 t ha^{-1} ('Lielplatone'), kopproteīna saturs variēja robežās no 33.77 ('Isabella', 'Boxer') līdz 35.25% ('Lielplatone'). Izvērtējot graudu rupjumu, šķirnei 'Lielplatone' konstatēta būtiski ($p > 0.05$) augstāka tilpummasa un būtiski zemākā 1000 graudu masa, bet šķirnei 'Isabella' būtiski ($p > 0.05$) augstāka tilpuma un 1000 sēklu masa.

4. tabula / *Table 4*

Lauka pupu šķirņu saimniecisko īpašību rādītāji no 2018. līdz 2021. gadam
Commercial characteristics of faba beans cultivars from 2018 to 2021

Saimniecisko īpašību rādītāji / *Commercial characteristics*	**'Isabella'**	**'Lielplatone'**	**'Laura'**	**'Boxer'**	**$RS_{0.05}$/ $LSD_{0.05}$**
Raža, t ha^{-1}/ *Yield, t ha^{-1}*	1.92	2.06	1.77	1.54	*1.10*
1000 graudu masa, g / *TGW, g*	488.04^{a}	370.96^{b}	468.39^{a}	489.97^{a}	*115.83*
Kopproteīna saturs, % / *Protein content, %*	33.77	35.25	33.86	33.77	*2.32*
Tilpummasa, g L^{-1} / *Volume weight, g L^{-1}*	720.62^{ab}	737.13^{a}	698.02^{b}	703.26^{b}	*29.24*

^{a,b} – vērtības ar atšķirīgiem burtiem statistiski būtiski atšķiras / *different letters indicate statistically significant differences.*

Secinājumi

1. Kopumā noteicošs ražas līmeņa faktors bija šķirne un meteoroloģiskie apstākļi.
2. Trīs Latvijas atšķirīgās ģeogrāfiskās vietās četru gadu periodā bioloģiskā audzēšanas sistēmā lauka pupu šķirnēm 'Lielplatone' un 'Isabella' tika novēroti augstāki saimnieciski svarīgākie rādītāji (tādi kā raža, tilpummasa), šķirnei 'Lielplatone' – arī kopproteīna saturs.
3. Piemērotāka šķirne ar augstāku ražu 2.58 t ha^{-1} fiksēta LLZC 'Lielplatone', bet PPC un SPC 'Isabella' – attiecīgi raža sasniedz 2.29 un 1.47 t ha^{-1}.

Pateicība. Pētījums veikts projekta „Pākšaugu, t. sk., Latvijā netradicionālu sugu un šķirņu demonstrējums bioloģiskās saimniekošanas apstākļos" ietvaros, un to līdzfinansē Eiropas Lauksaimniecības fonds lauku attīstībai (ELFA).

Izmantotā literatūra

1. Bodnera G., Kronberga A., Lepsec L., Olled M., Vågen I.M., Rabanteb L., Fernandezf J., Ntatsig G., Balliuh A., Rewaldi B. (2018). Trait identification of faba bean ideotypes for Northern European environments. *European Journal of Agronomy,* Vol. 96, p. 1–12.
2. Lybæk R., Hauggaard-Nielsen H. (2019)**.** The use of faba-bean cropping as a sustainable and energy saving technology – A new protein self-sufficiency opportunity for European agriculture? **In:** *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science,* Vol. 291, e012049.
3. Papastylianou P., Vlachostergios D.N., Dordas C., Tigka E., Papakaloudis P., Kargiotidou A., Pratsinakis, E., Koskosidis, A., Pankou, C., Kousta A., Mylonas I., Tani E., Abraham E.M., Karatassiou M., Kostoula S. (2021). Genotype X Environment Interaction Analysis of Faba Bean (*Vicia faba* L.) for Biomass and Seed Yield across Different Environments. *Sustainability* Vol. 13, e2586.
4. Skovbjerg C.K., Knudsen J.N., Füchtbauer W., Stougaard J., Stoddard F.L., Janss L., Andersen S.U. (2020). Evaluation of yield, yield stability, and yield–protein relationship in 17 commercial faba bean cultivars. *Legume Science*. Vol. 2, e39.
5. Zander P., Amjath-Babu T.S., Preissel S., Reckling M., Bues A., Schläfke N., Kuhlman T., Bachinger J.,Uthes S. Stoddard F., Murphy-Bokern D., Watson C. (2016). Grain legume decline and potential recovery in European agriculture: a review. *Agron. Sustain. Dev.* Vol. 36, e26.

AUGU AUGŠANAS VEICINĀTĀJA *GREEN CYTOKININ* LIETOŠANAS IETEKME UZ ZIEMAS RAPŠA MORFOLOĢISKAJIEM RĀDĪTĀJIEM UN RAŽU

EFFECT OF PLANT GROWTH PROMOTER GREEN CYTOKININE ON THE MORPHOLOGICAL PARAMETERS AND THE YIELD OF THE WINTER RAPE

Līvija Zariņa[1], Oļegs Kukainis[2], Līga Zariņa[3], Vivita Vīksniņa[3]
[1]Agroresursu un ekonomikas institūts, [2]Latvijas Humusvielu institūts, [3]Latvijas Lauksaimniecības universitāte
livija.zarina@arei.lv

Ievads

Ziemas rapsis Latvijā ir salīdzinoši jauns kultūraugs, taču pēdējo gadu laikā tas sējumu struktūrā ieņem nozīmīgu vietu. 2020. gadā sējumu platības palielinājušās līdz 145.9 tūkst. ha[11]. Lai gan ģeogrāfiski Latvija atrodas ziemas rapša audzēšanai labvēlīgā zonā, tomēr pastāv vairāki riski, kas ietekmē tā ražas veidošanos. Kā viena no potenciālo risku samazināšanas iespējām tiek ieteikta augu augšanas regulatoru izmantošana (Jakiene, 2013). Augu augšanas regulatori ir organiskas vielas, kas ļoti zemās koncentrācijās ietekmē augu fizioloģiju un attīstību (Salamone et al, 2005). Citokinīns ir viens no tiem. Ir pierādīts, ka citokinīni palielina sēklu ražu (Schwarz et al., 2020). Pavisam nesen ziņots arī par dažādām citokinīna funkcijām, reaģējot uz dažādiem vides stresa faktoriem (Cortlevan et al., 2019). Tāpat konstatēta arī citokinīnam raksturīgā spēja mazināt kultūraugu stresu minerālvielu deficīta gadījumos (Chen et al., 2020). Šī pētījuma mērķis bija noskaidrot, vai un cik lielā mērā Latvijā ražotais produkts augu augšanas veicināšanai – Green Cytokinin – ietekmē ziemas rapša morfoloģiskos rādītājus un ražu.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi ierīkoti AREI Priekuļu Pētniecības centra (AREI PPC) konvencionālajā laukā. Katrā no pētījumu gadiem priekšaugs un augsnes agroķīmiskie rādītāji bija atšķirīgi (1. tab.). Abos izmēģinājumu gados attiecīgajos augsekas laukos bija labs organiskās vielas un rapša audzēšanai atbilstošs pieejamā fosfora un kālija saturs. Izmēģinājumu laukā 2021. gadā augsne bija skābāka nekā optimāli nepieciešams. Pētījumā iekļauta šķirne 'Ragnar'. Izsējas norma – 70 augi m^2. Sējumu kopšanai izmantota AREI PPC īstenotā tehnoloģija, kontroles variantā izslēdzot augu augšanas regulatora izmantošanu. Tika salīdzināti šādi varianti: 1) Kontrole (K) – bez apstrādes ar Green Cytokinin (GC); 2) Augsnes pirmsējas apstrāde ar preparātu Formula Eco 10 L ha^{-1} + sēklas apstrāde ar GC 0.5 L ha^{-1} + apstrāde ar GC ziedpumpuru veidošanās sākumā (FGC); 3) Sēklas apstrāde ar GC 0.5 L ha^{-1} + apstrāde ar GC ziedpumpuru veidošanās laikā. Augu augšanas veicinātāja GC ietekmes noskaidrošanai rudenī veģetācijas perioda beigās desmit augiem no katra uzskaites lauciņa tika izmērīts saknes kakla diametrs un auga garums. Savukārt pavasarī, veģetācijai atsākoties, tika fiksēts pārziemojošo augu skaits uz m^2, bet rapšu attīstības beigās – produktīvo pāksteņu skaits un raža.

1. tabula / *Table 1*

Izmēģinājuma lauku augsni raksturojošie rādītāji
Soil characteristics of the test fields

Gads/*Year*	Priekšaugs/ *Pre-crop*	pH KCl	Organisko vielu saturs / *Organic matter content, g kg^{-1}*	P_2O_5 saturs / *P_2O_5 content*, mg kg^{-1}	K_2O saturs, / *K_2O content*, mg kg^{-1}
2020	Griķi zaļmēslojumam	5.4	21	149	150
2021	Griķi zaļmēslojumam	5.9	20	198	153

11 LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBA. Statistisko datu krājums. Centrālā statistikas pārvalde (2021). [Tiešsaiste] [skatīts: 2022. g. 8. apr.]. Pieejams: https://admin.stat.gov.lv/system/files/publication/2021-06/Nr_14_Latvijas_Lauksaimnieciba_2021_%2821_00%29_LV_EN_0.pdf.

Abos pētījumu veikšanas gados meteoroloģiskie apstākļi atšķīrās no vidējiem ilggadējiem rādītājiem. Vēsāks un nokrišņiem bagātāks pavasaris bija 2020. gadā (Zariņa u. c., 2021). Savukārt 2021. gada pavasaris bija ilgs un nokrišņiem bagāts, bet, sākot no jūnija 3. dekādes, ilgstoši saglabājās karsts un sauss laiks. Ziemas periods 2020. gadā bija siltāks un nokrišņiem bagātāks nekā 2021. gadā, kad tika piedzīvots izteikti auksts un nokrišņiem nabadzīgs februāris.

