Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Latvijas Agronomu biedrība
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija

LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

Zinātniski praktiskās konferences

RAKSTI

Eiropas zaļais kurss

#ZaļaisKurss

Jelgava 2021

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Latvijas Agronomu biedrība
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija

LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

Zinātniski praktiskās konferences
raksti

Jelgava 2021

Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava: LLU, 2021. – 198. lpp.

Atbildīgās par izdevumu:
Ingrīda Augšpole, LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts
Dzidra Kreišmane, LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts
Diāna Ruska, LLU LF Dzīvnieku zinātņu institūts
Ina Alsiņa, LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts
Gunita Bimšteine, LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts

Rakstus recenzēja:
Ina Alsiņa, Elita Aplociņa, Ingrīda Augšpole, Biruta Bankina, Gunita Bimšteine, Madara Darguža, Lilija Degola, Adrija Dorbe, Laila Dubova, Ilze Grāvīte, Daina Jonkus, Daina Kairiša, Kaspars Kampuss, Dzidra Kreišmane, Arta Kronberga, Imants Missa, Gundega Putniece, Diāna Ruska, Dace Siliņa, Irina Sivicka

Konferences organizācijas komiteja:
Dr. sc. ing. Ingrīda Augšpole (vadītāja)
Dr. agr. Dzidra Kreišmane
Dr. agr. Dace Siliņa
Mg. agr. Renāte Sanžarevska
Dr. agr. Zinta Gaile
Dr. agr. Diāna Ruska
Dr. agr. Ilze Grāvīte

Latviešu valodas redaktore: Solvita Bukšāne

Angļu valodas redaktore: Inese Ozola

Datorsalikums: Inese Krastiņa

Vāka dizains: Evija Godiņa

Konference notika 2021. gada 25. un 26. februārī, Latvijas Lauksaimniecības universitātē, Lauksaimniecības fakultātē, Jelgavā, Lielajā ielā 2

© Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 2021

ISBN 978-9984-48-385-6 (tiešsaistes resursam)
ISSN 2500-9451 (tiešsaistes resursam)

SATURS

Ruņģis D.E., Gailīte A., Lācis G., Ikase L., Feldmane D., Dēķena Dz., Grāvīte I., Rancāne S., Vēzis I., Stesele V., Jansons A., Rebāne A., Jermuša G., Skrabule I., Starmkale V., Dzedule L., Kokare A.

Latvijā *in situ* audzēto pārtikā un lauksaimniecībā izmantojamo augu un to savvaļas radinieku ģenētisko resursu potenciāla apzināšana un ievākšana 6

Rancāne S., Vēzis I., Stesele V., Kreišmane Dz., Rebāne A., Jermuša G., Putniece G., Jansons A. Ganību airenes (*Lolium perenne* L.) Genotipu izvērtējums starptautiskā pirmsselekcijas projekta ietvaros 11

Zariņa L., Dzedule L., Vaivode A. Daudzgadīgo zālaugu virszemes biomasas potenciāls atkarībā no tauriņziežu īpatsvara zālājā bioloģiskās saimniekošanas apstākļos 18

Justs A., Zute S., Stramkale V., Stramkalis A. Sojas šķirņu 'Lajma' un 'Laulema' raža Viļānos 2018.–2020. gadā 23

Putniece G., Sanžarevska R., Ņečajeva J. Nezāļu mehāniskā ierobežošana kā iespēja samazināt pesticīdu lietošanas intensitāti lauka pupu sējumos 27

Zariņa L., Piliksere D., Zariņa L., Lozbergs A., Gutāns A., Steinbergs J. Divu mehāniskās nezāļu ierobežošanas metožu efektivitātes salīdzinājums zirņu sējumos 33

Zariņa L., Vīksniņa V., Larsone S. Humusvielu preparāta *Formula EKO* efektivitāte zirņu sējumos 36

Zariņa L., Stramkale V., Janosne I. Sējas vīķu (*Vicia sativa* L.) šķirņu salīdzinājums bioloģiskās saimniekošanas apstākļos 39

Strazdiņa V., Maļecka S., Damškalne M., Fetere V. Audzēšanas tehnoloģiju ietekme uz ziemas kviešu šķirnes graudu ražu un kvalitāti 41

Maļecka S., Stramkale V., Vaivode A., Damškalne M. Latvijā selekcionēto un plašāk audzēto ziemas kviešu šķirņu raža un kvalitāte 45

Feodorova-Fedotova L., Jakobija I., Moročko-Bičevska I. Latvijā sastopamās *Puccinia striiformis* rases, kviešu šķirņu izturība pret dzelteno rūsu un uz bārbelēm sastopamo *Puccinia* sugu identifikācija 53

Pluša L., Vīcupe Z., Zute S. Auzu šķirņu raža un kvalitāte 2019.–2020. gadā 56

Feodorova-Fedotova L., Jakobija I., Moročko-Bičevska I. Toksīnus veidojošo sēņu sastopamība un sugu identificēšana auzu dīgstos un skarās 61

Dimante I., Skrabule I. Kartupeļu sīkbumbuļu izmēra un stādīšanas attāluma ietekme uz PB1 kategorijas sēklaudzēšanas tehnoloģijas izvēli šķirnei 'Jogla' 66

Rūtenberga-Āva A., Jansone I., Piliksere D., Stramkale V., Millere A. Bioloģiski audzētu kartupeļu piemērotība dažādiem izmantošanas veidiem atkarībā no šķirnes un audzēšanas vietas 2019. un 2020. gadā 71

Zariņa L., Piliksere D. Mikrobioloģiskā mēslojuma *Subtimikss* efektivitāte cietes kartupeļu audzēšanā 78

Rebāne A., Rancāne S., Jansons A., Vēzis I., Stesele V., Jermuša G. Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem piemērotākie zaļmēslojuma augi 80

Vucāne S., Leitāns L., Prindule L. Kustīgā kālija un fosfora noteikšana augsnē ar Egnera-Rīma metodi un kalcija hlorīda izvilkumā, rezultātu salīdzināšana un pārrēķina vienādojumu izstrāde 84

Vucāne S., Cinkmanis I., Šabovics M. Bioloģiski aktīvu savienojumu noteikšana augu eļļās ar viedtālrunī iegūtu attēlu analīzi 89

Rubauskis E., Borisova I. Tradicionāli audzētas vecās ābeļu šķirnes intensīva tipa stādījumos 94

Jakobija I., Lepsis J., Rudzīte I., Kaļinka M., Mednis M. Augšanas regulatora lietošanas pieredze ābeļu stādījumos 99

Lācis G., Moročko-Bičevska I., Sokolova O., Kodors S. Mašīnu dziļās mācīšanās un datizraces pielietošana augu un patogēnu mijiedarbības izpētei ābeļu un bumbieru kraupja patosistēmās 104

Grāvīte I., Kaufmane E. Plūmju šķirnes uz augumu samazinoša potcelma satuvinātos stādīšanas attālumos 109

Strautiņa S., Laugale V., Krasnova I. Aveņu šķirņu piemērotība integrētai audzēšanai atklātā laukā 116

Augšpole I., Romanova I. Sarkano aveņu (*Rubus idaeus* L.) šķirņu salīdzinājums 121

Siliņa D., Igoņkins A., Remese V. Voen seguma un substrāta ietekme uz divu krūmmelleņu šķirņu ražu 124

Laugale V., Dane S. Augu segumu izmantošana zemenēm 129

Mežaka I., Mizobata N., Kronberga A. Nātrija alginātā iekapsulētu diļļu sēklu sēja 135

Sivicka I., Iesalniece I., Şuhani A. A. Citronzāles augšana un attīstība atklātā laukā un siltumnīcā 140

Rubauskis E., Lepse L., Lepsis J., Strautiņa S., Skrastiņš P., Liepniece I. Lauksaimnieku un dārzkopju digitālās prasmes 144

Kairiša D., Bārzdiņa D., Eglīte H., Miķelsone I., Leska V. Jēru kontrolnobarošanas rezultāti 2020. gadā 150

Jonkus D., Degola L., Jansons I. Dažāda genotipa cūku gaļas un liemeņa kvalitātes vērtējums 156

Aplociņa E., Kreišmane Dz., Ošāne A., Ošāns A. Angus šķirnes liellopu nobarošanas efektivitāte marmorizētas gaļas ieguvei bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā 161

Kreišmane Dz., Aplociņa E., Naglis-Liepa K., Bērziņa L., Frolova O., Lēnerts A. Piena lopkopības raksturojums bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā SEG emisiju kontekstā 168

Cielava L., Jonkus D. Eksterjera pazīmju ietekme uz Latvijas brūnās un Latvijas zilās šķirnes govju piena produktivitāti 175

Kovaļenko K., Mālniece A., Terentjeva M., Tītmane L., Vanaga A., Zirnītis A. *Mycoplasma* spp. noteikšanas metodikas izstrāde piena lopkopībā 180

Antone U., Eihvalde I., Liepa L., Ilgaža A. No sūkalām iegūta paskābinātāja ietekme uz piena teļu ēdināšanu, dzīvmasas pieaugumu un veselību 182

SVEICAM 187

Izcilajai augļkopības zinātniecei Mārai Skrīvelei – nozīmīga dzīves jubileja un jauna monogrāfija! 187

Sveicam ilggadēju Dārzkopības institūta zinātnieci Silviju Ruisu nozīmīgā dzīves jubilejā! 189

Sveicam zinātnieci, pedagoģi un vienkārši labu un atsaucīgu cilvēku Vilhelmīni Šteinbergu 80 gadu jubilejā! 190

ATCERAMIES 192

Valsts profesoram Dr. habil. agr. Jānim Driķim 80 192

Profesoram Semjonam Pogodinam – 100 193

Kartupeļu selekcionāram Vilim Gaujeram – 110 194

Vecākajai pasniedzējai, lauksaimniecības zinātņu kandidātei Valentīnai Ancānei – 110 195

ATVADĪJĀMIES..... 196
Pieminam Martu Liepnieci..... 196
Pieminam vadošo pētnieci, Dr. oec. Ligitu Meleci..... 197

LATVIJĀ *IN SITU* AUDZĒTO PĀRTIKĀ UN LAUKSAIMNIECĪBĀ IZMANTOJAMO AUGU UN TO SAVVAĻAS RADINIEKU ĢENĒTISKO RESURSU POTENCIĀLA APZINĀŠANA UN IEVĀKŠANA

IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION AND CONSERVATION OF LATVIAN IN SITU AND CROP WILD RELATIVE PLANT GENETIC RESOURCES

Dainis Edgars Ruņģis[1], Agnese Gailīte[1], Gunārs Lācis[2], Laila Ikase[2], Daina Feldmane[2], Dzintra Dēķena[2], Ilze Grāvīte[2], Sarmīte Rancāne[3], Ivo Vēzis[3], Vija Stesele[3], Aldis Jansons[3], Aija Rebāne[3], Gaļina Jermuša[3], Ilze Skrabule[4], Veneranda Starmkale[4], Līga Dzedule[4], Aina Kokare[4]
[1]Ģenētisko resursu centrs, LVMI "Silava", [2]Dārzkopības institūts, [3]LLU Zemkopības zinātniskais institūts, [4]Agroresursu un ekonomikas institūts
dainis.rungis@silava.lv

Abstract. *Crop wild relatives are important genetic resources that are genetically diverse and are adapted to the local environmental conditions. They can be important sources of genetic variation for breeders. In addition, many valuable genetic resources are found growing in farms and gardens. To facilitate the in situ conservation of plant genetic resources in Latvia, valuable genetic resource accessions were identified, characterised according to plant descriptors and incorporated into ex situ genetic resource collections. A total of 250 accessions from more than 30 different species were collected during expeditions in 2019 and 2020. The locations where repeated expeditions are required were identified because it was not possible to assess or collect all accessions. The characterisation and evaluation of collected accessions using crop descriptors were initiated. The establishment of the list of priority crop wild relatives and a targeted survey of the distribution of these species in protected areas will provide an opportunity to gather information for the development of an in situ plant genetic resources strategy.*
Key words: *plant genetic resources, crop wild relatives, in situ conservation, descriptors.*

Ievads

Latvijas lauksaimniecībai un pārtikai izmantojamie augu ģenētiskie resursi ir modernās šķirnes, vietējās jeb tautas selekcijas šķirnes, selekcijas līnijas, perspektīvais selekcijas materiāls, kā arī savvaļā augoši dažādu sugu indivīdi un populācijas. Katras valsts vietējie ģenētiskie resursi ir nozīmīgs ilgtspējīgas saimniekošanas avots, ko iespējams izmantot gan tieši (audzējot saimniecībās un no tiem iegūstot nišas produktus ar augstu pievienoto vērtību), gan netieši (iekļaujot selekcijas programmās un veidojot jaunas šķirnes). Ar sēklām pavairojamās sugas tiek uzglabātas LVMI "Silava" Latvijas augu gēnu bankā Salaspilī, savukārt veģetatīvi pavairojamās – lauka kolekcijās Dārzkopības institūtā (DI), kā arī lauku un *in vitro* kolekcijās Agroresursu un ekonomikas institūtā (AREI). Pieredze apliecina, ka Latvijā lauku un privātmāju saimniecībās vēl ir saglabājušās un tiek uzturētas vietējās šķirnes, bet savvaļā dažādos biotopos sastopama liela bioloģiskā dažādība. Tomēr jāņem vērā, ka šie unikālie resursi var aiziet nebūtībā, kā tas noticis daudzās attīstītajās Eiropas valstīs.

Starptautisks līgums par augu ģenētiskajiem resursiem pārtikai un lauksaimniecībai (ITPGRFA – *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*) (FAO, 2009), ko Latvija ir ratificējusi, paredz pārtikā un lauksaimniecībā izmantojamo augu ģenētisko resursu saglabāšanu un ilgtspējīgu izmantošanu, kā arī godīgu un objektīvu minēto ģenētisko resursu izmantošanā gūto ienākumu sadali saskaņā ar Konvenciju par bioloģisko daudzveidību ilgtspējīgas lauksaimniecības un pārtikas nekaitīguma nodrošināšanai (1.1. pants). Savukārt Konvencija par bioloģisko daudzveidību (CBD – *Convention on Biological Diversity*) (UN, 1992) paredz, ka katra līgumslēdzēja puse iespēju un vajadzību robežās izstrādās vai pielāgos jau esošās valstiskās stratēģijas, plānus vai programmas bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un tās ilgtspējīgai izmantošanai, kurās noteikti jāatspoguļo šajā konvencijā izvirzītie uzdevumi, kuri attiecas uz konkrēto līgumslēdzēju pusi (6.a pants). ECPGR (*European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources* – Eiropas kooperatīvā programma augu ģenētiskajiem resursiem) dalībvalstis 15. vadības komitejas sanāksmē 2018. maijā apstiprinājušas 10. fāzes mērķus, tostarp 3. mērķi (uzlabot laukaugu savvaļas radniecisko sugu *in situ* saglabāšanu un izmantošanu) un 4. mērķi (veicināt 'on–farm' ģenētisko resursu saglabāšanu un pārvaldību) (ECPGR, 2018).