Rezultāti

Sējumi labāk pārziemoja 2021. gadā nekā 2020. gadā. Pavasarī vidēji uz 1 m^2 kontroles variantā (K) bija 26 augi, variantā ar preparātu Formula Eco 29 augi, savukārt variantā tikai ar Green Cytokinin 35 augi 2020. gadā un attiecīgi 32, 40 un 48 augi 2021. gadā. Šie dati liecina, ka rapša sadīgšana un pārziemošana kopumā bijusi slikta, jo no izsētajām 70 sēklām uz 1 m^2 pavasarī veģetāciju turpināja 50–63.8% augu 2020. gadā un 31.4–54.34% augu 2021. gadā. Tiek uzskatīts, ka labi pārziemojušā rapša laukā augu skaits ir vismaz 75% (Balodis, Gaile, 2015). Abos gados būtiski vairāk ($\alpha = 0.05$) pārziemojušo augu bija variantos ar augu augšanas veicinātāja lietošanu, kas norāda uz lietoto preparātu efektivitāti ziemas rapša pārziemošanā.

Auga saknes kakla diametrs 2020. gadā pa variantiem atšķīrās maz, sasniedzot 15.1 mm kontroles variantā un 15.2 mm ar GC apstrādātajos variantos (2. tab.). 2021. gadā šis rādītājs bija par 0.1 (kontrole) un par 0.3–0.4 mm (FGC un GC) lielāks, tādējādi potenciāli norādot, ka augi ar lielāku saknes kakla diametru varētu labāk pārziemot un izveidot lielāku ražu, kas arī apstiprinājās. Saskaņā ar Lietuvā (Velicka et al, 2006) veiktajiem pētījumiem par veiksmīgu ziemas rapša pārziemošanas aspektu var uzskatīt augus ar vismaz 5 mm resnu saknes kakla diametru.

Auga garumu preparāta Green Cytokinin izmantošana neietekmēja, attiecīgi 2020. gadā augi sasniedza vidēji 1.76 m augstumu, variantos novirzes nepārsniedza 0.5–0.8 cm. 2021. gadā augi bija vidēji par 1.4 cm garāki, taču svārstības pa variantiem nebija būtiskas ($\alpha = 0.05$). Līdz ar to nav pamata uzskatīt, ka augšanas veicinātāja Green Cytokinin lietošana ietekmē ziemas rapša augu garumu. Literatūrā (Andelic et al, 2018) ir pierādīts, ka eksistē būtiska pozitīva korelācija starp rapša garumu un sēklu ražu. Vidējais produktīvo pāksteņu skaits, kas ir viena no ražas veidošanās komponentēm, 2020. gadā par 12 (FGC)–16 (GC) gabaliem pārsniedza kontroles variantu. Atšķirības starp variantiem 2021. gadā bija mazākas (8–9 pāksteņi). Abos pētījuma gados starpība bija būtiska starp kontroles variantu un abiem ar GC apstrādātajiem variantiem ($\alpha = 0.05$). Visos variantos konstatētais pāksteņu skaits (340–370 gab. uz vienu augu) kopumā ir tipisks platībām, kur augu skaits ir zemāks par 40 augiem uz 1 m^2 (Andelic et al, 2018).

2. tabula / *Table 2*

Preparātu Green Cytokinin un Formula Eco ietekme uz ziemas rapša morfoloģiskajiem rādītājiem un ražu

Effects of Green Cytokinin and Formula Eco on morphological parameters and yield of winter oilseed rape

Variants/*Variant*	*Rādītāji/Indicators*					
	saknes kakla diametrs / *root neck diameter, mm*		produktīvo pāksteņu skaits, gab. / *number of productive pods, pieces*		raža/*yield, t ha*$^{-1}$	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Kontrole/*Control*	15.1	15.2	340	361	2.0	2.2
Apstrāde ar Formula Eco un Green Cytokinin / *Treated with Formula Eco* un *Green Cytokinin*	15.2	15.6	356	370	2.1	2.3
Apstrāde ar Green Cytokinin / *Treated with Green Cytokinin*	15.2	15.5	352	369	2.1	2.4

Pētījums tiks turpināts arī 2022. gadā.

Secinājumi

Pārbaudītais Latvijā ražotais produkts augu augšanas veicināšanai – Green Cytokinin – ietekmē ziemas rapša morfoloģiskos rādītājus. Ar preparātu apstrādātajiem augiem konstatēts lielāks saknes kakla diametrs pirms ieziemošanas un vairāk produktīvo pāksteņu. Variantos ar preparāta izmantošanu raža abos gados bija augstāka nekā kontroles variantā, tomēr būtiska ($\alpha = 0.05$) pozitīva ietekme uz ražas iznākumu katru gadu nav konstatēta.

Izmantotā literatūra

1. Andelić E., Antunović M., Stošić M., Iljkić D.,Varga I. (2018). Yield components of winter oilseed rape regard to plant population. COLUMELLA: *Journal of Agricultural and Environmental Sciences,* Vol. 5, p. 33–41.
2. Balodis O., Gaile Z. (2015). Changes of winter oilseed rape plant survival during vegetation. *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*, Vol. 33, p. 35–45.
3. Cortleven A., Leuendorf J.E., Frank M., Pezzetta D., Bolt S., Schmülling T. (2020). Cytokinin action in response to abiotic and biotic stresses in plants. *Plant Cell Environ*. Vol. 42, p. 998–1018.
4. Chen L., Zhao J, Song J., Jameson P.E. (2020). Cytokinin dehydrogenase: a genetic target for yield improvement in wheat. *Plant Biotechnology Journal*, Vol. 18, p. 614–630.
   De Garsia Salamone I., Hynes R.K., Nelson L.M. (2015). Role of Cytokinins in Plant Growth Promotion by Rhizosphere Bacteria *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, p. 173–195.
5. Jakienė, E. (2013). The effect of the microelement fertilizers and biological preparation Terra Sorb Foliar on spring rape crop. *Žemėsūkio mokslai*, Vol. 20, p. 75–83.
6. Schwarz I. , Scheirlinck M.T., Otto E., Bartrina I, Schmidt R.C., Schmülling T. (2020). Cytokinin regulates the activity of the inflorescence meristem and components of seed yield in oilseed rape. *Journal of Experimental Botany*, No. 71, p. 7146–7159.
7. Velicka R., Marcinkeviciene A., Raudonis S., Rimkeviciene M. (2006). Integrated evaluation of rape readiness for overwintering. *Acta Agriculturae Scandinavica,* Section B-Soil and Plant Science, No. 56, p. 110–116.
8. Zariņa L., Dzedule L., Vaivode A. (2021). Daudzgadīgo zālaugu virszemes biomasas potenciāls atkarībā no tauriņziežu īpatsvara zālājā bioloģiskās saimniekošanas apstākļos. *No: Līdzsvarota lauksaimniecība*: Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes, Latvijas Agronomu biedrības un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas organizētās zinātniski praktiskās konferences raksti, (2020. g. 20. febr.). Jelgava: LLU, 18.–25. lpp.

ZAĻMĒSLOJUMA AUGU DAŽĀDĪBA UN TO IZVĒRTĒJUMS

DIVERSITY OF PLANTS FOR GREEN MANURE AND THEIR EVALUATION

Aija Rebāne, Sarmīte Rancāne, Aldis Jansons, Ivo Vēzis, Vija Stesele, Gaļina Jermuša
LLU Zemkopības zinātniskais institūts
aijarebane@inbox.lv

Ievads

Zaļmēslojuma audzēšana ir viena no iespējām mazināt lauksaimniecības negatīvo ietekmi uz vidi un attīstīt ilgtspējīgu lauksaimniecību. Par alternatīvu mēslošanas līdzekli ir uzskatāms zaļmēslojums, tā audzēšana un iestrāde uzlabo augsnes auglību, ierobežo nezāļu, kaitēkļu un slimību izplatību, kā arī palielina kultūraugu ražu. Parasti kā zaļmēslojuma augus izmanto tauriņziežus, kuru gumiņbaktērijas var uzkrāt atmosfēras slāpekli – āboliņš, baltais amoliņš, lupīna, lucerna, zirņi un pupas. Jāņem vērā, ka gumiņbaktēriju attīstībai nepieciešams laiks, un īstu labumu zaļmēslojums sniedz, tauriņziežus audzējot gandrīz visu sezonu. Pie zaļmēslojuma augiem pieder arī augi ar plaši sazarotu sakņu sistēmu – krustzieži (sinepes, rapsis, eļļas rutki), kā arī griķi (sūreņu dzimta), facēlija (ūdenslapju dzimta) un rudzi, auzas (graudzāles). Zaļmēslojuma augi, kas nepieder tauriņziežu dzimtai, ir augsnes ielabotāji. Tie uzlabo augsnes fizikālās īpašības, tās struktūru, kā arī nomāc augsnē esošos patogēnus. Tie ar savu spēcīgo sakņu sistēmu no augsnes dziļākajiem slāņiem paceļ augsnes aramkārtā jaunus barības elementu krājumus (Klāsens, Šteinberga, 1987). Baltās sinepes *Sinapis alba* sekmīgi atbaida polifāgo kaitēkļu – maijvaboļu, sprakšķu, pūcītes – kāpurus. Tās izdalītie savienojumi spēj nomākt ne tikai kartupeļu lakstu puves ierosinātāju, bet arī citu slimību ierosinātājus. Svarīgi ir ievērot, ka augsnē, kas ir piesārņota ar krustziežu sakņu augoņiem, šīs pašas dzimtas augu (eļļas rutks, baltās sinepes u. c.) zaļmēslojums nav ieteicams (Narvils, 2021).