Šķirņu reģistrācija un tiešā izmantošana – saskaņā ar Eiropas Komisijas direktīvām 2008/62/EK un 2009/145/EK, ar kurām paredz atsevišķas atkāpes saistībā ar lauksaimniecības savvaļas sugu un šķirņu atzīšanu, kuras ir dabiskā veidā pielāgotas vietējiem un reģionālajiem apstākļiem un ko apdraud ģenētiskā erozija, un minēto savvaļas sugu un šķirņu sēklu, kā arī sēklas kartupeļu tirdzniecību, Latvijā ir reģistrētas četras vietējās šķirnes – rabarberu šķirne 'Tukums 2', kaņepju šķirnes 'Adzelvieši', 'Pūriņi' un lauku pupu šķirne 'Lielplatones populācija'. Visas šīs šķirnes ir iekļautas Latvijas laukaugu ģenētisko resursu sarakstā, un to reģistrācija pieļauj to sēklu tirdzniecību, tādējādi tiešā veidā izmantojot saglabātos ģenētiskos resursus un izplatot tos lauksaimnieku vidū.

Augļaugu ģenētiskie resursi pieejami audzētājiem, zinātniskajām iestādēm, Latvijas kokaudzētavām. Šobrīd pieaug interese par vēsturiskajiem dārziem, ĢR augu materiāls tiek izmantots to iekārtošanā, kā arī tiek izplatītas zināšanas par audzēšanu, šķirnēm utt. Piemēram, Latvijā šobrīd notiek aktīva pīlādžu komercializācija, un šim nolūkam ĢR kolekcija augļkopjiem spēj piedāvāt genotipus ar dažādas krāsas augļiem, aromātu, kā arī ķīmisko sastāvu, kas piemērots vīndariem.

Ģenētiskos resursus izmanto selekcijā – miežabrāļa šķirnes 'Brigena' (reģistrēta 2016. gadā) izejmateriāls tika savākts 2000. gada ekspedīcijā Daugavpils novadā pie Briģenes ezera. Ekspedīcijās gūtie paraugi tiek vērtēti lauku kolekcijās un izmantoti selekcijas programmās. Piemēram, Amatas novadā Raganu pļavā ievāktā milzu auzene (*Festuca gigantea* (L.) Vill.) tiek izmantota darbā ar stiebrzāļu starpsugu hibrīdiem. Kartupeļu šķirne 'Jogla' (reģistrēta 2018. gadā) – krustojumu kombināciju pamatā iekļauta ĢR (ģenētisko resursu) šķirne 'Gauja'. Arī šobrīd hibridizācijas programmā iekļautas ĢR šķirnes 'Brasla', 'Monta', 'Imanta', 'Prelma'.

Miežu šķirnes 'Rubiola' (reģistrēta 2011. gadā) izveidē izmantota šķirne 'Rūja', uzlabojot tās izturību pret slimībām un ražību. Pētījumos saistībā ar bioloģisko lauksaimniecību izmantota repatriētā vietējā miežu šķirne 'Latvijas vietējie', kam piemīt dažas bioloģiskajai lauksaimniecībai nozīmīgas pazīmes. Šai šķirnei ar molekulārajiem marķieriem tika konstatēta gēnu klātbūtne, kas nodrošina beta-amilāzes termostabilitāti – tas varētu būt nozīmīgi alus miežu selekcijā. Šī šķirne tiek izmantota krustošanā ar modernām ārvalstu alus miežu šķirnēm. Augsta raža un ražas stabilitāte, kā arī salīdzinoši laba izturība pret slimībām izmēģinājumos bioloģiskajā lauksaimniecībā tika konstatēta miežu šķirnei 'Balga', tāpēc tā pēdējos gados iekļauta vairākās krustojumu kombinācijās, lai veidotu jaunas, bioloģiskajai lauksaimniecībai piemērotas miežu šķirnes.

Ģenētiskajiem resursiem ir nozīmīga loma tūrisma attīstībā, izglītībā, kā arī mūžizglītībā – pētījuma "Augļu, dārzeņu un dekoratīvo augu seno šķirņu dārzi un tradicionālie pārstrādes produkti: vēsturisko dārzu maršruts (*Heritage Gardens*)" ("Lat–Lit Interreg" programma) ietvaros Rundāles pils parkā 2018. gadā uzsākta vēsturisko šķirņu dārza izveide, kurā iekļautas senās, kā arī Latvijā izveidotās augļu koku un ogulāju šķirnes. Šim dārzam pavairotas 110 ābeļu šķirnes no DI ĢR kolekcijas, izpētot un precizējot informāciju par šķirņu izcelsmi un sinonīmiem. Kopā ar Lietuvas kolēģiem sagatavots ilustrēts buklets (3 valodās) par vēsturiskajiem dārza augiem – augļu koku, dārzeņu un garšaugu sugām un šķirnēm, to izmantošanu un audzēšanas vēsturi. Otrs buklets ietvers jaunas receptes to izmantošanai uzturā. Pētījuma mērķis bija apzināt un popularizēt vēsturiskos dārza augus un izveidot pārrobežu tūrisma maršrutus ar apskates objektiem, kurā ietilps arī DI ĢR kolekcijas. DI organizē ekskursijas/degustācijas dārzā, apmācību grupas, augļu izstādes, jebkuram interesentam konsultāciju ietvaros ir iespējama piekļuve kolekcijām. Ģenētiskos resursus izmanto netradicionālu produktu un pielietojumu izstrādē – ĢR vākšanas ekspedīcijās iegūtajā un vēlāk izvērtētajā materiālā konstatēts unikāls bioķīmiskais sastāvs ar lielu potenciālu funkcionālās pārtikas produktiem, farmācijai, kosmētikai (Radenkovs et al., 2018). ĢR kolekcijās esošie augļi tieši tiek izmantoti ievārījumu, zefīru u. c. ēdienu gatavošanā (piemēram, Mālpils muižas restorāns). Ekspedīcijās ievāktais materiāls tiek izmantots vīnu gatavošanā.

Lai nodrošinātu plašāku ĢR izmantošanu un saglabāšanu nākamajām paaudzēm, nepieciešams izpētīt *in situ* audzēto augu ģenētisko resursu situāciju Latvijā, veikt paraugu ievākšanu ekspedīcijās, to aprakstu ar deskriptoriem un iekļaušanu Latvijas ģenētisko resursu kolekcijās. *In situ* (savvaļā) un 'on-farm' (dārzos un laukos) ģenētisko resursu apzināšana un saglabāšana ir nepieciešama, jo tieši šie ģenētisko resursu paraugi ir pielāgojušies vietējiem apstākļiem, un tie uzskatāmi par tautas kultūrvēsturisko mantojumu. Apzināšana un saglabāšana ir steidzama, jo šie ģenētiskie resursi izzūd.

Raksturošanas un novērtēšanas deskriptori ir pazīmju saraksts, kas ir izstrādāts katrai sugai, pēc kā apraksta sugas paraugus. Tie iekļauj morfoloģiskas (piemēram, lapu, ziedu forma un krāsa), kā arī agronomiskas (piemēram, 1000 sēklu svars, proteīna saturs, veldres izturība, ziemcietība) pazīmes.

Latvijā izstrādātie raksturošanas un novērtēšanas deskriptori pieejami šeit: http://www.genres.lv/kulturaugi/deskriptori/. Viena parauga aprakstīšana atkārtoti jāveic vismaz trīs gadus, jo daudzas pazīmes ietekmē arī vides apstākļi. Deskriptoru datubāze tiek uzturēta gēnu bankā, attiecīgi tiek apkopoti un pārbaudīti deskriptoru dati (pa gadiem un kopumā). Deskriptoru dati tiek izmantoti, ja nepieciešams atlasīt paraugus ar specifiskām īpašībām, kā arī vietējo šķirņu reģistrācijā, apstiprinot deskriptora aprakstu reģistrācijas procesā.

Pētījuma uzdevumi:

1. Latvijas pārtikā un lauksaimniecībā izmantojamo augu un to savvaļas radinieku ģenētisko resursu ievākšana – situācijas apzināšana par ģenētisko resursu situāciju Latvijā.
2. Ekspedīciju plāna izstrāde un tā izpilde lauksaimniecības platībās un dārzos, lai apzinātu dārzeņu, augļaugu un zālaugu paraugus; ekspedīcijas veidot, iesaistot tajās dažādu sugu grupu speciālistus.
3. Ievākto ģenētisko resursu paraugu izpēte. Atbilstoši Ģenētisko resursu padomes apstiprinātajiem deskriptoriem veikt ievākto paraugu aprakstīšanu (izvērtēšanu) un nodrošināt paraugu iekļaušanu gēnu bankas (GB) kolekcijās.
4. Izstrādāt ieteikumus Latvijas augu ģenētisko resursu saglabāšanai *in situ*.

Plānotās aktivitātes sniegs iespēju apzināt un saglabāt Latvijas augu ģenētiskos resursus, izstrādāt ieteikumus turpmākai *in situ* saglabāšanai un nodrošināt ģenētisko resursu ilgtspējīgu izmantošanu.

Materiāli un metodes

Ģenētisko resursu ievākšanas ekspedīcijas veiktas 2019. un 2020. gadā.

Ekspedīciju maršrutus plānoja attiecīgie sugas eksperti, apkopojot informāciju, kas gūta no sugu vai šķirnes izplatības aprakstiem, vietējiem iedzīvotājiem, agronomiem, vides un dabas aizsardzības institūcijām, kā arī balstoties uz ekspertu zināšanām par dārzu vietām, aptaujājot audzētājus un iedzīvotājus par interesantiem augļi kokiem, ogulājiem un dārzeņiem.

Zālaugu paraugiem sēklas parasti tiek ievāktas no vairākiem indivīdiem katrā atradnē, retāk no atsevišķa auga vai 2–3 tipiskiem indivīdiem. Paraugu aprakstā attiecīgi norāda informāciju – populācija, atsevišķs augs vai 2–3 augi. Atsevišķos gadījumos, piemēram, kad vēl nav nogatavinātas sēklas, zālaugu paraugi tiek izrakti ar saknēm un pārvietoti turpmākai izvērtēšanai kolekcijās. Ievāktie paraugi tiek izsēti un aprakstīti pēc iepriekš katrai sugai izstrādātiem un apstiprinātiem deskriptoriem.

Augļaugu un dārzeņu ievākšanas ekspedīciju plānošana veikta, pamatojoties uz ekspertu zināšanām par dārzu vietām, aptaujājot audzētājus un iedzīvotājus par interesantiem augļkokiem, ogulājiem un dārzeņiem. Ekspedīciju maršruti izstrādāti, ņemot vērā sezonalitāti un iespējas novērtēt lauka apstākļos ievācamos ĢR paraugus, kā arī pavairojamā materiāla pieejamību. Šī iemesla dēļ atsevišķos gadījumos viena atradne apmeklēta atkārtoti. ĢR paraugi ievākti veģetatīvi pavairojamu augu daļu veidā (potzari, spraudeņi, sīpoli) vai kā veseli augi (sēklaudži). Ievāktais augu materiāls tika pavairots potējot, apsakņojot vai stādot, kā arī sasniedzot sugai atbilstošo attīstības stadiju, tam veikta novērtēšana, izmantojot izstrādātos ĢR aprakstīšanas deskriptorus.

Rezultāti

Daudzgadīgo zālaugu ģenētisko resursu ievākšanas ekspedīcijās Ziemeļkurzemē ievākti 72 paraugi, t. sk. 69 daudzgadīgie zālaugi un lopbarības tauriņzieži, 2 raudeņu paraugi un 1 daglīša paraugs (skat. 1. tab., 1. att.). 2019. gada ekspedīcijās ievākti 26 augļaugu un dārzeņu paraugi: 14 ābeļu paraugi, 9 saldo ķiršu paraugi, 2 ķiploku paraugi, 1 ērkšķogu paraugs (skat. 1. tab., 2. att.).

Augļaugu ģenētisko resursu ievākšanas ekspedīcijas 2020. gadā tika veiktas mērķtiecīgi uz iepriekš apzinātām augšanas vietām, pamatojoties uz 2019. gadā veiktajiem apsekojumiem, augļaugu paraugu novērtējumu. Ievākti 26 augļaugu paraugi: 12 saldo ķiršu paraugi, 3 mājas plūmju paraugi, 11 parastās irbenes paraugi. Ievākti arī 20 vīnogu genotipu paraugi, lai nodrošinātu pilnvērtīgu un drošu selekcionāra G. Vēsmiņa materiāla saglabāšanu DI ģenētisko resursu kolekcijā.