Materiāli un metodes

LLU Zemkopības institūtā Skrīveros un ZS „Adzelvieši" Burtnieku novadā 2018. gadā tika ierīkots zaļmēslojuma izmēģinājums, kur interesenti varēja iepazīt daudzveidīgus zaļmēslojuma augus un to maisījumus. Demonstrējuma mērķis – praktiski demonstrēt atsevišķu kultūraugu sugu un maisījumu augšanas dinamiku un ražību. Demonstrējuma ilgums bija 4 gadi. LLU Zemkopības institūtā, kā arī „Adzelviešos" Burtnieku novadā veiktajā zaļmēslojuma demonstrējumā tika iesēti dažādi kultūraugi – viengadīgi un daudzgadīgi zaļmēslojuma augi, lai noskaidrotu šo augu maisījumu augšanas dinamiku un ražību, kā arī iespēju sēt tos atšķirīgos termiņos. Abās izmēģinājuma vietās tika iesētas 24 dažādas zaļmēslojuma augu sugas un 4 dažādi zaļmēslojuma augu maisījumi: 3 dažāda agrīnuma sarkanā āboliņa šķirnes (agrais, vidējais, vēlais), bastardāboliņš, baltais āboliņš, baltais un dzeltenais amoliņš, griķi, vanagnadziņi, facēlija, viengadīgie āboliņi, viengadīgā airene, eļļas rutki (lapu un sakņu), vasaras rapsis, baltās sinepes, lopbarības pupas, zirņi, vasaras vīķi, auzas, ziemas rudzi, saulespuķes un daži jau gatavi zaļmēslojuma augu maisījumi, kurus Latvijas tirgū piedāvā vietējie uzņēmēji zaļmēslojuma maisījumiem (1. tab.). Izmēģinājums tika ierīkots divos atkārtojumos. Kopumā vienā atkārtojumā ir 28 lauciņi. Maijā zaļmēslojuma izmēģinājuma lauks tika nofrēzēts, tad tika iemērīti izmēģinājuma lauciņi pēc iepriekš izplānotas izmēģinājuma shēmas. Izmēģinājuma lauciņi tika apsēti ar sēklu. Zaļmēslojuma izmēģinājuma lauciņos augu zaļo masu nopļāva un uzskaitīja ar zaļās masas novācēju HALDRUP C-65.

1. tabula / *Table 1*

Zaļmēslojumu augu maisījumu sastāvi
Compositions of mixtures of green manures

Nr.	Maisījums/*Mixture*	Sastāvs/*Structure*
1	Maisījums/*Mixture* Nr. 1	Eļļas rutks 30%, baltās sinepes 20%, viengadīgā airene 15%, dzeltenie zirņi 35% / *Oil radish, White mustard, Annual ryegrass, Yellow peas*
2	Maisījums/*Mixture* Nr. 2	Eļļas rutks 25%, baltās sinepes 10%, griķi 15%, vasaras vīķi 35%, dzeltenie zirņi 15% / *Oil radish, White mustard, Buckwheat, Summer vetch, Yellow peas*
3	Maisījums/*Mixture* Nr. 3	Griķi 40%, viengadīgā airene 15%, facēlija 5%, vasaras vīķi 25%, dzeltenie zirņi 15% / *Buckwheat, Annual ryegrass, Phacelia, Summer vetch, Yellow peas*
4	Maisījums/*Mixture* Nr. 4	Eļļas rukts 50%, baltās sinepes 40%, parastā facēlija 10% / *Oil radish, White mustard, Phacelia*

Rezultāti un diskusijas

Kultūraugu audzēšana zaļmēslojumam ir viena no iespējām mazināt lauksaimniecības negatīvo ietekmi uz vidi un attīstīt ilgtspējīgu lauksaimniecību. Zaļmēslojums ir uzskatāms par alternatīvu mēslošanas līdzekli, tā audzēšana un iestrāde uzlabo augsnes auglību un veicina uzņēmuma ekonomikas dažādošanu un ienākumu palielināšanos (Zaļmēslojuma augu audzēšana, 2019).

2. tabula / *Table 2*

Zaļmēslojumu augu garums un zaļmasas raža Skrīveros 2021. gadā
Green mass yield and lengths of green manure plants in Skriveri in 2021

Nr.	Suga, šķirne / *Species, cultivar*	26.07.2021.			
		Augu garums, cm / *Plant length*	Zaļmasas raža t ha^{-1} / *Green mass*	Sausās masas raža t ha^{-1} / *Dry mass*	Sausna % / *Dry matter*
1	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Marita'	54.17	20.45	3.55	17
2	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Jancis'	35.17	14.75	2.46	17
3	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Sandis'	35.00	14.00	2.30	16
4	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Skrīveru tetra'	60.67	21.95	4.08	19
5	Bastardāboliņš / *Alsike clover* 'Menta'	41.67	10.75	1.58	15
6	Baltais āboliņš / *White clover* 'Suduviai'	30.00	8.30	1.16	19
7	Lucerna/*Alfalfa* 'Skrīveru'	49.00	14.15	2.63	30
8	Baltais amoliņš / *White amolin*	52.00	24.90	3.48	14
9	Dzeltenais amoliņš / *Yellow amolin*	62.00	29.05	4.17	14
10	Vanagnadziņi/*Hawthorns*	30.50	12.35	2.35	19
11	Facēlija/*Phacelia*	71.00	16.95	2.69	20
12	Viengadīgais āboliņš / *Annual clover* 'Rosa'	42.00	7.80	0.99	18
13	Viengadīgā airene / *Annual ryegrass*	87.75	10.25	1.90	23
14	Eļļas rutks / *Oil radish*	97.50	27.15	3.62	15
15	Eļļas rutks, sakņu / *Oil radish, root*	122.00	27.30	3.49	14
16	Baltās sinepes / *White mustard*	97.00	14.55	3.26	24
17	Vasaras rapsis / *Summer rape*	105.25	23.20	2.55	11
18	Auzas/*Oats*	80.75	7.60	1.20	22
19	Griķi/*Buckwheat* 'Aiva'	102.25	26.40	3.99	22
20	Lopbarības pupas / *Fodder beans*	54.00	4.90	0.69	15
21	Zirņi/*Peas* 'Bruno'	39.50	7.00	1.14	16
22	Vasaras vīķi / *Summer vetch*	42.00	4.20	0.59	17
23	Rudzi/*Rye*	33.25	10.40	0	0

24	Saulespuķes/*Sunflowers*	94.50	31.85	5.06	11
25	Maisījums/*Mixture* Nr. 1	107.00	36.60	4.09	14
26	Maisījums/*Mixture* Nr. 2	110.25	23.45	3.22	14
27	Maisījums/*Mixture* Nr. 3	80.25	26.85	5,05	19
28	Maisījums/*Mixture* Nr. 4	108.75	28.80	3,29	15

Četru gadu laikā abās izmēģinājuma vietās augstākās zaļmasas ražas (vairāk nekā 20 t ha^{-1}) sasniedza zaļmēslojumu augu maisījumi, saulespuķes, dzeltenais amoliņš, eļļas rutki, facēlija, griķi un sarkanais āboliņš (2. tab.). Projekta K63 ietvaros norisinās sadarbība ar LLU Biotehnoloģijas Zinātniskās laboratorijas agronomisko analīžu nodaļu, lai noteiktu zaļmēslojuma augu paraugiem sausnu, kopproteīnu, fosforu un kāliju. Zaļmēslojuma paraugi analizēšanai laboratorijā tika atlasīti pēc iespējas daudzveidīgāki, lai tiktu aptvertas dažādas augu sugas un izplatītākie zaļmēslojumu augu maisījumi Latvijā. Šajā projektā netika pētītas zaļmēslojumu augu saknes, tāpēc ir radušās idejas turpmākiem pētījumiem, lai noskaidrotu zaļmēslojuma sakņu labvēlīgo ietekmi uz augsnes auglību.

3. tabula / *Table 3*

Virszemes masā saistītais augu barības elementu daudzums (kg ha^{-1}) sējas gadā 1. pļāvumā (veģetācijas laiks ~50 dienas)

Amount of plant nutrients bound to the surface mass (kg ha^{-1}) per sowing year in the 1st crop (vegetation time ~ 50 days)

Nr.	Suga/*Species*	N kg ha^{-1}	P kg ha^{-1}	K kg ha^{-1}
1	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Marita'	109.43	12.72	86.04
2	Baltais āboliņš / *White clover* 'Suduviai'	48.98	5.11	34.29
3	Lucerna/*Alfalfa* 'Skrīveru'	112.76	14.06	96.32
4	Viengadīgā airene / *Annual ryegrass*	34.12	6.13	54.19
5	Baltās sinepes / *White mustard*	55.72	8.29	70.12
6	Griķi/*Buckwheat* 'Aiva'	56.07	10.42	86.73
7	Saulespuķes/*Sunflowers*	104.23	16.01	225.14
8	Maisījums/*Mixture* Nr. 1	80.00	14.26	140.87
9	Maisījums/*Mixture* Nr. 2	60.23	10.80	90.78
10	Maisījums/*Mixture* Nr. 3	106.48	18.04	150.17
11	Maisījums/*Mixture* Nr. 4	62.08	10.35	105.25

Tauriņzieži nodrošina ļoti līdzīgu barības vielu pienesumu augsnei. No augu paraugiem, kas tika nodoti analizēšanai LLU Biotehnoloģijas laboratorijā, bagātāki ar slāpekli bija lucernas (112.76 kg ha^{-1}), agrā āboliņa (109.43 kg ha^{-1}), maisījuma Nr. 3 (106.48 kg ha^{-1}) un saulespuķu (104.23 kg ha^{-1}) biomasa. Interesants ir fakts, ka lielāko K apjomu uzrāda saulespuķu virszemes masa, bet augstāku visu pamatelementu NPK daudzumu nodrošina maisījums Nr. 3, kuru sastāvā ietilpst griķi 40%, viengadīgā airene 15%, facēlija 5%, vasaras vīķi 25%, dzeltenie zirņi 15%. Visus četrus zaļmēslojuma augu maisījumus var iegādāties Latvijas tirgū, un, izvērtējot šī izmēģinājuma rezultātus, tie ir piemēroti kā zaļmēslojumu augi Latvijas agroklimatiskajos apstākļos. Svarīgs ir sējas laiks un agroklimatiskie apstākļi pēc zaļmēslojumu iesēšanas, jo Skrīveros lielus postījumus nodarīja putni, kā arī pēc lauku applūšanas piedzīvotais sausuma periods un izveidojusies augsnes garoza. Šie faktori ietekmēja sējuma izretošanos un zaļās masas samazinājumu. Vidējos zaļmasas un sausnas rezultātus t ha^{-1} samazināja arī „Adzelviešu" izmēģinājuma rezultāti, kurus veģetācijas perioda sākumā ietekmēja sausums.