2020. gadā ievākti 3 kaņepju paraugi. Ievākšanas vietas: Dzirnavu iela un Alejas iela Viļānos, "Bokānu ozoli", Dekšāru pag., Viļānu novads. Papildus ievākti 18 daudzgadīgo zālaugu un lopbarības tauriņziežu paraugi. Daļa augu izrakti un pārvietoti ar saknēm, no pārējiem ievāktas sēklas. Ievākti 17 tauriņziežu paraugi (bastarda, sarkanais, kalnu un zelta āboliņš, pļavas un meža dedestiņas, sējas lucerna, sējas vīķi) un 1 graudzāļu paraugs (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Ekspedīcijās ievāktie augu sugu paraugi 2019. un 2020. gadā
Plant samples collected in 2019 and 2020

Paraugu suga / ***Sample species***	**Paraugu skaits /** ***No. of samples***	
	2019	**2020**
Ābeles / *Malus spp.*	14	0
Saldie ķirši / *Prunus avium*	9	12
Ērkšķogas / *Ribes uva-crispa*	1	0
Mājas plūme / *Prunus domestica*	0	3
Parastā irbene / *Viburnum opulus*	0	11
Vīnogas / *Vitis vinifera*	0	20
Ķiploki / *Allium sativum*	2	0
Kaņepes / *Cannabis sativa*	0	3
Daudzgadīgie zālaugi un lopbarības tauriņzieži / *Perennial grasses and forage legumes*	69	43
Tauriņzieži (bastarda, sarkanais, kalnu un zelta āboliņš, pļavas un meža dedestiņas, sējas lucerna, sējas vīķi) / *Legumes*	0	40
Graudzāles/*Grasses*	0	1
Stiebrzāles (dažādu sugu auzenes, skarenes, timotiņi, kamolzāle, lapsaste, smilga) / *Forages*	0	19
Raudene / *Origanum vulgare*	2	0
Daglītis / *Echium vulgare*	1	0
KOPĀ/*TOTAL*	98	152

Zālaugu ģenētisko resursu ekspedīcijā 2020. gadā piedalījās LLU Zemkopības zinātniskā institūta (ZZI) un AREI Priekuļu Pētniecības centra zālaugu speciālisti. Tika ievākti 44 paraugi (LLU ZZI), t. sk. 25 daudzgadīgie zālaugi un lopbarības tauriņzieži (pārsvarā sēklas, bet tika izrakti un pārvietoti arī atsevišķi augi ar visām saknēm): 23 tauriņziežu paraugi (dažādu sugu āboliņi, lucerna, vīķi, dedestiņas u. c.), 19 stiebrzāļu paraugi (dažādu sugu auzenes, skarenes, timotiņi, kamolzāle, lapsaste, smilga).

1. att. Daudzgadīgo zālaugu ģenētisko resursu paraugi un ievākšana.
Fig. 1. Perennial grass genetic resource samples and collection.

2. att. Ekspedīcijās ievāktie augļaugu un dārzeņu ģenētisko resursu paraugi.
Fig. 2. Fruit and vegetable genetic resource samples collected during expeditions.

Secinājumi

1. Kopumā ievākti 250 paraugi no vairāk nekā 30 dažādām sugām. Ekspedīcijās ievākti unikāli paraugi, papildinot *ex situ* ģenētisko resursu kolekcijas. Apzinātas vietas, kur nepieciešams veikt atkārtotas ekspedīcijas, jo nebija iespējams novērtēt vai ievākt paraugus.
2. Nepieciešama arī Latvijas prioritāro laukaugu savvaļas radniecīgo sugu saraksta izveide un mērķtiecīga šo sugu izplatības apsekošana aizsargātās teritorijās, kas sniegtu iespēju ievākt informāciju *in situ* augu ģenētisko resursu stratēģijas izstrādei. Tas nepieciešams, lai nodrošinātu kultūraugu savvaļas radniecīgo sugu un savvaļā augošo augļaugu un ogulāju plašāku izmantošanu zinātnē un selekcijā. Savvaļas radniecīgo sugu *in situ* saglabāšanas vietu izvēle, izpēte un apstiprināšana ir nākamie nepieciešamie soļi sugu ilgtermiņa saglabāšanas *in situ* nodrošināšanai.
3. *In situ* un *ex situ* augu ģenētisko resursu saglabāšana ir komplementāras aktivitātes. Savvaļas augu atradņu un populāciju *in situ* saglabāšana ļauj tām pielāgoties mainīgiem apstākļiem. Pēc iespējas tās būtu arī jāsaglabā *ex situ* kolekcijās, tādējādi nodrošinot to ilgstošu saglabāšanu, kā arī izplatīšanu selekcijas, pētniecības un izglītības vajadzībām.

Pateicības

Finansējuma avots – Lauku atbalsta dienesta finansēts pētījums Nr. 20-00-SOINV05-000016.

Izmantotā literatūra

1. ECPGR (2018). Report of the steering committee, Fifteenth Meeting, 15-17 May 2018, Thessaloniki, Greece [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 22. febr.]. Pieejams: https://www.ecpgr.cgiar.org/resources/ecpgr-publications/publication/report-of-the-steering-committee-8-2018.
2. FAO (2009). International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 22. febr.]. Pieejams: http://www.fao.org/plant-treaty/overview/texts-treaty/en/.
3. Radenkovs V., Kviesis J., Juhnevica-Radenkova K., Valdovska A., Püssa T., Klavins M., Drudze I. (2018). Valorization of wild apple (*Malus* spp.) by-products as a source of essential fatty acids, tocopherols and phytosterols with antimicrobial activity. *Plants*, 7(4), p. 90.
4. UN (1992). Convention on Biological Diversity [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 22. febr.]. Pieejams: https://www.cbd.int/convention/text/.

GANĪBU AIRENES (*LOLIUM PERENNE* L.) GENOTIPU IZVĒRTĒJUMS STARPTAUTISKĀ PIRMSSELEKCIJAS PROJEKTA IETVAROS

EVALUATION OF PERENNIAL RYEGRASS (LOLIUM PERENNE L.) GENOTYPES WITHIN THE FRAMEWORK OF AN INTERNATIONAL PRE-BREEDING PARTNERSHIP

Sarmīte Rancāne[1], Ivo Vēzis[1], Vija Stesele[1], Dzidra Kreišmane[2], Aija Rebāne[1], Gaļina Jermuša[1], Gundega Putniece[2], Aldis Jansons[1]
[1]LLU Zemkopības zinātniskais institūts, [2]LLU Lauksaimniecības fakultāte
sarmite.rancane@llu.lv

Abstract. *Within the framework of the Nordic-Baltic Public-Private Partnership project "PPP for pre–breeding of perennial ryegrass (Lolium perenne L.)" various types of activities from 2015 to 2020 in LLU Research Institute of Agriculture were carried out in the investigation of ryegrass genetic material. One of them was an evaluation of perennial ryegrass varieties and gene bank accessions (hereinafter genotypes) in different agro-climatic conditions, so this type of experiment was set up in institutions involved in grass breeding of all eight participating member states, including: Norway, Sweden, Finland, Denmark, Iceland, Lithuania, Estonia and Latvia. Genotypes were selected based on the results obtained previously within this project. A total of 40 tetraploid perennial ryegrass varieties and accessions were included in the experiment in Latvia, including 21 late and 19 early types. This paper summarizes the data of late varieties. The sowing of the trial was performed in July 2018. Various agronomically and phenologically significant traits were scored, including: winter hardiness, regrowth intensity, tendency to form culms after the 1st and 2nd cut, persistence or grass cover, susceptibility to rust and other diseases, dry matter yield, forage quality etc. The results of the first two years showed that no significant differences in winter hardiness were found until now. With better persistence stood out varieties 'Barmaxima', 'Aston Princess' and 'Spidola' for which grass cover in the 2nd ley year was over 90%. 'Melbolt', 'Barmaxima' and 'Aston Princess' were more resistant to rust: rust susceptibility was assessed with 1–2.5 points while the most susceptible varieties were rated with 5–7 points on a 9-point scale. In the autumn of the 2nd ley year the varieties 'Barmaxima', 'Melbolt', 'SW Birger' and 'Raminta' stood out in green grass without visible signs of disease. The average dry matter yield in two years of use was 8.87 t ha^{-1}–11.78 t ha^{-1}. The most productive varieties were 'Nashota', 'Raminta' and 'Figgjo'. All ryegrass genotypes provided high-quality fodder. Neutrally detergent fibre (NDF) indicators ranged from 38.84% to 44.55%, acid detergent fibre (ADF) from 20.5 to 23.62%. The Relative feed value (RFV) index was high for all genotypes, ranging between 147 and 175. Each variety has its own essential qualities, the study of which will allow to use the information obtained for future pre-breeding activities and breeding work.*

Keywords: *perennial ryegrass, variety, phenological assessment, yield, fodder quality.*

Ievads

Ganību airene ir nozīmīgs lopbarības zālaugs, tās zelmeņi atbilstošos audzēšanas apstākļos nodrošina augstas ražas un izcilu lopbarības kvalitāti vairāku gadu garumā. Latvijas apstākļos nestabilo ziemošanas apstākļu (kailsals, krasās temperatūras svārstības ziemas un pavasara periodā u. c.) dēļ ganību airenes sējumi mēdz izretināties (Berzins et al., 2018). Liela nozīme ir konkrētai šķirnei. Lai veidotu plastiskas, mainīgajiem klimatiskajiem apstākļiem nākotnē piemērotas šķirnes, nepieciešams izvērtēt pieejamo ganību airenes ģenētisko materiālu un palielināt tā daudzveidību. Ar šādu mērķi startautiskā projekta ietvaros notiek ganību airenes pirmsselekcijas materiāla izvērtēšana. Projektā sadarbojas zālaugu selekcijas speciālisti no Baltijas un piecu Ziemeļvalstu institūcijām (Nilsson, 2012; Rognli et al., 2018; Rancāne et al., 2019), tai skaitā kopš 2015. gada ir iesaistījušies arī LLU Zemkopības zinātniskā institūta selekcionāri. Aktivitāšu mērķis bija aptvert iespējami lielāku pieejamā ganību airenes ģenētiskā materiāla klāstu, palielināt tā daudzveidību, kā arī izvērtēt to iespējami atšķirīgos agroklimatiskajos apstākļos. Viena no aktivitātēm bija ganību airenes šķirņu un gēnu bankas dažādību (turpmāk – genotipi) salīdzinājums, kas pēc vienotas shēmas tika iekārtots visās astoņās dalībvalstīs, t. sk. Norvēģijā, Zviedrijā, Somijā, Dānijā, Islandē, Lietuvā, Igaunijā un arī Latvijā. Kopumā izmēģinājumā tika pārbaudītas 40 tetraploīdās ganību airenes šķirnes. Šajā rakstā apkopoti dati par 21 vēlīnā tipa šķirņu blokā iekļauto šķirni. Izmēģinājuma mērķis bija izvērtēt nozīmīgas šķirņu

agrobioloģiskās īpašības, t. sk. ziemcietību, ataugšanas un stiebrošanas intensitāti, slimību noturību, noturību zelmenī jeb segumu, ražību, zelmeņu lopbarības kvalitāti un citas īpašības.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumā iekļauta 21 ganību airenes vēlīnā tipa šķirne, lauciņi izvietoti randomizēti 2 atkārtojumos. Par standartšķirni izvēlēta lietuviešu šķirne 'Raminta'. Uzskaites lauciņa lielums katrai šķirnei vienā atkārtojumā bija 10 m^2. Izmēģinājums iesēts velēnu vāji podzolētā smilšmāla augsnē ar organiskās vielas saturu 2.2%. Augu barības elementu nodrošinājums augsnē bija šāds: kālijs (K_2O) 95 mg kg^{-1}; fosfors (P_2O_5) 85 mg kg^{-1}; magnijs (Mg) 136 mg kg^{-1}; kalcijs (Ca) 661 mg kg^{-1}. Augsne vāji skāba, tās reakcija pH KCl 5.7. Pamatmēslojumā pirms izmēģinājumu sējas izmantota amofoska 400 kg ha^{-1}, nodrošinot 20–40–100 NPK. Papildu slāpekli sējas gadā nelietoja, jo bija ļoti sausa sezona, kā rezultātā augi dīga un attīstījās lēnām. Šī iemesla dēļ arī zelmeņa appļaušana sējas gadā netika veikta. Zelmeņu ražas gados izmantota šāda mēslošanas shēma – pavasarī pēc veģetācijas atjaunošanās lietoti 70–50–50 NPK, kombinējot azofosku un amonija nitrātu; pēc pirmā un pēc otrā pļāvuma lietots amonija nitrāts, nodrošinot katrā reizē 60 kg ha^{-1} N. Pēc pēdējā pļāvuma rudenī lietots kompleksais mēslojums, nodrošinot 10 kg ha^{-1} N, 40 kg ha^{-1} P_2O_5 un 80 kg ha^{-1} K_2O. Katras sezonas laikā zelmeņi saņēma 200–90–130 NPK. Meteoroloģisko apstākļu raksturošanai analizēts nokrišņu daudzums pa mēnešiem un mēneša vidējā gaisa temperatūra (skat. 1. att.). Abos zelmeņa izmantošanas gados (2019.–2020. gadā) vidējā gaisa temperatūra ziemas un vasaras mēnešos kopumā bija augstāka par ilggadējiem vidējiem rādītājiem. Izņēmums bija 2020. gada maijs, kad gaisa temperatūra "turējās" zem normas. Veģetācijas periods 2019. gadā bija netipiski sauss – no aprīļa līdz pat gada beigām ikmēneša nokrišņu summa krietni atpalika no ilggadējiem vidējiem rādītājiem. Izņēmums bija jūlijā, kad nokrišņu summa nedaudz pārsniedza vidējos rādītājus. Arī 2020. gada sezona sākās ar samazinātu nokrišņu daudzumu aprīlī un maijā. Tam sekoja nokrišņiem bagāts jūnijs, kad nolija par apmēram 30 mm vairāk nekā parasti, taču augustā atkal bija ilgāks sausuma periods. Septembrī un oktobrī nokrišņu summa bija līdzīga ilggadēji vidējai. Nokrišņi kopumā 2020. gada veģetācijas periodā bija samērā tipiski Latvijas klimatam.

1. att. Nokrišņu daudzums un vidējā gaisa temperatūra 2019. un 2020. gadā salīdzinājumā ar ilggadējiem vidējiem rādītājiem (Skrīveru meteostacijas dati).

Fig.1. Precipitation amount and average air temperature in 2019 and 2020 in comparison with long-term averages (Skriveri meteorological station data).

Šķirņu salīdzinājumam pēc 9 ballu skalas vērtēta ziemcietība, ataugšana pavasarī un pēc pļāvumiem, tendence veidot stiebrus otrajā un trešajā pļāvumā, kā arī zelmeņa zaļums jeb veselīgums. Zemākais vērtējums norāda uz vājāku pazīmes izpausmi, savukārt augstākais – uz izteiktāku pazīmes izpausmi. Rūsas uzņēmība vērtēta saskaņā ar starptautisko EUCARPIA rūsas novērtēšanas metodiku (Schubiger et al., 2010) pēc 9 ballu skalas, kur: 1 – nav saskatāmas rūsas pazīmes; 2 – ir saskatāmas nenozīmīgas rūsas pazīmes; 3 – aptuveni 5% no lapu virspuses klāti ar rūsas pustulām, 4–10%, 5–25%, 6–40%, 7–60%, 8–75%, 9 – vairāk nekā 75% no lapotnes klāti ar rūsas pustulām, dominē nekrotiskas lapas. Balles atspoguļo relatīvo aplēsi par lapas laukumu, kas klāts ar rūsas pustulām. Otrā lietošanas gada rudenī vizuāli novērtēta augu noturība zelmenī jeb segums % – ar augiem nosegtās platības īpatsvars. Zaļās masas un sausnas raža uzskaitīta 3 pļāvumos 1. lietošanas gadā (2019) un

4 pļāvumos 2. lietošanas gadā (2020). Pļaušanai izmantots mazgabarīta zaļmasas kombains *Haldrup*. Sausnas satura noteikšanai pirms pļaušanas katrā lauciņā noņemti vidējie zaļmasas paraugi, kuri nosvērti un izžāvēti 55 °C temperatūrā. Sausnas paraugiem LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā Agronomisko analīžu nodaļā noteikti šādi kvalitātes rādītāji: kopproteīns (LVS EN ISO 5983–2:2009); neitrāli skalotā kokšķiedra (NDF) % (LVS EN ISO16472:2006); skābi skalotā kokšķiedra (ADF) % (LVS ENISO13906:2008). Saskaņā ar metodiku (Lopbarības analīžu..., 2013) aprēķināta neto enerģija laktācijai (NEL) MJ kg^{-1}, neto enerģija uzturēšanai (NEM) MJ kg^{-1}, neto enerģija dzīvmasas pieaugumam (NEG) MJ kg^{-1}, sausnas sagremojamība %, sausnas uzņemšanas spēja (DMI) % no govs ķermeņa svara un relatīvā barības vērtība (RFV).

Rezultāti un diskusijas

Vēlīno šķirņu grupā iekļauto genotipu plaukšanas sākums svārstījās 7 dienu robežās – 2020. gada agroklimatiskajos apstākļos tas sākās 31. dienā un ilga līdz 37. dienai, rēķinot dienu skaitu no 1. maija (1. tab.). Skrīveros selekcionētā šķirne 'Spīdola' sāka plaukt 34. dienā. Kopumā izmēģinājumā iekļautie genotipi pēc plaukšanas sākuma sagrupējās šādi: 31. dienā plaukšanu uzsāka viens genotips – standartšķirne agrīno šķirņu grupā 'Birger'; 32. dienā – 4; 34. dienā – 4, t. sk. vēlīnās grupas standartšķirne 'Raminta'; 35. dienā – 1; 36. dienā – 9; 37. dienā – 2 genotipi. Vēlīnākās bija šķirnes 'Melbolt' un 'Aston Princess'. Jo straujāk šķirne ataug, jo ātrāk var ievākt nākamo ražu, tā sekmīgāk spēj konkurēt ar nezālēm un pretoties citiem riska faktoriem. Šajā izmēģinājumā ataugšanas intensitāte svārstījās šādās robežās – pavasarī pēc veģetācijas atjaunošanās no 5.5 līdz 8.0 ballēm, 2. pļāvumā no 6.5 līdz 8.0 ballēm, bet 3. pļāvumā no 3.8 līdz 7.3 ballēm. Būtiski straujāk pavasarī atauga agrīnākie genotipi 'SW Birger', 'Fia', 'Figgjo' un 'Vir 51518'. Atālos, sevišķi 3. pļāvumā, labāk atauga šķirnes 'Raminta', 'Spīdola', 'Melbolt', 'Barmaxima', kā arī 'Figgjo', kura izcēlās ar strauju ataugšanu pēc visiem pļāvumiem (1. tab.).

Ganību airenei raksturīgi vairāk vai mazāk intensīvi veidot ģeneratīvos dzinumus atālos. Gan otrās, gan trešās zāles augšanas laikā ļoti intensīvi stiebroja šķirne 'Raminta', salīdzinoši intensīvi stiebroja arī 'Spīdola'. Savukārt ar vājāku stiebrošanas intensitāti atālos, sevišķi 3. pļāvumā, izcēlās genotipi 'LIA 1056', 'LIA 1069', 'Nashotas' un 'Ivar'.

Siltās un mitrās sezonās ganību airene mēdz inficēties ar dažāda veida rūsām (*Puccinia* ssp). To var mazināt ar atbilstošiem agrotehniskiem paņēmieniem, bet izmēģinājumos ir pierādīts, ka galvenā nozīme ir šķirnei (Kemešytė et al., 2019), tāpēc selekcijas materiāla un šķirņu izvērtēšanas procesā liela uzmanība tiek pievērsta rūsas noturībai. Šajā izmēģinājumā saskaņā ar starptautiski apstiprinātu rūsas novērtēšanas metodiku (Schubiger et al., 2010) tika vērtēta rūsas uzņēmība, kas ir pretēja pazīme rūsas noturībai. Šī iemesla dēļ genotipu izvērtējumā lielāka uzmanība tiek pievērsta šķirnēm un numuriem ar zemākām atzīmēm, kas norāda uz zemāku rūsas uzņēmību jeb augstāku noturību pret rūsu (1. tab.). Būtiski augstāka rūsas noturība bija šķirnēm 'Melbolt', 'Nashota', 'Barmaxima', 'Aston Princess', 'Fia' un numuram 'LIA 852'. Savukārt ar būtiski augstāku rūsas uzņēmību 2019. gada apstākļos izcēlās šķirnes 'Trygve', 'Dumdrum' un 'Ivar'. Šajā periodā atsevišķām šķirnēm augšanas temps bija kļuvis lēnāks un zelmenis uzņēmīgāks pret dažāda veida slimībām, t. sk. rūsu un dažāda veida plankumainību (*Helminthosporium* u. c.). Vērtējumi 9 ballu skalā svārstījās no 4 līdz 8 ballēm. Rūsas izplatība 2020. gada apstākļos bija minimāla, tādēļ tās uzņēmība netika vērtēta. Beļģu zinātnieku pētījumos ir pierādīts, ka ganību airenes izturības pret rūsu pārmantojamība ir diezgan augsta (0.46), selekcijas procesā tas dod iespēju uzlabot šķirnes pretestību, taču ir iespējama negatīva korelācija ar ražu. Izturīgāko šķirņu raža pētījumā bija par 4% mazāka nekā uzņēmīgākajam materiālam. Rūsas sastopamība ir ļoti mainīga pa gadiem, tādēļ novērojumi vairākās vietās ilgākā laika periodā ir labākais veids, kā uzlabot izturību pret rūsu daudzgadīgajām airenēm (Reheul, Ghesquiere, 2006).

Veģetācijas noslēguma posmā septembra beigās varēja novērot būtiskas atšķirības starp genotipiem zelmeņa zaļuma jeb veselīguma ziņā, kas norāda uz to, ka vērtētajiem genotipiem bija atšķirīga noturība pret dažāda veida plankumainību. Koši zaļš zelmenis konstatēts šķirnēm 'Barmaxima' un 'Melbolt' (8.1 balle), salīdzinoši veselīgs zelmenis bija arī šķirnēm 'Raminta'(7.6) un 'SW Birger' (7.4 balles).

1. tabula / *Table 1*

Ganību airenes šķirņu un gēnu bankas dažādību vērtējumi 9 ballu skalā

Assessment of perennial ryegrass varieties and gene bank accessions on a 9–point scale

Šķirne/ *Variety*	Plaukšana, dienas / *Heading days*[1]	Ataugšana/ *Regrowth*			Stiebru attīstība / *Culm growing*		Segums/ *Cover*, %	Rūsas uzņēmība 2019. g. / *Rust susceptibility*	Zelmeņa veselīgums / *Sward health*
		pavasarī/ *in spring*	2. pļāv. / *2nd cut*	3. pļāv. / *3rd cut*	2. pļāv. / *2nd cut*	3. pļāv./ *3rd cut*			
'Raminta'	34	6.8	7.8	7.3	6.0	5.6	86.4	4.6	7.6
'Spīdola'	34	6.4	6.5	7.3	5.6	3.5	90.0	4.1	6.8
'Nashota'	35	6.6	7.0	6.5	2.4	2.0	86.2	1.9	6.5
'Ivar'	34	6.6	6.0	3.9	2.6	1.9	83.1	5.6*	4.0
'Fia'	32	7.7*	6.5	5.6	4.7	2.9	80.6	3.8	5.1
'Figgjo'	32	7.9*	8.0	6.6	5.6	2.4	76.9	5.0	5.8
'Fjaler'	32	6.6	6.0	3.8	3.6	2.5	87.9	4.4	4.5
'Trygve'	34	6.5	7.0	4.3	3.8	3.6	88.3	6.2*	4.3
'Melbolt'	37	5.5	8.0	6.8	2.5	2.4	86.7	1.0	8.1
'Vir 51518'	32	7.6*	6.5	6.5	2.9	4.0	83.9	4.6	5.6
'LVA02519'	36	6.5	7.0	6.1	4.7	3.3	83.7	3.6	6.1
'LIA 1056'	36	6.4	5.9	4.0	1.6	0.9	89.4	4.1	4.6
'LIA 1069'	36	7.4	7.0	5.1	2.1	2.0	86.2	4.0	4.6
'LIA 565'	36	6.4	7.0	6.4	3.3	2.5	86.9	4.0	5.8
'LIA 852'	36	6.8	7.0	5.5	3.7	3.6	86.4	3.5	5.3
'LIA 1411'	36	6.6	7.0	5.0	5.1	3.0	85.2	5.1	4.9
'LVA00062'	36	5.5	6.0	4.8	3.7	2.1	84.0	4.1	5.4
'Dumdrum'	36	6.1	7.0	5.0	4.1	2.1	85.2	5.8*	5.8
'Aston Princess'	37	6.4	7.0	5.3	3.5	2.0	90.6	2.5	6.2
'Barmaxima'	36	6.5	7.0	6.8	2.8	1.9	91.0	1.9	8.1
'SW Birger'	31	8.0*	6.0	6.4	3.5	3.4	87.9	4.3	7.4
$Rs_{0.05}$/ $LSD_{0.05}$	0.91	0.57	0.68	1.21	1.17	0.55	6.37	0.58	1.05

* – norāda uz būtiski augstāku vērtējumu $P < 0.05$ ticamības līmenī.

* – *indicates a significantly higher score at $P < 0.05$.*

Sausnas ražas 1. lietošanas gadā trīs pļāvumos svārstījās no 9.1 t ha^{-1} numuram 'LVA00062' līdz 11.27 t ha^{-1} standartšķirnei 'Raminta'. Augstu ražu nodrošināja arī šķirnes 'Nashota' (11.26 t ha^{-1}), 'Figgjo' (11.02 t ha^{-1}) un citas (2. tab.).

Otrajā lietošanas gadā bija labvēlīgāki mitruma apstākļi veģetācijas periodā, tāpēc bija iespēja veikt četrus pļāvumus sezonā. Sausnas ražas kopumā bija līdzvērtīgas 1. lietošanas gadā ievāktajām trīs pļāvumos, kopraža svārstījās no 8.64 t ha^{-1} numuram 'LVA00062' līdz 12.29 t ha^{-1} šķirnei 'Nashota'. Augstākās sausnas ražas virs 11 t ha^{-1} 2. lietošanas gadā nodrošināja genotipi 'Raminta', 'Fia', 'Figgjo' un 'LIA 1056'. Vidēji divos lietošanas gados sausnas ražas svārstījās no 8.87 t ha^{-1} līdz 11.78 t ha^{-1}, ražīgākās bija šķirnes 'Nashota' (11.78 t ha^{-1}), 'Raminta' (11.48 t ha^{-1}) un 'Figgjo' (11.41 t ha^{-1}).

Augstākas sausnas ražas ganību airenes zelmeņi parasti nodrošina pirmajā lietošanas gadā. Šoreiz pirmā un otrā lietošanas gada sausnas ražas bija līdzvērtīgas, kas skaidrojams ar atšķirīgo mitruma nodrošinājumu – pirmajā lietošanas gadā aprīlī un jūnijā trūka mitruma, to pavadīja vairāki karstuma periodi vasaras mēnešos, kad gaisa temperatūra ilgstoši saglabājās virs ilggadēji vidējā rādītāja, un ganību airenes zelmeņu ataugšanas spēja tika traucēta. Traucētas augšanas intensitātes dēļ pirmajā lietošanas gadā varēja ievākt tikai trīs pļāvumus.

2. tabula / *Table 2*

Ganību airenes šķirņu un gēnu bankas dažādību sausnas raža 1. un 2. lietošanas gadā, t ha^{-1}

Dry matter yield of perennial ryegrass varieties and gene bank accessions in the 1st and 2nd ley year, t ha^{-1}

Šķirne/ ***Variety***	**Sausnas kopraža 1. lietošanas gadā /** ***DM yield in the 1st ley year***	**Sausnas kopraža 2. lietošanas gadā /** ***DM yield in the 2nd ley year***	**Vidējā sausnas raža divos lietošanas gados /** ***An average DM yield in two ley years***	
			t ha^{-1}	**%**
'Raminta'	11.27	11.68	11.48	100
'Spīdola'	10.25	10.27	10.26	89
'Nashota'	11.26	12.29	11.78	103
'Ivar'	9.20	9.42	9.31	81
'Fia'	10.13	11.52	10.83	94
'Figgjo'	11.02	11.79	11.41	99
'Fjaler'	9.23	8.84	9.04	79
'Trygve'	10.07	9.38	9.73	85
'Melbolt'	10.65	9.46	10.06	88
'Vir 51518'	10.67	11.00	10.84	94
'LVA02519'	9.86	10.4	10.17	89
'LIA 1056'	9.60	11.41	10.51	92
'LIA 1069'	10.11	10.85	10.48	91
'LIA 565'	10.61	10.44	10.53	92
'LIA 852'	9.73	10.60	10.17	89
'LIA 1411'	9.37	9.78	9.58	83
'LVA00062'	9.10	8.64	8.87	77
'Dumdrum'	9.52	9.35	9.44	82
'Aston Princess'	10.43	9.39	9.91	86
'Barmaxima'	10.51	9.62	10.07	88
'SW Birger'	10.36	9.42	9.89	86
$Rs_{0.05}$/ $LSD_{0.05}$	1.17	2.04	1.02	–

Kopumā divos lietošanas gados sausnas raža svārstījās no 17.74 līdz 23.55 t ha^{-1} – atkarībā no genotipa. Ganību airene, līdzīgi kā citas zālaugu sugas, augstāko sausnas ražu nodrošina 1. pļāvumā. Šajā izmēģinājumā pirmā pļāvuma sausnas ražas īpatsvars vidēji bija 58% no sausnas kopražas. Vidēji divos pētījumu gados 1. pļāvuma sausnas raža variēja 53–62% robežās atkarībā no genotipa, bet otrā un trešā pļāvuma ražas īpatsvars bija samērā līdzīgs, attiecīgi 22% un 17% no kopražas (skat. 2. att.).