Secinājumi

2021. gadā augstākās zaļās masas ražas nodrošināja saulespuķes, dzeltenais amoliņš, maisījums Nr. 4 un eļļas rutks.

Saskaņā ar Biotehnoloģijas laboratorijā veiktajām augu analīzēm un aprēķiniem lielāko slāpekļa ienesi sniedza sarkanais āboliņš 'Marita', lucerna 'Skrīveru' un maisījums Nr. 3.

Veicot lopbarības kvalitātes analīzes un aprēķinus, ir redzams, ka lielāko barības elementu pienesumu devis maisījums Nr. 3 un Nr. 1, saulespuķes un lucerna.

Šajā izmēģinājumā visi pētījumi veikti augu virszemes daļai, bet turpmākos izmēģinājumos būtu interesanti veikt pētījumus augu sakņu izpētei un augsnes ielabošanai.

Daudzas no zaļmēslojuma kultūrām ir brīnišķīgi nektāraugi, piemēram, griķi, facēlija, baltais āboliņš, bastardāboliņš u. c.

Pateicība. Pētījums veikts projekta „Dažādu nektāraugu, zaļmēslojuma un slāpekli piesaistošu augu audzēšana un izmantošana", un to līdzfinansē Eiropas Lauksaimniecības fonds lauku attīstībai (ELFA). Projekta vadītājs un iesaistītā darba grupa izsaka lielu pateicību zemnieku saimniecībai „Adzelvieši" par sadarbību.

Izmantotā literatūra

1. Klāsens V., Šteinberga V. (1987). Mikrobioloģija. R: Zvaigzne. 191 lpp.
2. Narvils M. (2021). Zaļmēslojuma loma tikai pieaugs. Saimnieks LV. Nr. 14 (10), 20.–23. lpp.
3. Zaļmēslojuma augu audzēšana: (2019) Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Latvijas Republikas Zemkopības ministrija, 15 lpp. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 1. febr.]. Pieejams: https://www.llu.lv/sites/default/files/files/lapas/Zalmeslojuma-augu-audzesana.pdf.

SVEICAM

Inārai Turkai, profesorei, Dr. habil. agr. – 80

Ināra Turka 1971. gadā absolvēja Latvijas Universitāti, iegūstot kvalifikāciju bioloģijas-ķīmijas skolotāja specialitātē biologs-zoologs, un 1972. gadā uzsāka zinātnisko darbību. 1980. gadā Harkovas Lauksaimniecības institūtā viņa aizstāvēja disertāciju „Ekoloģiskā un saimnieciskā blakšu – potenciālo kartupeļu vīrusslimību pārnesēju nozīme Latvijas PSR", savukārt 1994. gadā aizstāvēja habilitētā doktora promocijas darbu „Pētījumi par sistēmu „Kartupeļu sēklaudzēšana – kukaiņi – vīrusslimības" Latvijā".

Ināras Turkas zinātniskā darbībā ir daudzveidīga, taču tā vienmēr bijusi saistīta ar aktualitātēm zinātnē un lauksaimnieciskajā ražošanā Latvijā. Zinātnisko darbību uzsāka, pētot kartupeļu vīrusslimību pārnesējus. Viņa ir precizējusi vīruspārnesēju sugu sastāvu, īpašu uzmanību pievēršot mīkstblaktīm. 80. gadu sākumā kopā ar līdzautoriem uzsāka kartupeļu vīrusslimību diagnostiku, izmantojot visjaunākās tehnoloģijas. Turpinot zinātnisko darbību, Ināra Turka atsevišķus elementus (tehnoloģijas, vīrusi un to pārnesēji) ir apvienojusi sistēmā, lai kompleksi aprakstītu kartupeļu vīrusslimību sastopamību, bioloģiju un ekoloģiju Latvijas apstākļos.

Inārai Turkai ir vairāk nekā 200 zinātnisko publikāciju, tajā skaitā 10 indeksētas SCOPUS datu bāzē. Ināras publikācijas joprojām ir aktuālas, 2021. un 2022. gadā vien tās ir citētas 15 reizes. Turklāt viņa bijusi autore vai līdzautore 40 grāmatu, monogrāfiju un metodisko materiālu sagatavošanā. Zinātniskās darbības rezultātus Ināra Turka ir prezentējusi vairāk nekā 40 starptautiskās un Latvijas konferencēs.

Vienlaikus Ināra bijusi Augu aizsardzības katedras vadītāja, LLU lauksaimniecības nozares un LU Bioloģijas profesoru padomes locekle, LLU Lauksaimniecības nozares Promocijas padomes locekle. Vadījusi un piedalījusies vairākos starptautiskos projektos, kā arī Latvijas Zinātnes padomes, Zemkopības ministrijas, Valsts augu aizsardzības dienesta, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas finansētajos projektos.

Ināru Turku vienmēr ir interesējusi zinātnisko darbu rezultātu saistība ar reālo ražošanu, tādēļ viņa allaž līdztekus ir strādājusi pielietojamajā zinātnē. 80. gados Ināra nodarbojās ar kartupeļu sēklas materiāla kvalitātes (tai skaitā veselīguma) uzlabošanu, 90. gados viņa pievērsās augu aizsardzības darba organizācijai valstī. Viņas ietekmes dēļ un sadarbībā ar Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitāti Valsts augu aizsardzības dienestā tika ieviestas modernas kaitīgo organismu uzskaites un reģistrēšanas metodes, kā arī uzsākta slimību un kaitēkļu prognožu sistēmu veidošana. Vides aizsardzība ir viena no svarīgākajām tēmām Ināras Turkas darbībā. Viņa ir daudz strādājusi, lai izglītotu ne vien studentus, bet visu sabiedrību kopumā par riskiem, kas saistās ar augu aizsardzības līdzekļu lietošanu, kā arī pētījusi problēmas, kas varētu rasties vidē, izplatoties ģenētiski modificētam rapsim.

Ināra Turka ir talantīga pedagoģe, kas ir strādājusi visu studiju līmeņu programmās. Viņas vadībā aizstāvēti vairāk nekā 40 diplomdarbi un bakalaura darbi, vairāk nekā 10 maģistra darbi un seši promocijas darbi.

Ināra ir lieliska kolēģe, kuras ieteikumos ieklausās gan jaunākie, gan jau pieredzējušie kolēģi. Maģistranti un doktoranti ir pateicīgi par noslēguma darbu oficiālu un neoficiālu vērtēšanu, jo piezīmes un vērtējumi vienmēr būtiski uzlabo darbu kvalitāti.

Ināra Turka saņēmusi Triju Zvaigžņu ordeni, kā arī citus apbalvojumus.

Aivaram Šņickovskim – 80

Aivars Šņickovskis dzimis 1942. gada 6. martā Jelgavā. 1957. gadā absolvējis Jelgavas 2. septiņgadīgo skolu, savukārt 1961. gadā Bulduru dārzkopības tehnikumā ieguvis dārzkopja profesiju. Augstākā izglītība iegūta 1970. gadā, absolvējot LLA Agronomijas fakultāti.

Darba gaitas sācis kā dārznieks Ogres rajona p/s "Birzgale" (1961–1962), bijis Jelgavas izmēģinājuma lauka vadītājs (1962–1963), pēc tam pievienojies Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultātes Dārzkopības katedras kolektīvam – sākot ar vecākā laboranta amatu (1969–1970), pēcāk strādājot par jaunāko, tad secīgi vecāko zinātnisko līdzstrādnieku (1970–1991), bijis vecākais pasniedzējs (1991–1993) un lektors (1993–1998), mācot studentiem augļkopību.

Aivars Šņickovskis ilgus gadus kā zinātniskais līdzstrādnieks kopā ar kolēģiem pētījis dzērveņu rūpnieciskās audzēšanas iespējas Latvijā, kā rezultātā 1988. gadā reģistrēta autorapliecība.

Līdztekus darbam universitātē 1991. gadā nodibināja zemnieku saimniecību "Klīves", kur audzē augļaugus, rapsi, graudaugus un nektāraugus, nodarbojas ar biškopību un saražoto augļu un ogu pārstrādi.

Arī pēc darba gaitu pārtraukšanas universitātē Aivars labprāt piedalās Lauksaimniecības fakultātes Dārzkopības nodaļas organizētos pasākumos un kā ZS "Klīves" īpašnieks nekad neatsaka uzņemt Lauksaimniecības fakultātes studentus studiju vizītēs, izrādot savu saimniecību un labprāt daloties saimniekošanas pieredzē.