2. att. Ganību airenes sausnas kopraža pa pļāvumiem divos lietošanas gados (2019.–2020. gadā).
Fig. 2. Total dry matter yield by mowings of two years of use, t ha^{-1}.

Vidēji divos pētījumu gados 1. pļāvuma sausnas raža variēja 53–62% robežās atkarībā no genotipa, bet otrā un trešā pļāvuma ražas īpatsvars bija samērā līdzīgs, attiecīgi 22% un 17% no kopražas (skat. 2. att.). Ceturtais pļāvums Latvijas agroklimatiskajos apstākļos parasti dod nebūtisku ražas daļu, tas svārstās 5–10% robežās, taču zelmeņa appļaušana rudenī pirms ziemošanas ir svarīga, tā nodrošina labāku ziemcietību un palielina ilggadību.

Ganību airenes genotipu pirmajam pļāvumam tika novērtēta zelmeņu lopbarības kvalitāte. Kopproteīna saturs svārstījās no 7.11 līdz 11.66% (3. tab.), ar augstākiem rādītājiem izcēlās genotipi 'LIA 852' (11.66%), 'Raminta' (10.65%), 'LVA00062' (10.78%) un 'Barmaxima' (10.51%). Kopproteīna saturs 1. pļāvuma ražā lielā mērā korelēja ar šķirņu agrīnumu – jo vēlīnāka šķirne, jo augstāks bija kopproteīna saturs.

3. tabula / *Table 3*

Ganību airenes šķirņu un gēnu bankas dažādību 1. pļāvuma lopbarības kvalitāte
Fodder quality of perennial ryegrass varieties and gene bank accessions for the 1st cut

Šķirne/ *Variety*	**Kopproteīns/ *Crude protein, %***	**NDF, %**	**ADF, %**	**MJ kg^{-1}**			**Sausnas sagremojamība/ *Digestibility, %***	**Sausnas uzņemšanas spēja / *Intake of dry matter (DMI)*, %***	**RFV**
				NEL	**NEM**	**NEG**			
'Raminta'	10.65	44.42	23.59	6.73	7.37	4.35	70.52	2.70	148
'Spīdola'	9.76	40.86	22.09	6.85	7.51	4.49	71.69	2.94	163
'Nashota'	8.02	39.01	20.63	6.96	7.65	4.63	72.83	3.08	174
'Ivar'	9.80	42.89	22.80	6.79	7.44	4.42	71.14	2.80	154
'Fia'	7.11	43.30	23.62	6.72	7.36	4.34	70.50	2.77	151
'Figgjo'	8.19	44.05	23.12	6.76	7.41	4.39	70.89	2.72	150
'Fjaler'	7.26	41.98	22.39	6.82	7.48	4.46	71.46	2.86	158
'Trygve'	10.03	41.59	22.10	6.85	7.51	4.49	71.68	2.89	160
'Melbolt'	9.53	40.02	20.53	6.97	7.66	4.64	72.91	3.00	169
'Vir 51518'	9.46	41.71	21.82	6.87	7.53	4.51	71.90	2.88	160
'LVA02519'	9.59	38.85	20.50	6.97	7.66	4.64	72.93	3.09	175
'LIA 1056'	9.66	43.49	23.37	6.74	7.39	4.37	70.69	2.76	151
'LIA 1069'	7.90	39.68	20.71	6.96	7.64	4.62	72.77	3.02	171
'LIA 565'	8.51	39.42	20.85	6.95	7.63	4.61	72.66	3.04	171
'LIA 852'	11.66	41.74	22.25	6.83	7.49	4.47	71.57	2.87	160
'LIA 1411'	10.08	39.91	21.19	6.92	7.59	4.57	72.39	3.01	169
'LVA00062'	10.78	43.35	23.16	6.76	7.41	4.39	70.86	2.77	152
'Dumdrum'	8.68	39.04	21.54	6.89	7.56	4.54	72.12	3.07	172
'Aston Princess'	8.69	38.84	21.29	6.91	7.58	4.56	72.32	3.09	173
'Barmaxima'	10.51	44.55	23.51	6.73	7.37	4.35	70.59	2.69	147
'SW Birger'	8.39	42.44	22.89	6.78	7.43	4.41	71.07	2.83	156
Vidējais	9.25	41.48	22.09	6.85	7.51	4.49	71.69	2.90	161
Min	7.11	38.84	20.50	6.72	7.36	4.34	70.50	2.69	147
Max	11.66	44.55	23.62	6.97	7.66	4.64	72.93	3.09	175

Kokšķiedras rādītājus raksturo ADF un NDF saturs. ADF negatīvi korelē ar apēstās barības sagremojamību, pieaugot tā saturam, samazinās zāles lopbarības sagremojamība. Savukārt, pieaugot NDF saturam barībā, dzīvnieks to spēj uzņemt mazāk. Lai slaucamā govs apēstu pietiekamu daudzumu skābbarības un ražotu pienu no rupjās lopbarības, ADF nedrīkst pārsniegt 40% sausnā, savukārt NDF jābūt < 50%. Ja šie kokšķiedras frakciju rādītāji ir būtiski augstāki, jārēķinās, ka dzīvnieks šādu lopbarību apēdīs mazāk un no apēstā pārstrādās mazāk, attiecīgi barības deva būs jāpapildina ar citiem barības līdzekļiem nepieciešamās enerģijas nodrošināšanai. Izmēģinājumā ADF rādītāji svārstījās no 38.84% līdz 44.55%, savukārt NDF no 20.5 līdz 23.62%. Sausnas sagremojamība visiem ganību airenes genotipiem bija augsta, tā bija robežās no 70.5 līdz 72.93%, kas liecina, ka visu ganību airenes šķirņu zelmeņi pirmajā pļāvumā nodrošināja augstas kvalitātes lopbarību.

Vērtējot barības līdzekļus, būtu jāuzrāda trīs neto enerģijas vērtības, kuru efektivitāte atšķiras atkarībā no mērķa, kādam barības līdzekļa enerģijas rādītāju izmanto. Neto enerģiju dzīvmasas pieaugumam (NEG) izmanto retāk, tai ir arī zemāka vērtība, izmēģinājumā NEG bija 4.34–4.64 MJ kg^{-1}. Līdzīgi izmanto arī neto enerģijas rādītāju organisma uztures vajadzībām (NEM), kas svārstījās no 7.36 līdz 7.66 MJ kg^{-1}. Neto enerģijas rādītājs laktācijai (NEL) svārstījās no 6.72 līdz 6.97 MJ kg^{-1}, to izmanto slaucamo govju barības devu izveidei, tā parāda arī enerģijas zudumus barības sagremošanas un izmantošanas procesā. Tāpat svarīgi ir zināt barības sausnas uzņemšanas spēju (DMI) jeb sausnas daudzumu, ko dzīvnieks spēs apēst. Tas atkarīgs no tā, cik ātri rupjā lopbarība tiks sagremota

un izies cauri zarnu traktam. Vistiešāk šo rādītāju ietekmē NDF – pieaugot kokšķiedrai, sausnas uzņemšanas spēja samazinās. Genotipu sausnas uzņemšanas spēja (DMI) svārstījās no 2.69 līdz 3.09. Relatīvās barības vērtības (RFV) indekss ļauj salīdzināt rupjo lopbarību, ņemot vērā barības sagremojamību un uzņemšanas spēju. Jo tas augstāks, jo augstvērtīgāka lopbarība. Robežskaitlis ir 100, to nesasniedzot, lopbarības kvalitāte ir zema. Augstražīgām slaucamajām govīm nepieciešama barība ir ar indeksu virs 124 (Lopbarības analīžu rezultātu..., 2013). Visiem genotipiem RFV indekss bija augstāks, tas svārstījās robežās no 147 līdz 175. Vērtējot lopbarības kvalitātes rādītājus kopumā, var secināt, ka augstvērtīgāko lopbarību nodrošināja genotipi 'Nashota', 'LVA02519', 'Aston Princess' un 'Dumdrum'. Arī daudzu citu genotipu rādītāji bija ļoti labi, kas vēlreiz apliecina, ka, pļaujot ganību airenes zelmeņus vārpošanas sākuma fāzē, iespējams nodrošināt augstvērtīgu lopbarību.

Secinājumi

1. Ganību airenes genotipu izvērtējumā rodas salīdzinoši atšķirīgi rezultāti – vieni ir pārāki vienā jomā, citi izceļas ar citu rādītāju. Pētījumi jāturpina trešajā un ceturtajā lietošanas gadā, jo jaunie ganību airenes zelmeņi Latvijas klimatiskajos apstākļos ir salīdzinoši noturīgi pirmajos lietošanas gados, sevišķi sezonās, kad nav jāsaskaras ar kritiskiem ziemošanas apstākļiem. Vecākos zelmeņos tiek konstatētas būtiskākas atšķirības, kas ļauj materiālu kritiski izvērtēt.
2. Ir grūti viennozīmīgi izcelt kādu atsevišķu genotipu, bet pirmsselekcijas materiāla izvērtēšanas procesā būtiski ir noskaidrot šķirņu un numuru raksturīgākās pazīmes, lai iegūto informāciju varētu turpmāk izmantot ganību airenes selekcijas izejmateriāla izpētē un donoršķirņu izvēlē.

Pateicība. Pētījumi veikti ZM finansētā projekta "Ganību airenes pirmsselekcijas materiāla izvērtēšana" programmas "Lauksaimniecībā izmantojamie zinātnes projekti" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Berzins P., Rungis D., Rancane S., Gailite A., Belevica V., Stesele V., Vezis I., Jansons A. (2018). Yield and genetic composition of Latvian xFestulolium cultivars and breeding material. G. Brazauskas et al. (eds.): *Breeding Grasses and Protein Crops in the Era of Genomics*. Springer, p. 62–67.
2. Kemešytė V., Statkevičiūtė G., Jaškūnė K. (2019). Long-term crown rust survey in perennial ryegrass and *Festulolium* trials in Lithuania. *Grassland Science in Europe*, Vol. 24, p. 429.
3. Nilsson A. (2012). Pre-breeding collaboration in the Nordic-Baltic region. ***In**: Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Section B, Vol. 66 (2012), No. 4/5 (679/680), p. 210–213.
4. Rancāne S., Bērziņš P., Vēzis I., Jansons A., Rebāne A., Stesele V. (2019). Ganību airenes selekcijas izejmateriāla izvērtējums. ***No:** Līdzsvarota lauksaimniecība:* Zinātniski praktiskās konferences Raksti (2019. g. 21. febr.). Jelgava: LLU, 56–62. lpp.
5. Reheul D., Ghesquiere A. (2006). Breeding perennial ryegrass with better crown rust resistance. *Plant breeding*, Vol. 115(6), p. 465–469.
6. Rognli O. A., Aavola R., Aleliūnas A., Asp T., Brazauskas G., Gylstrøm K. H., Helgadottir A., Isolahti M., Kovi M. R., Kristjánsdóttir A., Larsen A. S., Marum P., Paina C., Persson C., Rancãne S. (2018). Utilization of genebank accessions to improve northern adaptation of perennial ryegrass. G. Brazauskas et al. (eds.). *Breeding Grasses and Protein Crops in the Era of Genomics*. Springer, p. 3–8.
7. Schubiger F. X., Baert J., Bayle B., Bourdon P., Cagas B., Cernoch V., Czembor E., Eickmeyer F., Feuerstein U., Hartmann S., Jakesova H., Johnston D., Krautzer B., Leenheer H., Lellbach H., Persson C., Pietraszek W., Posselt U. K., Romani M., Russi L., Schulze S., Tardin M. C., VanHee F., Kruijssen L., Wilkins P., Willner E., Wolters L., Boller B. (2010). *Susceptibility of European cultivars of Italian and perennial ryegrass to crown and stem rust. Euphytica*, 176: p. 167–181.
8. Lopbarības analīžu rezultātu apkopojums, 2013 [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 10. febr.]. Pieejams: http://www.laukutikls.lv/sites/laukutikls.lv/files/upload/piena_rokasgramata/54_lopbariba_internetam.pdf.

DAUDZGADĪGO ZĀLAUGU VIRSZEMES BIOMASAS POTENCIĀLS ATKARĪBĀ NO TAURIŅZIEŽU ĪPATSVARA ZĀLĀJĀ BIOLOĢISKĀS SAIMNIEKOŠANAS APSTĀKĻOS

POTENTIAL OF ABOVEGROUND BIOMASS OF PERENNIAL GRASSES DEPENDING ON THE PROPORTION OF LEGUMINOSAE IN THE SWARD UNDER ORGANIC FARMING CONDITIONS

Līvija Zariņa, Līga Dzedule, Aija Vaivode
Agroresursu un ekonomikas institūts
livija.zarina@arei.lv

Abstract. *Field experiments on perennial Leguminosaes in organic crop rotation of Priekuli Research Centre of the Institute of Agricultural Resources and Economics were established under the project "Improvement of the accounting system for greenhouse gas (GHG) emissions and carbon dioxide (CO_2) sequestration caused by arable land and perennial grassland management and development of appropriate methodological solutions". Different genotypes have been included in the study since 2018, such as alfalfa 'Gea', red clover 'Dižstende', 'Dīvaja' and 'Raunis' in the mixture with grasses with legume proportion up to 50% (sown under spring barley 'Saule') and above 50% (sown as the main crop), to study the effect of proportion of legumes in the grass mixtures. The main goal of the research was to obtain grass biomass data to develop biomass conversion equations by determining carbon inputs from surface biomass. The results showed that the highest green mass yield in all variants was obtained in the second experimental year, the average total yield between the variants varied in the amount of 22.3 t ha^{-1}. On average, the highest biomass yield was obtained in the mixture with the proportion of red clover 'Raunis' above 50%, however, the yield difference was significant ($p = 0.001$) only in the first harvest in 2019 and in the second harvest in 2020. Among the mixtures with the proportion of legumes below 50%, although insignificant ($p = 0.001$), the mixture with red clover 'Dižstende' had a higher yield. During the whole research period the most stable total yield was obtained in the variant with alfalfa.*

Key words: *perennial Leguminosaes, grass mixtures, organic farming.*

Ievads

Zālaugu audzēšana primāri saistāma ar lopbarības nodrošināšanu, tāpēc lauksaimniecības nozarē tai vienmēr pamatoti pievērsta liela nozīme. Pasaulē kopumā tieši zālāji veido lielāko ekosistēmas daļu un ievērojami veicina pārtikas nodrošinājumu (O'Mara, 2012). Latvijā daudzgadīgie zālaugi aizņem 273.3 tūkstošus hektāru, kas ir lielākā daļa no kopējās lopbarības-zaļbarības vajadzībām aizņemtās teritorijas[1]. Bioloģiski audzēto zālāju īpatsvars no 141.4 tūkstošiem aramzemes hektāru veido gandrīz 40%[2], tāpēc tā ir vērā ņemama platība, domājot par mūsdienu galveno izaicinājumu – samazināt siltumnīcas efekta gāzu (SEG) izraisītās emisijas. SEG emisiju sasaiste ar zālaugiem ir skaidrojama ar to, ka tauriņzieži augsekās papildina augsni ar bioloģiski saistīto slāpekli (N), tādējādi ietekmējot slāpekļa oksīdu veidošanās un emisijas potenciālu (Līpenīte, Kārkliņš, 2015). Tauriņziežu iekļaušana kultūraugu rotācijā ir arī viens no amonjaka emisijas samazinošiem pasākumiem, kas ir iekļauts Kopējās lauksaimniecības politikas mērķos.

Zālāju ierīkošanai izmanto plašu tauriņziežu un stiebrzāļu sugu un šķirņu klāstu, kas ir likumsakarīgi, jo Latvijas teritorijai raksturīgi daudzveidīgi agroekoloģiskie apstākļi, un katram no genotipiem ir sava komforta zona, ko vienmēr uzsver arī nozares speciālisti, norādot, ka šķirnēm, kas ir selekcionētas konkrētā reģionā, ir atšķirīgas ražas, audzējot tās citā reģionā (Gūtmane, Adamovičs, 2011). Zālājos visplašāk audzētie tauriņzieži ir lucerna un sarkanais āboliņš. Zinot, ka tauriņziežu-stiebrzāļu maisījumi kopumā piesaista lielāku daudzumu slāpekļa, nekā sējot tīrsējā (Adamovičs, Klāsens, 2003; Barneze et al, 2019), ir nepieciešams mērķtiecīgi saprast, kādās proporcijās sugas

[1] Lauksaimniecības kultūraugu sējumu platība, 2019 [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 20. maijā]. Pieejams: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START__NOZ__LA__LAG/LAG020/table/tableViewLayout1/.
[2] Latvijas lauksaimniecība, Statistisko datu krājums, 2020 [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 13. jūn.]. Pieejams: https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/augkopiba/meklet-tema/424-latvijas-lauksaimnieciba-2020.

jāizvēlas audzēt, lai N piesaiste būtu racionāla. Ņemot vērā, ka augsnes apsaimniekošana pēc bioloģiskās lauksaimniecības metodēm sniedz arī ieguldījumu atmosfēras CO_2 koncentrācijas pieauguma samazināšanā (Jones et.al., 2006), ir nepieciešams zināt, kā tauriņziežu relatīvā īpatsvara pieaugums palielinātu augu produktivitāti un samazinātu SEG emisijas.

Projekta "Aramzemes un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju un oglekļa dioksīda (CO_2) piesaistes uzskaites sistēmas pilnveidošana un atbilstošu metodisko risinājumu izstrādāšana" ietvaros Agroresursu un ekonomikas institūtā (AREI) tika salīdzināti Latvijā selekcionēto zālaugu sugu maisījumu virszemes biomasas rādītāji bioloģiski apsaimniekotā laukā atkarībā no tauriņziežu īpatsvara zelmenī. Pētījuma virsmērķis bija iegūt zālaugu biomasas datus, lai izstrādātu biomasas pārrēķinu vienādojumus un noteiktu oglekļa ieneses ar virszemes biomasu.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi ierīkoti 2018. gadā AREI Priekuļu Pētniecības centra bioloģiskās augsekas laukā vāji skābā augsnē, ar labu augiem pieejamā fosfora un kālija daudzumu un 16 g kg^{-1} organiskās vielas saturu. Pētījumā iekļautās šķirnes: lucerna (*Medicago sativa* L.) 'Gea', sarkanais āboliņš (*Trifolium pratense* L.) 'Dižstende' un 'Raunis' maisījumā ar timotiņu (*Phleum pratense* L.). Maisījums ar tauriņziežu piesātinājumu līdz 50% sēts pasējā zem vasaras miežiem 'Saule', virs 50% sēts bez virsauga (Tab.). Priekšaugs – auzas. Lauka sagatavošanas darbos ietilpa rudens aršana (20.10.2017.), šļūkšana (18.04.2018.) un kultivēšana (02.05.2018.) divās kārtās. Sēja veikta 11. maijā ar sējmašīnu HEGE, pēc tam sējumus pieveļot.

Tabula / *Table*

Pētījumā iekļautie zālaugi un to maisījumi
Legumes, grasses and their mixtures included in the study

Izmēģinājuma varianti / *Trial variants*	**Apzīmējumi/*Designation***
Lucerna, tīrsējā	ZAL 1
Stiebrzāles ar tauriņziežiem zem 50%, ar āboliņu 'Dižstende'	ZAL 2
Stiebrzāles ar tauriņziežiem zem 50%, ar āboliņu 'Raunis'	ZAL 3
Stiebrzāles ar tauriņziežiem virs 50%, ar lucernu	ZAL 4
Stiebrzāles ar tauriņziežiem virs 50%, ar āboliņu 'Dīvaja'	ZAL 5

Tīrsējā sētie sējumi divas reizes ecēti nezāļu ierobežošanai, lauka malas un izolācijas joslas koptas, tās appļaujot. Virsaugs nokults pirmajā augustā. Zaļmasas virszemes biomasas ražas noteikšanai sezonā veikti trīs pļāvumi, izmantojot HALDRUP zāles novākšanas kombainu, kas pēc katra lauciņa automātiski veic arī nopļautās masas svērumus. Paraugi sausnas noteikšanai 48 stundas žāvēti 34 °C temperatūrā žāvējamā skapī. Meteoroloģisko apstākļu raksturošanai izmantoti Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas Priekuļu Meteoroloģiskās stacijas dati.

1. att. Gaisa temperatūra pētījumu periodā Priekuļos, °C.
Fig.1. Air temperature during the research period in Priekuli, °C.

Pētījumu periodā (2018.–2020. gads) meteoroloģiskie apstākļi bija izteikti atšķirīgi no ilggadēji vidējiem rādītājiem pirmajā sezonā 2018. gadā, kad bija sauss un silts maijs, jūlijs un augusts.

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

Izmēģinājumu otrajā sezonā 2019. gadā izteikti sauss bija veģetācijas perioda sākums (aprīlis), bet trešā sezona 2020. gadā vidēji bija vēsāka nekā abas iepriekšējās, ar izteiktu sausuma periodu augustā (skat. 1., 2. att.).

Rezultāti un diskusijas

Pirmajā izmantošanas gadā zālāju kopējās zaļmasas raža sasniedza 75.58 (ZAL4) līdz 90.87 t ha^{-1} (ZAL2) (skat. 3. att.). Visos variantos lielākais zaļmasas iznākums konstatēts pirmajā pļāvumā. Līdzīgus rezultātus ieguvuši arī citi (Søegaard et al, 2007) zālaugu pētnieki.

3. att. Zaļmasas raža pirmajā izmantošanas gadā, t ha^{-1}.
Fig.3. Yield of green mass in the first year of use (2018), t ha^{-1}.

Dati liecina, ka augstākā zaļmasas raža visos variantos, izņemot lucernu tīrsējā (ZAL1), tika iegūta pirmajā izmantošanas gadā (skat. 4. att.), vidējai kopražai starp variantiem variējot 22.3 t ha^{-1} apjomā. Šie rezultāti saskan ar citiem Latvijā veikto pētījumu rezultātiem (Adamovičs, 2017). Nozīmīgi ir uzsvērt faktu, ka pirmajā izmantošanas gadā svārstības starp zālāju veidiem bija būtiski ($\alpha = 0.05$) mazākas – 15.3 t ha^{-1}. Pētīto variantu vidū vidēji augstākā biomasas raža iegūta maisījumā ar sarkanā āboliņa 'Raunis' īpatsvaru virs 50%, tomēr būtiska ($p = 0.001$) ražas starpība fiksēta tikai pirmajā pļāvumā 2019. gada sezonā un otrajā pļāvumā 2020. gadā. Starp maisījumiem ar tauriņziežu īpatsvaru zem 50%, lai arī nebūtiski ($p = 0.001$), tomēr augstāku ražu sasniedza maisījums ar sarkano āboliņu 'Dižstende'.

4. att. Zaļmasas raža otrajā izmantošanas gadā, t ha^{-1}.
Fig.4. Yield of green mass in the second year of use, t ha^{-1}.

Raksturīgi, ka visā pētījumu periodā maisījumā ar lucernas īpatsvaru zem 50% iegūti stabilākie kopējās ražas rādītāji, svārstībām pa gadiem nepārsniedzot 2.1 t ha^{-1}. Savukārt izteiktas virszemes biomasas kopražas svārstības pa gadiem konstatētas variantā ar lucernu tīrsējā, kas norāda uz to, ka tīrsējā sēta lucerna vairāk reaģē uz agroekoloģisko apstākļu izraisītiem stresiem, kāds varēja būt, piemēram, ilgstošais sausuma periods 2020. gada maijā. Kā otrs iemesls zemākiem biomasas rādītājiem variantos ar lucernu tīrsējā un lucernas īpatsvaru maisījumā virs 50% varētu kalpot fakts, ka laukā augsnes reakcija bija zemāka par to, kas lucernai tiek uzskatīta par optimālu. Šajā izmēģinājumā tika pierādīts, ka maisījumā ar stiebrzālēm, lucernas īpatsvaram nepārsniedzot 50%, stiebrzāles spēj kompensēt kopējo biomasas ražas iznākumu. Tā kā kopējās biomasas ražas rādītāji būtiski neatšķiras ($p = 0.001$), šajā pētījumā apstiprinājumu negūst citu autoru (Sanderson et al, 2013) izpētītais, ka maisījumi ar lielāku tauriņziežu īpatsvaru ir ražīgāki. Tas nozīmē, ka liela nozīme ir konkrētu genotipu izpētei konkrētos agroekoloģiskos apstākļos, kas jāņem vērā, pirms tiek izvēlēta audzēšanai vispiemērotākā šķirne.

Secinājumi

Vāji skābās augsnēs stiebrzāļu maisījumiem ar sarkano āboliņu 'Raunis' konstatēta būtiski ($\alpha = 0.05$) augstāka biomasas raža nekā tīrsējā sētai lucernas šķirnei 'Gea'.

Izmantotā literatūra

1. Adamovičs A. (2017). Zālāju zelmeņu veidošanas, zāles lopbarības ražošanas tehnoloģiju pilnveidošanas un daudzfunkcionālas izmantošanas zinātniskais pamatojums. Par paveikto 2017. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, ZM subsīdiju projekts Nr. 10.9.1.-11/17/167.
2. Adamovičs A., Klāsens V. (2003). Lopbarības tauriņziežu atmosfēras slāpekļa saistīšanas produktivitāte lesivētās brūnaugsnēs. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 5, 132.–137. lpp.
3. Barneze A. S., Whitaker J., McNamara N. P., Ostle N. J. (2019). Legumes increase grassland productivity with no effect on nitrous oxide emissions. *Plant and Soil*, Vol. 446, p.163–177.
4. Gūtmane I., Adamovičs A. (2011). Auzeņaireņu un hibrīdo aireņu produktivitātes veidošanos noteicošie faktori. *LLU Raksti*, Nr. 26 (321), 33.–44. lpp.
5. Jones S. K., Rees R. M., Kosmas D., Ball B. C., Skiba U. M. (2006). Carbon sequestration in a temperate grassland; management and climatic controls. *Soil Use and Management*, Vol.22 (2), p.132–142.
6. Līpenīte I., Kārkliņš A. (2015). Tauriņziežu audzēšana un vides riski. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība:* Zinātniski praktiskās konferences Raksti (2015. gada 19.–20. febr.). Jelgava: LLU, 24.–37. lpp.
7. O'Mara F. P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, Vol. 110 (6), p.1263–1270.

8. Sanderson M. A., Brink G., Stout R., Ruth L. (2013). Grass–Legume Proportions in Forage Seed Mixtures and Effects on Herbage Yield and Weed Abundance. *Agronomy Journal*, Vol., I. (5), p. 1289–1297.
9. Søegaard K., Gierus M., Hopkins A., Halling M. (2007). Temporary grassland –challenges in the future. *Grassland Science in Europe*, Vol.12, (3–5 September, 2007), Ghent, Belgium, p. 27–38.