Vēlam kolēģim labu veselību!

Dārzkopības nodaļas kolēģu vārdā – Dace Siliņa

Silvijai Palmbahai – 80

Silvija Palmbaha dzimusi 1942. gada 10. decembrī Rīgā. Skolas gaitas uzsākusi Rīgas 47. septiņgadīgajā skolā. Alkas pēc zināšanām viņu aizvedušas uz Bulduru Dārzkopības tehnikumu. No 1961. līdz 1966. gadam Silvija Palmbaha studēja Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Zootehnikas fakultātē. Pēc studijām strādājusi Rīgas rajona kolhozā "Padomju Latvija" par ciltslietu zootehniķi (1966), taču interese par pētniecību bijusi spēcīgāka, kā rezultātā Silvija Palmbaha iestājās klātienes aspirantūrā Lauksaimniecības dzīvnieku audzēšanas katedrā un studijas tupināja Kazaņas Veterinārijas institūtā. 1970. gadā aizstāvēta bioloģijas zinātņu kandidāta disertācija par tematu "Propolisa ietekme uz zarnu mikrofloru un dažādiem fizioloģiskiem un imunoloģiskiem rādītājiem". 1970. gadā sāka strādāt LLA Agronomijas fakultātes Augu fizioloģijas un mikrobioloģijas katedrā, kur viņas pārziņā bija mikrobioloģijas kurss Zootehnikas fakultātes studentiem. Silvija Palmbaha vairāk nekā 10 gadu garumā vadījusi reflektantu sagatavošanas kursus bioloģijā. Aktīvi darbojusies arī Vissavienības Studentu zinātniski-tehniskās biedrības padomē.

Zinātniskajā darbībā pētījusi propolisa un ziedputekšņu bioloģisko aktivitāti, kokaugu pumpuru segzvīņu ķīmisko sastāvu.

Silvija ir mērķtiecīga, aizrautīga dažādu teoriju un atziņu pārbaudītāja, apveltīta ar lieliskām pašorganizēšanās un izcilām darba spējām.

Lai jubilārei laba veselība, dzīvesprieks un daudz aizraujošu nodarbošanos!

Sagatavoja – Ina Alsiņa, Vilhelmīne Šteinberga

Mārai Jansonei – 85

Māra Jansone dzimusi 1937. gada 8. oktobrī Valkas apriņķa Gaujienas pagasta "Nigļos" lauksaimnieku ģimenē. Absolvējusi Smiltenes septiņgadīgo skolu (1951), Smiltenes Zooveterināro tehnikumu (1955), LLA Zootehnikas fakultāti (1960), LLA aspirantūru (1966), kā arī bijusi lauksaimniecības zinātņu kandidāte (1968) un lauksaimniecības doktorante (1992). Zināšanas papildinājusi Izglītības ministrijas Pedagoģiskās meistarības universitātē Rīgā (1971), stažējusies Maskavas Veterinārijas akadēmijā (1971, 1982, 1987) un Tartu Lauksaimniecības akadēmijā (1976).

Ošupes lopkopības skolas skolotāja (1960–1963), LLA Lauksaimniecības Dzīvnieku audzēšanas katedras asistente (1966–1978), no 1978. gada – docente. 1995. gadā piešķirts LLU *emeritus* goda nosaukums. Darba gaitas LLU noslēgusi 2002. gadā.

Pētījusi vistu šķirņu un līniju krustošanu un dējību, Latvijas brūnās šķirnes govju atražošanu un produktivitāti, cūku produktivitātes vērtēšanas kritērijus.

Bijusi LLA Zooinženieru fakultātes Metodiskās komisijas locekle, LLU Specializētās zinātniskās padomes lopkopībā (promocijas padomes) zinātniskā sekretāre.

TEMPUS programmas ietvaros ar ārzemju pieredzi iepazinusies Kristiāna Albrehta Ķīles Lauksaimniecības universitātē 1995. gadā un Upsalas Lauksaimniecības universitātē 2000. gadā.

Nozīmīgākās publikācijas: "Ģenētisko metožu lietošana lauksaimniecības dzīvnieku audzēšanā LPSR", "Pazīmju iedzimšanas likumsakarību izmantošana ciltsdarbā LPSR". "Biometrija" (1986). Vairāk nekā 30 zinātnisko publikāciju autore.

Lauksaimniecības fakultātes Dzīvnieku zinātņu institūta kolēģu vārdā – Diāna Ruska

ATCERAMIES

Imants Gronskis

Imants Gronskis dzimis 1932. gada 25. maijā Jāņa Gronska un Olgas Gronskas ģimenē "Sīmaņos" Tukuma apriņķa Sēmes pagastā. 1951.–1956. gadā studē dārzkopību LLA Agronomijas fakultātē. 1956. gadā apprecas ar Cildu Strautu, ģimenē piedzimst dēls Jānis un meita Ina. Pēcāk, 1962.–1963. gadā, studē Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā (LLA) aspirantūrā, iegūstot lauksaimniecības zinātņu kandidāta grādu, savukārt 1994. gadā nostrificēts kā Dr. agr. LLA Augkopības katedrā. 1958. gadā uzsāk darbu MPS "Vecauce", bet no 1960. gada strādā Dārzkopības katedrā. No 1964. līdz 1969. gadam bija LLA Agronomijas fakultātes dekāns. Turpmākajos gados noderīgu un varētu pat teikt – neparastu – pieredzi guvis laikposmā no 1982. līdz 1984. gadam, strādājot Pinar del Rio universitātē Kubā. Pēc atgriešanās, no 1986. līdz 1992. gadam, bija LLA rektors (Imants Gronskis, 2014).

Kā studentam manā atmiņā profesors Imants Gronskis saglabājies kā ļoti iedvesmojošs mācībspēks, kas vienmēr prata ieinteresēt par dārzkopību un selekciju. Viņa lekcijas vienmēr bija aizraujošas. Arī tad, kad students kaut ko nezināja eksāmenā vai pat pateica pilnīgas muļķības, viņš prata cieņpilni izturēties, nenorādīt uzreiz kļūdas, bet izskaidrot šo jautājumu vēlāk privātā sarunā, ja nepieciešams. Es atceros, ka viņa klātbūtnē allaž jutos novērtēts – gan kā students, gan vēlāk kā mācībspēks.

Atminos, kā, izvēloties bakalaura darba tēmu, gāju uz sarunu ar profesoru. Vēl šodien atceros viņa doto padomu: "Zinātniskā darba tēma jābūt tādai, kurā vari iemīlēties, jo zinātnē ir kā mīlestībā – tā ir uz mūžu, un tur stundas neskaita." Tad nu kopā atradām tēmu, kuru varēju iemīlēt, un kopā braucām uz Dobeli visu sarunāt un apskatīt uz vietas.

Tuvojoties studiju noslēgumam, tā īsti nezināju savus nākotnes plānus. Strādāt ražošanā bija visai maz izredžu (90. gadu sākumā bija krīze, un lauksaimniecībai, tāpat kā jebkurai ražošanas nozarei, bija ārkārtīgi zems prestižs, kas faktiski sabiedrībā tika uzskatīta par neperspektīvu), zinātniskās institūcijas tika slēgtas vai cīnījās par izdzīvošanu, tomēr akadēmisko karjeru pat neapsvēru (tāpēc jau izvēlējos dārzkopību – lai strādātu ar kokiem). Taču profesors Imants Gronskis, šķiet, saredzēja manī potenciālu un pēc bakalaura darba aizstāvēšanas tūlīt piedāvāja darbu Dārzkopības katedrā par mācībspēku, kaut gan tajā laikā tā nebija ierasta prakse. Tiesa, nosacījums bija šāds – man jāstājas maģistrantūrā. Atceros to lielo atbalstu mācībspēka gaitu sākumā – viņš nekad neatteica padomu, atbalstu, iedrošinājumu, tai pašā laikā uzticoties, ka es tikšu galā pats saviem spēkiem. Atceros vēl kādu dzīves gudrību: "Sākumā tev šķitīs, ka stunda lekcijai ir neizsakāmi gara – nu, ko lai to visu stundu stāsta! Bet pēc dažiem gadiem tev būs tik daudz ko stāstīt par to pašu tēmu, ka nekādi nevarēsi saprast, kā gan to visu lai pastāsta vienā stundā! Tomēr nesatraucies par to grūto sākumu – studenti redzēs, ka esi jauns, gandrīz kā savējais, un daudz ko piedos, ko vecākam kolēģim skarbi kritizētu!" Un tieši tā arī notika!

Lai arī, aizstāvot savu kolēģu un Dārzkopības katedras intereses, profesors varēja kļūt visai skarbs, pret tuvākajiem kolēģiem viņš allaž izturējās ar cieņu, uzticību un toleranci. Vienmēr prata iedvesmot un uzturēt pozitīvu gaisotni, apslēpjot savas dvēseles sāpes dziļi sirdī. Es vienmēr atcerēšos profesoru Imantu Gronski kā cilvēku, kas man bijis par paraugu un iedvesmotāju visai turpmākajai karjerai.

Literatūra:

Imants Gronskis. JLA-LLA-LLU rektori (2014), sast. Āboliņš M. un Melgalve I. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 139 lpp.

Profesors Dr. agr. Rainis Skujāns

06.08.1922.–17.02.2011.

Šogad atceramies ilggadēju LLU un LF darbinieku, profesoru Raini Skujānu, kura saistība ar mūsu universitāti ilga pusgadsimtu. Profesors pārstāvēja LLU darbinieku pēckara paaudzi. Vēl Latvijas neatkarības laikā (1939. gadā) absolvējis Bulduru Dārzkopības vidusskolu, taču turpmākās studijas un darbu pārtrauca II Pasaules karš, kura dalībniekam nācās būt arī Rainim Skujānam. Pēcāk rodas iespēja izglītību turpināt Maskavas Timirjazeva v.n. Lauksaimniecības akadēmijā (1943–1945), savukārt pēc kara tiek absolvēta LLA Agronomijas fakultāte (1948) un pēc tam – aspirantūra (1954). Darba gaitas LLU turpina līdz 1999. gadam. Amati dažādi – sākot no asistenta līdz profesoram (nosaukums piešķirts 1977. gadā).

Profesora pētnieciskais darbs galvenokārt bija veltīts augsnes zinātnes tematikai. Pētījumi par palieņu augsnēm un to noderību dārzeņu audzēšanai noslēdzas ar disertācijas aizstāvēšanu 1954. gadā. Arī turpmāk galveno pētījumu objekts bija augsnes, kas dabiski ir pārmitras un nepieciešama to nosusināšana, pēc kā savukārt mainās to īpašības. Aplūkoti jautājumi, kas saistīti ar Latvijas augšņu klasifikāciju. Tiek veidots praktiķiem paredzēts vienkāršots augšņu noteicējs. Līdzdarbojas zinātniskā Latvijas augšņu klasifikatora izveidē, tā pielīdzināšanai starptautiskajām sistēmām. Publicēti zinātniskie un populārzinātniski raksti, vairākas mācību grāmatas (pēdējā izdota 2009. gadā), daļa no tām joprojām ir augstskolas apritē. Profesors ilgstoši ir Latvijas Augsnes zinātnes biedrības prezidents. Aktīvi darbojās Latvijas augsnes zinātnieku sadarbības veicināšanā gan starp bijušās PSRS republikām, gan arī kopš 1990. gada – ar ASV un Eiropas zinātniekiem augsnes pētniecības ekspedīciju organizēšanā. Tiek vadīti diplomdarbi, doktora darbi un zinātniskās tēmas. Lekcijas, prakses un ekspedīcijas. Stiprināta katedras materiālā bāze. Visi darbi tiek veikti ar lielu atbildības sajūtu. Līdzetus tam – precizitāte, nosvērtība un labestība, kas tik ļoti nepieciešama labas gaisotnes radīšanai kolektīvā.

Studiju darbā profesors ir iesaistīts visa darbības laika gaitā. Lekcijas, arī praktiskie darbi, nodarbības uz lauka, mācību prakses – tā ir profesora ikdiena. Lielā praktiskā pieredze, erudīcija, personīgās īpašības un komunikācijas prasmes kalpo par pamatu tam, ka tiek veidota abpusēji mierīga un līdzsvarota gaisotne. Vienlaikus profesors daudz enerģijas ieguldīja augstskolas administratīvajā darbā – no 1962. līdz 1966. gadam bija LLA Kvalifikācijas celšanas fakultātes dekāns, bet 1966.–1983. gadā LLA Kvalifikācijas celšanas prorektors. Kvalifikācijas celšanas organizācija savulaik bija nozīmīga augstskolas darbības sfēra, jo ik gadu simtiem speciālistu no ražošanas papildināja zināšanas Jelgavā, šeit tika sagatavoti saimniecību un citu dienestu vadītāji. Kursu programmas bija vairākus mēnešus un līdz pat vienam gadam garas, attiecīgi to realizācijai bija nepieciešams ļoti nopietns sagatavošanas darbs un augsta līmeņa pasniedzēju un lektoru piesaistīšana. Noslēdzot šo pienākumu veikšanu, tiek uzsākta Augsnes zinātnes katedras vadība, kas ilga līdz 1989. gadam. Tik ilgstoša atrašanās administratīvā darbā liecina par to, ka profesors bija sekmīgs organizators, kurš labi prata veidot un strādāt kopā ar daudzskaitlīgu kolektīvu, uzturēt lietišķus kontaktus ar ražotājiem, bija informēts par visu, kas notika Latvijas lauksaimniecībā, savlaicīgi pieņemot atbilstošus lēmumus.

Profesors bija brīnišķīgs darba kolēģis, kurš prata ap sevi veidot mierīgu, labestīgu gaisotni, ieklausījās citos, neuzspieda savu viedokli, diplomātiski nomierināja dažkārt iekarsušus prātus. Tai pašā laikā daudz domāja un sava kolektīva izaugsmes dēļ īstenoja visus viņam uzticētos pienākumus, tos veicot ļoti apzinīgi un precīzi.

Atceres vārdus sagatavoja – profesors Aldis Kārkliņš

Laimonis Pētersons
1912–1974

Laimonis Pētersons dzimis 1912. gada 1. janvārī Azerbaidžānā – Baku pilsētā. Augstāko izglītību ieguva Kēnigsbergas Universitātē, kur laika posmā no 1930. gada līdz 1934. gadam absolvēja lauksaimniecības nodaļas kursu, iegūstot agronoma kvalifikāciju.

1934. gadā Laimonis Pētersons sāka strādāt Priekuļu selekcijas stacijā par kartupeļu selekcijas agronomu. 1938. gadā strādāja Latvijas Centrālajā sēklu eksportā par agronomu-instruktoru. 1941. gadā pārgāja darbā uz Latvijas Lauksaimniecības akadēmiju. No 1944. gada līdz 1949. gadam bija LLA zinātņu prorektors, savukārt no 1949. gada līdz 1953. gadam – mācību prorektors. 1954. gadā aizstāvēja bioloģijas zinātņu kandidāta disertāciju. No 1944. gada (ar nelieliem pārtraukumiem) līdz 1970. gadam vadīja Augu aizsardzības katedru.

Laimonis Pētersons viens no pirmajiem uzsāka kultūraugu (galvenokārt kartupeļu un dekoratīvo augu) vīrusslimību pētniecību. Liels ir viņa ieguldījums Augu un kukaiņu vīrusslimību problēmu laboratorijas nodibināšanā un izveidošanā. No 1961. gada līdz 1974. gadam viņš bija tās zinātniskais vadītājs. 1972. gadā Laimonim Pētersonam piešķīra LPSR Nopelniem bagātā agronoma goda nosaukumu un ievēlēja par profesora vietas izpildītāju. Laimonis Pētersons lasīja lekciju kursu lauksaimniecības fitopatoloģijā Agronomijas fakultātes un Neklātienes fakultātes agronomijas un dārzkopības specialitāšu studentiem, kā arī meža fitopatoloģiju Mežsaimniecības fakultātes un Neklātienes fakultātes mežsaimniecības specialitātes studentiem.

Publicējis vairākus zinātniskos darbus. Nozīmīgākās publikācijas: "Kartupeļu slimības un kaitēkļi" (līdzautors – K. Roze); "Lauksaimniecības kultūraugu slimības un to apkarošana" (līdzautore – V. Apele); nodaļa par kartupeļu vīrusslimībām un to apkarošanu krājumā "Rušināmaugu un pākšaugu ražības kāpināšana".

Pogodins S., Krūklande M., Gronskis I. (1978). *Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultāte.* Rīga: Zvaigzne. 134 lpp.

Egons Tauriņš
1907–1989

Egons Tauriņš – docents, bioloģijas zinātņu kandidāts. Dzimis 1909. gada 17. decembrī Rīgā. 1936. gadā absolvējis LU Matemātikas un dabas zinātņu fakultāti.

1939. gadā sāka strādāt Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā Zooloģijas katedrā. Bioloģijas zinātņu kandidāta grādu ieguva 1946. gadā, promocijas darba tēma – "Latvijas PSR peļveidīgie grauzēji". Egons Tauriņš strādāja par zinātnisko sekretāru LPSR ZA Augsnes un zemkopības institūtā, vēlāk – par vecāko zinātnisko līdzstrādnieku Bioloģijas un eksperimentālās medicīnas institūtā, kā arī vadīja bioloģijas sektoru Mežsaimniecības problēmu institūtā. Šajā laikā viņš atjaunoja un vadīja ZA Ornitoloģijas staciju. 1951. gadā Egona Tauriņa vadībā Rīgā tika noorganizēta pirmā starprepublikāniskā ornitologu konference. Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā laikposmā no 1945. līdz 1953. gadam strādā par docentu Zooloģijas katedrā, no 1953. gada līdz 1957. gadam ir šīs katedras vadītājs un docents apvienotajā Zooloģijas – entomoloģijas – fitopatoloģijas katedrā, savukārt no 1957. gada līdz 1962. gadam vada arī šo katedru. Lasījis lekcijas par meža zvēru un putnu bioloģiju, kā arī dabas aizsardzības kursu visu fakultāšu studentiem. Vadījis arī lekcijas mājdzīvnieku anatomijā un fizioloģijā Agronomijas fakultātes studentiem, kā arī zooloģijā Agronomijas, Veterinārijas un Zootehnikas fakultāšu studentiem.

Strādājot augstskolā, Egons Tauriņš organizēja ekspedīcijas, kuru mērķis bija ornitofaunas inventarizācija, ligzdojošo putnu sugu statusa noskaidrošana un precizēšana. 1983. gadā Egons Tauriņš pats piedalījās sugu aprakstu veidošanā un papildināja sugu aprakstus ar saviem nepublicētajiem materiāliem, par pamatu izmantojot savas dienasgrāmatas.

Zinātniskajā darbība Egons Tauriņš pievērsies pētījumiem par Latvijas mugurkaulnieku faunu un ekoloģiju.

Egona Tauriņa vadībā izstrādātas piecas zinātņu kandidāta disertācijas un apmēram 30 diplomdarbu. Publicējis aptuveni 70 zinātniskos un populārzinātniskos darbus.