SOJAS ŠĶIRŅU 'LAJMA' UN 'LAULEMA' RAŽA VIĻĀNOS 2018.–2020. GADĀ

YIELD OF SOYABEAN VARIETIES 'LAJMA' AND 'LAULEMA' IN VILANI 2018–2020

Arnis Justs[1,2], Sanita Zute[2], Veneranda Stramkale[1,2], Aldis Stramkalis[1,2]
[1]Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs,
[2]Agroresursu un ekonomikas institūts
arnis.justs@arei.lv, sanita.zute@arei.lv, veneranda.stramkale@arei.lv

Abstract. *In recent years, farmers in Europe and also in Latvia have become increasingly interested in the production of local high protein raw materials. This increases interest in growing soybean (Glycine max) in Latvia in order to reduce the dependence of the livestock sector on the external market. Currently there are no agronomically and economically justified developments in soya cultivation in Latvia. The aim of this study was to determine the changes of soybean varieties seed yield and parameters of productivity under different growing and meteorological conditions (Justs, 2020). The research was conducted in 2018, 2019 and 2020 at Agricultural Research centre Latgale in Vilani (56˚34'10"N, 26˚58'01"E). The meteorological conditions in 2018 were suitable for soybean cultivation, but in 2019 and 2020 they prolonged the vegetation period, which delayed the ripening of later maturing variety 'Lajma'. The soybean seed yield was significantly affected by the variety ($p < 0.001$) and the sowing rate ($p < 0.01$) in both years of the study, as well as the weather conditions in the specific year affecting the yield significantly ($p = 0.012$). In 2018 'Lajma' was a more productive variety: 2.79 t ha^{-1} ('Laulema': 2.03 t ha^{-1}) and in 2019 the situation was the opposite with 'Laulema' being the most productive variety – 1.93 t ha^{-1} ('Lajma': 1.18 t ha^{-1}). In 2020 the variety 'Laulema' was the most productive – 2.44 t ha^{-1} ('Lajma': 1.94 t ha^{-1}). The sowing rate of 60 germinable seeds per m^2 ensured a significantly higher seed yield in all years.*

Key words: *soybean, varieties, yield, Lajma, Laulema, meteorological condition*

Ievads

Pēdējo gadu laikā Eiropā un arī Latvijā pieaug lauksaimnieku interese par vietējo izejvielu (ar augstu proteīna saturu) ražošanu. Tādējādi palielinās interese par sojas (*Glycine max*) audzēšanu Latvijā, lai samazinātu lopkopības nozares atkarību no ārējā tirgus. Šobrīd Latvijā nav agronomiski un ekonomiski pamatotu izstrādņu sojas audzēšanā (Justs, 2020). Agrīnāko sojas šķirņu veģetācijas periods ilgst 130–140 dienas, un sojas attīstības temps lielā mērā ir atkarīgs no gaisa temperatūras. Soja ir termofils augs, kura sekmīgai audzēšanai veģetācijas sezonā efektīvās temperatūras summai (temperatūra virs +10 °C) jābūt vismaz 2000 °C. Agrīnākās šķirnes ir piemērotas audzēšanai arī reģionos ar zemāku efektīvo temperatūru summu, un tās varētu būt perspektīvas izmantošanai Latvijā. Šī pētījuma mērķis ir identificēt Latvijas apstākļiem piemērotākās sojas šķirnes, novērtēt to ražību, ražas stabilitāti pa gadiem un noskaidrot faktorus, kas Latvijas apstākļos to ietekmē. Pētījums veikts ar Valsts un ES atbalsta pasākuma "Sadarbība" 16.1. apakšaktivitātes "Atbalsts Eiropas Inovāciju partnerības lauksaimniecības ražīgumam un ilgtspējai lauksaimniecības ražīguma un ilgtspējas darba grupu īstenošanai" (ELFLA) finansiālu atbalstu projektam Nr. 18–00–A01612–000015 "Jaunas tehnoloģijas un ekonomiski pamatoti risinājumi vietējās lopbarības ražošanai cūkkopībā: ģenētiski nemodificētas sojas un jaunu vietējo lopbarības miežu šķirņu audzēšana Latvijā" (Zute u. c., 2020). Projekta ietvaros tika izstrādāts maģistra darbs "Sojas ražas veidošanās atkarībā no pielietotajiem audzēšanas paņēmieniem Latgalē". Rakstā izmantoti maģistra darba rezultāti, pievienojot 2020. gadā iegūtos datus.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājums ierīkots SIA "Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs", Viļānos (Viduslatgalē – 56˚34'10"N, 26˚58'01"E). Sojas šķirnes 'Laulema' un 'Lajma', kas iekļautas 000 agrīnības grupā (veģetācijas perioda garums 120 līdz 140 dienas), visos izmēģinājuma gados iesētas periodā no 7. līdz 15. maijam (augsnes temperatūrai sasniedzot +10 ºC). Pētījumā bija 12 dažādi varianti, katram variantam četri atkārtojumi, izmēģinājuma lauciņa lielums 20 m^2, uzskaites platība 16 m^2. Izmēģinājumā tika pētīta trīs faktoru ietekme uz sojas augu attīstību un ražas veidošanos: A – šķirne (A1 – 'Lajma', A2 – 'Laulema'); B – izsējas norma (B1 – 40, B2 – 50, B3 – 60 dīgtspējīgas

sēklas uz 1 m^2); C – rindstarpu attālums (C1 – 12.5 cm, C2 – 25 cm). Sēklas pirms sējas apstrādātas ar *Rhizobium* baktēriju produktu *HiStick*® sausa pulvera veidā (6 biljoni baktēriju gramā produkta). Izmēģinājuma lauka augsnei raksturīgs augsts organiskās vielas saturs (4.0–4.1 g kg^{-1}), smaga smilšmāla struktūra un sojai optimāla augsnes reakcija (pH KCl 6.5 – 6.6). Pamatmēslojumā pirms sējas tika iestrādāts komplekss minerālmēslojums (N:P:K 8–20–30) 250 kg ha^{-1} 2018. un 2020. gadā, bet 300 kg ha^{-1} 2019. gadā. Visos gados pamatmēslojumam tika pievienots arī fosfora un kālija mēslojums dārzam PK 10-20 – 120 kg ha^{-1}. Papildmēslojums netika izmantots.

Rezultāti un diskusijas

Būtiska ietekme uz **sojas sēklu ražu** 2018. gadā bija šķirnei ($p < 0.001$) un izsējas normai ($p < 0.001$), bet rindstarpu attāluma ietekme nebija būtiska nevienā no izmēģinājuma gadiem (Tab.).

Tabula / *Table*

Sojas sēklu raža Viļānos 2018.–2020. gadā atkarībā no šķirnes, rindstarpu attāluma un izsējas normas

Soyabean yield in Vilani in 2018–2020 depending on the variety, row spacing and sowing rate

Pētītie faktori / *Factors studied*	**Sēklu raža pa gadiem, t ha^{-1} / *Seed yield by year, t ha^{-1}***		
	2018	**2019**	**2020**
Šķirne/*Variety*			
p-vērtība/*p-value*	< 0.001	< 0.001	< 0.001
'Lajma'	2.79^a	1.18^b	1.94^b
'Laulema'	2.03^b	1.93^a	2.44^a
Rindstarpu attālums, cm / R*ow spacing, cm*			
p-vērtība/*p-value*	0.179	0.726	0.114
12.5	2.44^a	1.56^a	2.35^a
25	2.38^a	1.54^a	2.02^a
Izsējas norma, dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2 / *Sowing rate, germinable seeds per 1 m^2*			
p-vērtība/*p-value*	< 0.001	< 0.002	< 0.001
40	2.22^b	1.52^b	1.74^b
50	2.29^b	1.49^b	2.17^b
60	2.72^a	1.65^a	2.66^a

^{a,b} – vidējās vērtības, kas apzīmētas ar dažādiem burtiem augšrakstā, būtiski atšķiras.

^{a,b} – *mean values, denoted by different letters in superscript, differ significantly.*

Lielākā raža vidēji visos izmēģinājuma variantos tika iegūta šķirnei 'Lajma' 2018. gadā – 2.79 t ha^{-1}, taču tieši šai šķirnei 2019. gadā tika konstatēta arī zemākā vidējā raža (1.18 t ha^{-1}). Tas skaidrojams ar faktu, ka 2019. gada rudenī bija vēsi un mitri laikapstākļi, kas aizkavēja šīs šķirnes nogatavošanos un apgrūtināja novākšanu, kā rezultātā nācās piedzīvot lielu ražas zudumu. Šķirnei 'Laulema', kas ir agrīnāka, raža bija stabilāka – no 1.93 t ha^{-1} 2019. gadā līdz 2.44 t ha^{-1} 2020. gadā. Pie izsējas normas 60 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2 raža abām šķirnēm būtiski augstāka bija visos izmēģinājuma gados. Novērota būtiska sakarība – jo vairāk augu uz 1 m^2, jo lielāka raža. Rindstarpu attālumam būtiskas ietekmes nebija, tomēr nedaudz augstāka sēklu raža novērota variantos ar rindstarpu attālumu 12.5 cm. Pētījuma gaitā tika secināts, ka vislielākā ietekme uz sojas ražas veidošanos ir meteoroloģiskajiem apstākļiem konkrētā gada veģetācijas periodā.

Piemērotākie laika apstākļi sojas augšanai un attīstībai bija 2018. gada veģetācijas periodā, kad bija silts pavasaris – dīgšanas laikā gaisa temperatūra sasniedza ap +15 °C (skat. 1. att.). Gaisa temperatūra 2019. un 2020. gadā, kā arī augsnes temperatūra bija krietni zemāka – no +10 °C līdz +12 °C, kas aizkavēja dīgšanu, turklāt šajā periodā bija arī vairāk nokrišņu (skat. 2. att.). Visos izmēģinājuma gados ziedēšanai bija labvēlīgi laika apstākļi, bet 2019. un 2020. gadā pēc ziedēšanas pazeminājās gaisa temperatūra, tādējādi pagarinot veģetācijas periodu salīdzinājumā ar 2018. gadu. Veģetācijas periods 2020. gadā bija par 2 dienām, bet 2019. gadā par 19 dienām garāks šķirnei 'Laulema' un par 27 dienām garāks šķirnei 'Lajma'.

1. att. Vidējā gaisa temperatūra Viļānos 2018.–2020. gada veģetācijas periodā.
Fig. 1. Average air temperature in Vilani during 2018-2020 vegetation period.

2019. un 2020. gadā rudens periodi bija salīdzinoši mitri, kas apgrūtināja ražas novākšanu. Šajos gados daļa sojas augu tika novākti ar rokām, jo bija pārlieku mitrs, lai to īstenotu ar kombainu.

2. att. Nokrišņu daudzums Viļānos 2018.–2020. gada veģetācijas periodā.
Fig. 2. Precipitation in Vilani during 2018-2020 vegetation period.

Meteoroloģiskie apstākļi 2019. gadā pagarināja veģetācijas periodu un ietekmēja augu augšanu, neļaujot pilnvērtīgi nogatavoties vēlīnākajai šķirnei 'Lajma'. Ja ir vēss un mitrs laiks, sojas veģetācijas periods var būtiski pagarināties, kas kavē tās nogatavošanos un apgrūtina novākšanu (kā tas bija 2019. un 2020. gadā), tāpēc ir ļoti svarīgi izvēlēties agrīnākas šķirnes, lai novērstu šo risku.

Secinājumi

1. Sojas sēklu ražu būtiski ietekmēja šķirne, izsējas norma un agrometeoroloģiskie apstākļi pētījuma gadā. Augstāka sēklu raža 2018. gadā konstatēta šķirnei 'Lajma', bet 2019. un 2020. gadā – šķirnei 'Laulema'.
2. Audzējot soju nelabvēlīgos meteoroloģiskajos apstākļos (2019. gadā), augstāka raža iegūta agrīnākai šķirnei 'Laulema'.
3. Abos gados būtiski augstāka raža bija variantos ar izsējas normu 60 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2. Nevienā no gadiem rindstarpu attālums būtiski neietekmēja sēklu ražu, tomēr tika novērota tendence, ka nedaudz augstāka sēklu raža ievākta parastajā rindsējā sētajos variantos.

Izmantotā literatūra

1. Justs A. (2020). *Sojas ražas veidošanās atkarībā no pielietotajiem audzēšanas paņēmieniem Latgalē:* zinātniskais darbs maģistra grāda ieguvei. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava, LLU. 66 lpp.
2. Zute S., Damškalne M., Jansone I., Morozova I., Justs A. (2020) Sojas šķirņu ražība Latvijas agroklimatiskajos apstākļos 2018. un 2019. gadā. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība:* Zinātniski praktiskās konferences Raksti (2020. g. 20. febr.). Jelgava: LLU, 40.–46. lpp.

NEZĀĻU MEHĀNISKĀ IEROBEŽOŠANA KĀ IESPĒJA SAMAZINĀT PESTICĪDU LIETOŠANAS INTENSITĀTI LAUKA PUPU SĒJUMOS

IMPLEMENTING MECHANICAL WEED CONTROL TO REDUCE HERBICIDE USE IN FABA BEAN

Gundega Putniece[1], Renāte Sanžarevska[1], Jevgenija Ņečajeva[2]
[1]LLU Augsnes un augu zinātņu institūts, [2]LLU Augu aizsardzības zinātniskais institūts "Agrihorts"
Gundega.Putniece@llu.lv

Abstract. *The need to reduce pesticide use is a pressing issue in the EU countries. One of the alternatives of herbicides is mechanical weed control. It is suitable for organic farms, but, as regards integrated farms, it can be combined with the use of herbicides reducing the overall intensity of herbicide use in the farm. This investigation compared a weed control practice with field herbicides applied in autumn and spring, and reduced herbicide application where mechanical weed control was implemented in spring. In all treatments, the composition of weed species and the number of weeds before and after treatment, as well as the fresh and dry mass of weeds after the last weed control treatment were determined. The number of weeds and the predominant species were influenced by the tillage method as well as the weed control method. The effectiveness of the mechanical control depended on the species of the weed: the control of field pansy (Viola arvensis) was more effective compared to volunteer oilseed rape (Brassica napus) and common lambs quarter (Chenopodium album). During the further investigation, the effects of meteorological conditions and other possible factors on the effectiveness of mechanical weed control in general and on specific weed species in particular must be determined.*
Key words: *faba bean, rotary harrows, row crop cultivator, arable weeds.*

Ievads

Eiropas Savienības 2020. gadā publicētajā stratēģijas dokumentā "No lauka līdz galdam" (*From farm to fork*") (European Union, 2020) mehāniskā nezāļu ierobežošana ir pieminēta kā viena no alternatīvām pesticīdu izmantošanai integrētajā augu aizsardzībā. Šajā dokumentā ir uzsvērta arī nepieciešamība palielināt informācijas un konsultāciju pieejamību par integrētās augu aizsardzības metodēm, kas nozīmē, ka metodes ir jāaprobē katra konkrētā reģiona apstākļos.