Pogodins S., Krūklande M., Gronskis I. (1978). *Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultāte.* Rīga: Zvaigzne. 134 lpp.

Matrozis R. (2008). *Zooloģa Egona Tauriņa ieguldījums lauka ornitoloģijas attīstībā Latvijā* [Tiešsaiste] [skatīts 2022. g. 26. jūlijā]. Pieejams: http://www.putni.lv/pdf/Matrozis_2008.pdf.

Jānis Ivans Bērziņš
1892–1966

Dzimis 1892. gada 13. novembrī Madonas rajona Lazdonas pagasta "Mušķos". Miris 1966. gada 1. janvārī, apbedīts Meža kapos Rīgā. Sieva – Vera Bērziņa – Lauksaimniecības dzīvnieku audzēšanas katedras docente. Jānis Bērziņš absolvējis Pleskavas Lauksaimniecības vidusskolu 1914. gadā, Maskavas Zootehnikas institūtu 1924. gadā, Lauksaimniecības Zinātņu kandidāts 1938. gadā.

Darba vietas – Zolotonošas-Bistrecovas Lauksaimniecības skolas galvenais pārvaldnieks un Pleskavas Lauksaimniecības tehnikuma skolotājs (1920–1924). Permas Valsts universitātes Lauksaimniecības fakultātes docents un Piensaimniecības laboratorijas izveidotājs, profesors no 1930. gada. Čuvašijas Lauksaimniecības institūta Zootehnikas katedras izveidotājs, Lopkopības nodaļas vadītājs (1932–1935), institūta direktora vietnieks, direktors (1935–1940). Kirovas Lauksaimniecības institūta Zootehnikas katedras vadītājs (1940–1945), profesors. LLA Lauksaimniecības dzīvnieku audzēšanas katedras vadītājs (1946–1966). Vienlaikus arī LLA mācību prorektors (1946–1948), Lopkopības katedras profesors no 1948. gada, LPSR ZA Zootehnikas un zoohigiēnas institūta Mājlopu audzēšanas sektora vadītājs (1946–1950).

Pētījis Ziemeļurālu vietējās lopu šķirnes, kā arī angļu gaļas šķirņu aitu aklimatizāciju. Piedalījies Tagilas lopu audzētavas organizēšanā (1932), kā arī Latvijas brūno lopu audzētavas izveidošanā LLA mācību un pētījumu saimniecībā Jelgavā.

LPSR Arodbiedrību Republikas komitejas prezidija loceklis (1947–1962), Lauksaimniecības ekonomikas un pirmrindas pieredzes Tautas universitātes sabiedriskais rektors (no 1960. gada), LPSR Zinību biedrības valdes loceklis, Latvijas Lauksaimniecības enciklopēdijas un LLA Rakstu zinātniskās Redakcijas kolēģijas loceklis.

Apbalvots ar Ļeņina ordeni, Darba Sarkanā Karoga ordeni. Saņēmis divus ordeņus "Goda zīme". Piešķirti vairāki LPSR AP Goda raksti. Ļeņina prēmija piešķirta 1964. gadā. LPSR Nopelniem bagātais kultūras darbinieks (1964).

Nozīmīgākās publikācijas: "Govslopi" (1936), "Zirgkopība" (1948), "LPSR sasniegumi lopkopībā" (1959).

Lauksaimniecības fakultātes Dzīvnieku zinātņu institūta kolēģu vārdā – Diāna Ruska

Jānis Būcis
1907–1979

Dzimis 1907. gada 24. decembrī Rīgā strādnieku ģimenē. Miris 1979. gadā, apbedīts Meža kapos Rīgā. Sieva – Lidija Būce – LLA Valodas katedras pasniedzēja. Absolvējis Rīgas pilsētas 1. vidusskolu (1929), LLA Agronomijas fakultāti (1945), bijis Lauksaimniecības zinātņu kandidāts (1952).

Gulbenes apriņķa agronoma palīgs (1936–1937), Valsts mācību saimniecības "Vecauce" un "Rāmava" praktikants (1938–1940). Rīgas dzīvokļu pārvaldes rēķinvedis (1941–1944), inženieris (1944–1945). LLA Lauksaimniecības dzīvnieku audzēšanas katedras asistents (1946–1952), vecākais pasniedzējs (1953–1954), docents no 1953. gada. Lauksaimniecības dzīvnieku audzēšanas katedras vadītājs (1966–1973), profesora vietas izpildītājs (1974–1978), Zootehnikas fakultātes dekāns (1962–1966).

Pētījis Latvijas brūnās šķirnes govju gaļas un piena produktivitātes uzlabošanu selekcijas ceļā, šīs šķirnes jaunlopu gaļas ražību, kā arī balto cūku ražību un olbaltumvielu daudzuma ietekmi uz bekoncūku gaļas kvalitāti.

Latvijas brūno lopu audzēšanas padomes loceklis (1968–1978).

Piešķirta medaļa par varonīgu darbu, svinot Ļeņina 100. dzimšanas dienu (1970), LPSR AP Goda raksti (1957, 1974), krūšu nozīme "Lauksaimniecības teicamnieks" (1975), LPSR MP Goda raksts (1977).

Nozīmīgākās publikācijas: "Praktiskie darbi mājdzīvnieku audzēšanā" (1956), "Lopkopība" (1963), "Lauksaimniecības dzīvnieku audzēšana" (1975).

Lauksaimniecības fakultātes Dzīvnieku zinātņu institūta kolēģu vārdā – Diāna Ruska

Jānis Rozenbahs

Dzimis 1892. gada 10. novembrī Liepājas apriņķa Nīgrandes pagasta "Tabakās". Mācījies Maskavas Timirjazeva Lauksaimniecības akadēmijā (1923–1927), absolvējis Putnkopības ZPI aspirantūru (1934), zināšanas papildinājis Apgabala putnkopju kursos (1930).

LPSR kompartijas izdevniecības centra aģents (1919), Lopaginskas cukurfabrikas praktikants (1924), Brianskas apgabala p. s. Gordeevka vadītājs (1927), Kuševskas rajona agronoms (1927–1929), p. s. Maikonska zootehniķis (1930–1931), Vissavienības lauksaimniecības Zinātņu akadēmijas zinātniskais līdzstrādnieks (1934), Lauksaimniecības tehnikuma skolotājs (1938). LLA Putnkopības un biškopības katedras (1945–1947) un sīklopu katedras (1947–1949) asistents, Lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšanas un sīklopu katedras vecākais pasniedzējs (1949–1951), docents (no 1951. gada). Īpatnējās lopkopības katedras docents (1968–1972). LLA Neklātienes nodaļas prorektors (1947–1951).

Piešķirtas medaļas par varonīgu darbu (1941–1945) Lielajā Tēvijas karā (1946), LPSR Goda raksts (1962), krūšu nozīme "Lauksaimniecības teicamnieks" (1969).

Nozīmīgākās publikācijas: "Putnkopība" (1956).

Lauksaimniecības fakultātes Dzīvnieku zinātņu institūta kolēģu vārdā – Diāna Ruska

Fjodors Garkāvijs
1922–1990

Dzimis 1922. gada 15. janvārī zemnieku ģimenē Poltavas apgabala Semenovska rajona Pogrebņaku ciemā. Miris 1990. gada 8. februārī, apbedīts Lāčupes (Lācara) kapos Rīgā. Absolvējis Maskavas Timirjazeva Lauksaimniecības akadēmiju (1948), LLA aspirantūru (1952), bijis Lauksaimniecības zinātņu kandidāts (1952), Lauksaimniecības zinātņu doktors (1970).

Bauskas rajona p. s. "Īslīce" strādājis par vecāko zootehniķi (1948–1949). LLA Dzīvnieku audzēšanas katedras asistents (1952–1954), vecākais pasniedzējs (1954–1962), docents – no 1962. gada, profesors – no 1970. gada. Zooinženieru fakultātes dekāns (1967–1989), Lauksaimniecības dzīvnieku audzēšanas katedras vadītājs (1973–1989).

Pētījis Latvijas brūnās šķirnes govju izkopšanu, izmantojot masveida selekciju un audzēšanu pa līnijām un ģimenēm, kā arī ēdināšanas ietekmi uz bullīšu attīstību un spermas kvalitāti.

LLA Vietējās komitejas pr-tājs (1952–1953), Kompartijas Jelgavas pilsētas komitejas loceklis (1968–1969).

Piešķirta krūšu nozīme "Lauksaimniecības teicamnieks" (1977), LPSR nopelniem bagātais zinātnes darbinieks (1982).

Nozīmīgākās publikācijas: "Zootehniķa rokasgrāmata" (1966), "Govju selekcija un slaukšana" (1974), "Ģenētika" (1983).

Lauksaimniecības fakultātes Dzīvnieku zinātņu institūta kolēģu vārdā – Diāna Ruska

ATVADĪJĀMIES

LLU Lauksaimniecības fakultātes docentu *emeritus,* Dr. agr. Kārli Bambergu pieminot

Kārlis Bambergs dzimis 1927. gada 27. janvārī Rīgā. Tēvs agroķīmiķis, LLU mācībspēks, fakultātes dekāns Kārlis Bambergs (1894–1981), māte Vēra Bamberga dz. Misiņa (1890–1976). Sieva Ausma Bamberga. Ģimenē aug trīs meitas – Māra, Gunta, Inese un dēls – Kārlis.

Kārlis Bambergs, absolvējot Rīgas 1. vidusskolu, iestājas LVU ģeogrāfijas fakultātē, kur aizrautīgi nododas ģeoloģijas studijām. Pēc studijām Kārlis iet sava tēva pēdās, izvēloties akadēmisko un zinātnisko karjeru un 1952. gadā uzsāk darbu LLA Augsnes zinību un ģeoloģijas nodaļā kā vecākais pasniedzējs. Kārļa Bamberga zinātniskās intereses ir saistītas ar ģeoloģiju – pēcleduslaikmeta nogulumu sporu-putekšņu pētījumiem, mālu minerālu izpēti dažādas ģenēzes nogulumos un augsnēs. Viņš ir neskaitāmu zinātnisko publikāciju, vairāku mācību grāmatu un populārzinātnisko rakstu autors. Pateicoties K. Bamberga raženajam darba mūžam, vairākām studentu paaudzēm bija iespēja bagātināt savas zināšanas pie K. Bamberga viņa docētajos studiju kursos "Ģeoloģija", "Inženierģeoloģija un Hidroloģija". Iespējams, pedagoga talants Kārlim bija iedzimts, tomēr viņš neslēpa, ka daudz mācījies no sava gados vecākā kolēģa Ziedoņa Maldava. Ar iegūtajām zināšanām Kārlis neskopojās un dāsni dalījās arī ar saviem gados krietni jaunākajiem kolēģiem.

Latvijas Lauksaimniecības universitātē viņš aizvada nepārtrauktu 51 ražīgu darba gadu. Kārlis kā aizrautīgs pedagogs un Augsnes un agroķīmijas katedras (vēlāk nodaļas) patriots un entuziasts noslēdz savu aktīvo darba mūžu kā emeritētais docents. Esot pensijā, viņš turpina atbalstīt, uzmundrināt savus kolēģus un nezaudē saikni ar saviem kolēģiem līdz pat sava mūža izskaņai.

Studenti Kārli atceras kā erudītu un ar veselīgu humoru apveltītu mācībspēku, bet kolēģi kā ārkārtīgi sirsnīgu, pozitīvu un mūždien optimistisku un aktīvu kolēģi, kas vienmēr, arī esot pensijā, aktīvi piedalījās katedras/nodaļas svētkos, fakultātes ikgadējās ekskursijās un prakšu bāzes "Dāviddzirnavas" sakopšanā. Svētkos Kārlis vienmēr ienesa prieka dzirksti un bieži vien salauza pie galda sēdošo biklumu, ekskursijās bija brīnišķīgs gids, iepazīstinot kolēģus ar Latvijas reljefu, ģeoloģiju un dažādiem kultūrvēstures līkločiem, kuru daļa bieži bija viņš pats, bet "Dāviddzirnavās", neskatoties uz savu cienījamo vecumu, viņš spēja darboties tik aktīvi un dedzīgi, ka jaunie mācībspēki ne vienmēr varēja viņam līdzi stāt.

Kārlis Bambergs aizsaukts mūžībā 2021. gada 28. maijā COVID ierobežojumu laikā, guldīts zemes klēpī 4. jūnijā Rīgas Meža kapos.

Mēs pieminam viņu savās sirdīs un paturam gaišā piemiņā*, kā mīļo kolēģi Kārli, Kārlīti, Bamberdziņu. Mūžīgo mieru* dāvā viņam, Kungs, un *mūžīgā* gaisma lai atspīd viņam!

Latvijas Lauksaimniecības universitātes, Lauksaimniecības fakultātes
kolēģu vārdā – Ilze Vircava

Pieminam emeritēto profesoru Uldi Osīti

(06.03.1936.–11.03.2022.)

Uldis Osītis dzimis 1936. gada 6. martā Madonā, skolotāju ģimenē. Pamatizglītību ieguvis Lādes 7. gadīgajā skolā, vidējo izglītību – Limbažu vidusskolā. Pēc vidusskolas absolvēšanas uzsāka studijas Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas (LLA) Zootehnikas fakultātē, ko pabeidza 1959. gadā. Pirmo darba pieredzi Uldis Osītis ieguva Rīgas rajona kolhozā "Ķekava", kur no 1959. līdz 1962. gadam strādāja par zootehniķi. Līdztekus darbam turpināja studijas Vissavienības Putnkopības zinātniski pētnieciskā institūta aspirantūrā, kuru absolvēja 1964. gadā un aizstāvēja disertāciju "Spalvu miltu izmantošana cāļu barības devās". Lauksaimniecības zinātņu kandidāta grādu Uldis Osītis ieguva 1966. gadā, savukārt 1992. gadā saņēma lauksaimniecības zinātņu doktora grādu (Dr. agr.).

No 1964. gada Uldis Osītis sāka darba gaitas LLA (šobrīd – LLU), bija Zinātņu daļas vadītājs, Dzīvnieku ēdināšanas katedras asistents, vecākais pasniedzējs, docents un vēlāk – asociētais profesors. No 1972. līdz 1980. gadam un atkārtoti no 1985. līdz 1993. gadam bija Zootehnikas (arī Zooinženieru) fakultātes dekāns, savukārt no 1998. gada – Lopkopības institūta direktors.

Ulda Osīša zinātniskā darbība saistīta ar lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšanu, galveno uzmanību pievēršot atgremotāju dzīvnieku ēdināšanas jautājumiem. Šo jautājumu zinātniskais skaidrojums, atziņas un ieteikumi publicēti vairāk nekā 50 publikācijās, tai skaitā 7 monogrāfijās un 3 mācību grāmatās.

Lai risinātu govju ēdināšanas jautājumus atbilstoši mūsdienu prasībām, bija jāapgūst ārzemju zinātnieku pieredze. Tika uzrakstīta monogrāfija "Govju ēdināšanas normas un barības vielu vajadzība" (1995. gads, 80 lpp.), kam sekoja "Barības līdzekļu enerģētiskās un proteīna vērtēšanas sistēmas dažādās Eiropas valstīs" (1996. gads, 95 lpp.). Tas bija teorētiskais pamats, lai izstrādātu barības līdzekļu enerģētiskās un proteīna barības vērtības sistēmu Latvijas un Baltijas reģiona valstu apstākļiem, kuru Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas Nacionālā padome ieteica ieviest ražošanā.

Nozīmīga vieta Ulda Osīša publikāciju sarakstā ir grāmatām "Lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšanas praktikums" (1987. gads, 215 lpp.), " Barības līdzekļu novērtēšana atgremotāju ēdināšanā" (1998. gads, 102 lpp.), "Govju ēdināšana" (2004. gads, 45 lpp.), "Dzīvnieku ēdināšana" (2005. gads, 320 lpp.) un "Zirgu ēdināšana" (2007. gads, 290 lpp.).

Uldis Osītis veidoja plašu sadarbību ar ārzemju zinātniekiem, piedaloties starptautiskos projektos un zinātniskajās konferencēs Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitātē Upsalā, Utrehtas Universitātē Nīderlandē, ASV Viskonsinas, Lielbritānijas Ziemeļvelsas un Kembridžas Universitātē.

Līdztekus zinātniskajai un pedagoģiskajai darbībai Uldis Osītis aktīvi iesasitījās arī organizatoriskajā darbā. Bija LR Zemkopības ministrijas Nacionālās lopbarības padomes loceklis, LLU Konventa un Senāta loceklis, Ziemeļvalstu Lauksaimniecības zinātnieku asociācijas loceklis, Pasaules Putnkopības asociācijas Latvijas Nacionālās nodaļas viceprezidents, Eiropas kopienas Zinātnes pētniecības un tehnoloģiju attīstības Ģenerālā direktorāta Apvienotās centrālās komisijas *Inco – Copernicus* zinātnisko projektu recenzents, TEMPUS projekta koordinators LLU.

Par ilggadēju un godprātīgu pedagoģisko darbu un augstiem zinātniskajiem sasniegumiem lopkopības zinātnes jomā emeritētais profesors Uldis Osītis ir saņēmis vairākus nozīmīgus apbalvojumus: pirmā Latvijas Zinātņu akadēmijas prezidenta Paula Lejiņa balvu 2006. gadā, Latvijas Republikas Ministru kabineta Atzinības rakstu 2010. gadā, Jāņa Bērziņa vārdisko balvu 2013. gadā un IV šķiras Atzinības krustu 2016. gadā.

Pēc darba attiecību pārtraukšanas ar Latvijas Lauksaimniecības universitāti profesors ilgus gadus konsultēja lopkopības nozares praktiķus, sadarbojās ar SIA "Osteovita", kur veica izmēģinājumus par olu čaumalu izēdināšanu dzīvniekiem, kā arī SIA "BaltuVet" tulkoja barības piedevu aprakstus latviešu valodā.

Uldis Osītis bijušo studentu, maģistrantu un doktorantu atmiņā paliks kā gudrs un erudīts pedagogs, bet kolēģi viņu atcerēsies kā atsaucīgu un izpalīdzīgu cilvēku, kuram vienmēr varēja lūgt padomu ne tikai par zinātniskiem, bet arī sadzīviskiem jautājumiem.

Lauksaimniecības fakultātes Dzīvnieku zinātņu institūta kolēģu vārdā – Daina Jonkus

Zinātniski praktiskās konferences
Līdzsvarota lauksaimniecība
RAKSTI
Jelgava, 2022
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija
Ziemeļvalstu Lauksaimniecības zinātnieku asociācija

Sagatavots Latvijas Lauksaimniecības universitātes
Lauksaimniecības fakultātē
Lielajā ielā 2, Jelgavā, LV–3001
Tālr.: + 371 63005634
e-pasts: lfkonference2022@llu.lv

Konference notika 2022. gada 24. un 25. februārī,
Latvijas Lauksaimniecības universitātē,
Lauksaimniecības fakultātē, Jelgavā, Lielā iela 2.

Konferences atbalstītāji:

SCANDAGRA

LAB
LATVIJAS AGRONOMU BIEDRĪBA