Mehāniskā nezāļu ierobežošana ir visefektīvākā agrīnās nezāļu attīstības stadijās – no 1 līdz 2 īsto lapu stadijai (Melander et al., 2005). Pētījumi dažādās saimniecībās Francijā apliecinājuši, ka visefektīvākā ir tāda metožu kombinācija, kura paredz ierobežot nezāles maksimāli agri kultūrauga audzēšanas ciklā (Fontaine et al., 2014). Efektīva nezāļu ierobežošana ir īpaši aktuāla konkrētā kultūrauga attīstības periodā, kad nezāļu konkurence atstāj vislielāko ietekmi uz kultūrauga ražību (Peruzzi et al., 2017). No otras puses, nezāles var būt par traucēkli ražas novākšanai, tāpēc ir vēlams īstenot pietiekami efektīvu nezāļu ierobežošanu visā kultūrauga augšanas periodā. J. Kopmanis un Z. Gaile (2010) pētījumos kukurūzas sējumos konstatējuši, ka nezāļu mehāniskā ierobežošana bija efektīva, it īpaši 2007. gadā, kad herbicīdu lietošanas varianti nespēja augstā līmenī ierobežot tīruma veroniku (*Veronica arvensis*). Savukārt citi pētnieki uzsver to pozitīvo efektu, kādu sniedz mehāniskās nezāļu ierobežošanas paņēmienu kombinēšana ar herbicīdu lietošanu, kas pieļauj iespēju lietot mazāku herbicīda devu par ieteikto (Tharp et al., 2004). Lai gan literatūrā ir pieejama samērā plaša informācija par nezāļu mehāniskās ierobežošanas iespējām, tomēr tā iegūta krasi atšķirīgos augsnes un klimata apstākļos. Tāpat arī atšķirīgi ir kultūraugi, kuriem veikti šāda veida pētījumi.

Šī pētījuma mērķis ir noteikt, cik efektīva, salīdzinot ar parasto praksi, ir herbicīdu izmantošanas pavasarī aizstāšana ar nezāļu mehānisko ierobežošanu, izmantojot rotējošās ecēšas un rindstarpu kultivatoru. Rakstā prezentēti pirmā pētījuma gada rezultāti.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājums ierīkots 2020. pavasarī ZS "Vilciņi–1" lauka pupu sējumā. Izmēģinājumu laukā ir velēnu karbonātaugsne, smags smilšmāls. Agroķīmiskie rādītāji: pH KCl 7.1, P_2O_5 91.3 un K_2O 62.4 mg kg^{-1}, organiskās vielas saturs 2.4%. Lauks – līdzens, drenēts. Izmēģinājums ierīkots ražojošā sējumā, iekārtoti četri parauglaukumi (platums – 33 m, garums – 310 m), kuri kopā aizņēma

4 ha no kopējās lauka platības. Priekšaugs – ziemas rapsis (pēc rapša ražas novākšanas iesēta starpkultūra – griķu, zirņu un auzu maisījums). Izmēģinājuma parauglaukumos lietoti divi augsnes apstrādes veidi: 1) arts rudenī (darba dziļums – 18 cm, *Kverneland PG–100–8*); 2) lobīts pavasarī (darba dziļums – 18 cm, *Kockerling Vector 800* rugaines kultivators). Pupas iesētas 2020. gada 8. aprīlī, izsējas norma 505 kg ha^{-1} (55 augi m^2), sēklu iestrādes dziļums 5 cm, rindstarpu attālums 30 cm (sējmašīna *Horsch Focus*). Visos izmēģinājuma variantos rudenī lietoti herbicīdi. Savukārt pēc pupu sējas herbicīdi lietoti divas reizes. Pirmo reizi 2020. gada 6. maijā – *Fenix* 1.0 L ha^{-1} + *Basagran* 1.0 L ha^{-1} un otro reizi 2020. gada 26. maijā – *Basagran* 1.0 L ha^{-1} (1. tab.). Pupām sadīgšanas brīdī un veģetācijas periodā nezāles ierobežotas ar rotējošajām ecēšām (darba dziļums – līdz 1 cm, *Einböck, AEROSTAR*) un rindstarpu kultivatoru (darba dziļums – no 1 līdz 2 cm, *Einböck, CHOPSTAR*). Pirmās 4 apstrādes veiktas ar rotējošajām ecēšām un tad divas – ar rindstarpu kultivatoru. Lauka pupu sējumā veiktas 6 nezāļu uzskaites, izmantojot 0.25 m^2 lielu rāmīti, un nezāļu zaļās un sausās masas uzskaite (1. tab.). Nezāļu uzskaites veiktas 24 stacionārās vietās katrā no izmēģinājuma parauglaukumiem, kuras atzīmēja ar bambusa mietiņiem. Katrā nezāļu apjoma uzskaitē tika noteiktas nezāļu sugas, katras sugas īpatņu skaits un katras sugas īpatņu maksimālais un minimālais garums, kā arī attīstības stadija. Zaļās masas uzskaiti veica nezāļu ziedēšanas laikā 12 vietās katrā no izmēģinājumu parauglaukumiem. Nezāļu zaļo masu noteica, ievācot visas nezāles 0.25 m^2 rāmītī. Katrā uzskaites vietā noteica nezāļu sugas, katras sugas īpatņu maksimālo un minimālo garumu un attīstības stadiju, kā arī katras sugas īpatņu skaitu un to kopējo masu. Katrā uzskaites vietā ievāktās nezāles nosvēra, žāvēja 144 h 40 °C temperatūrā un pēc tam noteica kopējo nezāļu sauso masu katrā uzskaites vietā. Datu analīzei izmantoja dispersijas analīzes metodi, ko veica ar programmu R, versija 3.5.1. (R Core Team, 2018).

1. tabula / *Table 1*

Nezāļu ierobežošana un nezāļu uzskaite izmēģinājuma variantos lauka pupu sējumā 2020. gadā
Weed control treatments and recording in faba bean sowing in 2020

Datums/ *Date*	**20.04.**	**27.04.**	**06.05.**	**14.05.**	**21.05.**	**22.05.**	**26.05.**	**28.05.**	**04.06.**	**17.06.**	**02.07.**	**08.07.**
Ierobežošana ar herbicīdiem / *Control with herbiciide*	x	x	1.H	x	x	x	2.H	x	x	x	x	x
Mehāniskā ierobežošana / *Mechanical weed control*	1.RE	2.RE	3.RE	4.RE	x	5.RK	x	x	6.RK	x	x	x
Nezāļu uzskaite / *Recording of weeds*	x	1.ARM, LPM	2.ARM, LPM	3.ARM, LPM	4.ARM, LPM	x	x	5.ARH, LPH	x	6.ARM, LPM, ARH, LPH	Zaļās masas uzskaite, ARM, LPM, ARH, LPH / *Fresh mass measurements*	Sausās masas uzskaite, ARM, LPM, ARH, LPH / *Dry mass measurements*

RE – apstrāde ar rotējošajām ecēšām / *treatment with rotary harrow*; RK – apstrāde ar rindstarpu kultivatoru */ treatment with row crop cultivator*; H – apstrāde ar herbicīdiem / *treatment with herbicide;* ARM – aršana rudenī, mehāniskā nezāļu ierobežošana / *ploughing in the fall, mechanical weed control*; LPM – lobīšana pavasarī, mehāniskā nezāļu ierobežošana / *shelling in the spring, mechanical weed control*; ARH – aršana rudenī, apstrāde ar herbicīdiem pavasarī / *ploughing in the fall, spring treatment with herbicide*; LPH – lobīšana pavasarī, apstrāde ar herbicīdiem pavasarī / *shelling in the spring, spring treatment with herbicide.*

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums. Saimniecībā uz kaltes augstākā punkta ir ierīkota meteostacija, kura katru stundu datorprogrammā reģistrē vidējo, maksimālo un minimālo gaisa

temperatūru, kā arī nokrišņu summu mm. Meteostacija no lauka, kurā audzētas pupas, atrodas 0.4 km attālumā. Meteodati atspoguļoti (2. tab.) par konkrēto dienu un divām nākamajām dienām, kurās veikta nezāļu ierobežošana ar herbicīdiem un nezāļu mehāniskā ierobežošana (1. tab.).

2. tabula / *Table 2*

Meteoroloģiskie apstākļi apstrādes veikšanas dienā un 2 nākamajās dienās pēc apstrādes 2020. gadā

Meteorological conditions at the day of weed control treatment and the following two days in 2020

Mēnesis, datums / *Month, data*	**Vid. temp., °C / *Average temperature***	**Max temp., °C**	**Min. temp., °C**	**Nokrišņi, mm / *Precipitation, mm***
20.–22. aprīlis (RE) / 20–22 *April*	6.89	7.66	6.09	0.00
27.–29. aprīlis (RE) / 27–29 *April*	7.24	7.91	6.61	0.01
6.–8. maijs (H), (RE) / 6–8 *May*	8.98	9.66	8.28	0.00
14.–16. maijs (RE) / 14–16 *May*	7.12	7.83	6.39	0.08
22.–24. maijs (RK) / 22–24 *May*	10.68	11.31	10.01	0.15
26.–28. maijs (H) / 26–28 *May*	12.74	13.57	12.02	0.00
4.–6. jūnijs (RK) / 4–6 *June*	15.22	16.02	14.42	0.03

RE – apstrāde ar rotējošajām ecēšām / *treatment with a rotary harrow*; RK – apstrāde ar rindstarpu kultivatoru / *treatment with a row crop cultivator*; H – apstrāde ar herbicīdiem / *treatment with herbicide.*

Rezultāti un diskusijas

Lauka pupu sējumā katrā nezāļu uzskaites reizē dominēja trīs nezāļu sugas: rapsis–sārņaugs (*Brassica napus*), lauka vijolīte (*Viola arvensis*) un baltā balanda (*Chenopodium album*), kopumā uzskaitītas 26 nezāļu sugas. Salīdzinājumam – I. Melngalvja u. c. (2016) pētījumos MPS "Pēterlauki" lauka pupu sējumā ir konstatēts, ka biežāk sastopamās īsmūža nezāļu sugas bija ārstniecības matuzāle (*Fumaria officinalis*), ķeraiņu madara (*Galium aparine*), tīruma zvēre (*Sinapis arvensis*) un vējauza (*Avena fatua*), kā arī sārņaugi rapsis un ziemas kvieši (*Triticum aestivum*).

1. att. Baltās balandas, lauka vijolītes un rapša-sārņauga biezības izmaiņas dažādos izmēģinājuma variantos. ARM – aršana rudenī, mehāniskā nezāļu ierobežošana; LPM – lobīšana pavasarī, mehāniskā nezāļu ierobežošana; ARH – aršana rudenī, apstrāde ar herbicīdiem pavasarī; LPH – lobīšana pavasarī, apstrāde ar herbicīdiem pavasarī.

Fig. 1. Changes in the density of lambs quarters, field pansy and volunteer oilseed rape in different trial treatments. ARM – *ploughing in the fall, mechanical weed control*; LPM – *shelling in the spring, mechanical weed control*; ARH – *ploughing in the fall, spring treatment with herbicide*; LPH – *shelling in the spring, spring treatment with herbicide.*

Maskavā veiktā pētījumā dominējošās nezāles lauka pupu sējumā bija baltā balanda (43 gab. m^{-2}), kumelīte (*Matricaria* spp.) (30 gab. m^{-2}), lauka vijolīte (12 gab. m^{-2}), tīruma gaurs (*Spergula arvensis*) (40 gab. m^{-2}), parastais plikstiņš (*Capsella bursa-pastoris*) (8 gab. m^{-2}) (Ларина и. др., 2008).

Rapsi–sārņaugu lauka pupu sējumā var uzskatīt par kondicionālo nezāli, kas izskaidrojams ar to, ka laukā iepriekšējā gadā tika audzēts ziemas rapsis. Pēdējā nezāļu uzskaitē pirms zaļās masas uzskaites veikšanas (2020. gada 17. jūnijā, 6. uzskaite) tika konstatētas statistiski būtiskas atšķirības starp rapša augu skaitu variantos, kuros pavasarī lietoja herbicīdus (0.5–1.4 augi m^{-2}), un variantos, kuros izmantoja mehānisko nezāļu ierobežošanu (3.0–5.2 augi m^{-2}) – neatkarīgi no augsnes apstrādes varianta (skat. 1. att.). Izplatītākā nezāle lauka pupu sējumā bija lauka vijolīte. Arī K. Bernardes un S. Maļeckas (2017) Kurzemes reģionā veiktā pētījumā tika konstatēts, ka viena no biežāk sastopamajām nezālēm lauka pupu sējumā bija vijolīte (*Viola* spp.). Salīdzinot augsnes mehāniskās apstrādes variantus, lauka vijolīte būtiski vairāk bija variantā, kurā veikta augsnes lobīšana pavasarī. Pēdējā nezāļu uzskaitē pirms zaļās masas uzskaites veikšanas (2020. gada 17. jūnijā, 6. uzskaite) vijolīšu skaits uz kvadrātmetru bija būtiski lielāks variantos, kuros lobīšanu veica pavasarī (76.8–78.3 gab. m^{-2}) – neatkarīgi no nezāļu ierobežošanas metodes. Vismazākais augu skaits bija variantā, kur aršanu un mehānisko nezāļu ierobežošanu (17.8 gab. m^{-2}) īstenoja rudenī, bet variantā, kur apstrādi veica ar herbicīdiem, vijolīšu skaits bija būtiski lielāks, turpretī mazāks nekā variantos, kur lobīšana tika īstenota pavasarī (29.7 gab. m^{-2}) (skat. 1. att.).

Augsnes apstrādes metodei nebija izteiktas ietekmes uz baltās balandas augu skaitu uz kvadrātmetru. Sākotnēji (2. uzskaite) lielāks baltās balandas augu skaits uz kvadrātmetru bija variantā, kurā veikta augsnes lobīšana pavasarī un veikta apstrāde ar herbicīdiem (skat. 1. att.). Maksimālais konstatētais balandu skaits bija 5 gab. m^{-2}. Analizējot atšķirības starp variantiem, pēdējā uzskaites reizē tika konstatēts, ka variantos, kuros veica mehānisko nezāļu ierobežošanu, baltās balandas augu skaits uz kvadrātmetru bija būtiski lielāks (2.8–4.8 gab. m^{-2}) nekā variantos, kuros lietoja herbicīdus – neatkarīgi no augsnes apstrādes metodes (0.3–0.8 gab. m^{-2}).

Salīdzinot dominējošo nezāļu attīstības stadijas starp atsevišķām uzskaitēm, konstatēja, ka visās uzskaitēs, izņemot pēdējo nezāļu uzskaiti pirms zaļās masas uzskaites īstenošanas, dominēja nezāles dīgļlapu stadijā. Tas liecina par faktu, ka gan apstrāde ar herbicīdiem, gan atkārtotā nezāļu mehāniskā ierobežošana ar rotējošajām ecēšām un rindstarpu kultivatoru veiksmīgi ierobežoja nezāles mazā attīstības stadijā. Katrā uzskaitē pirms kārtējās apstrādes konstatēja nezāles, kuras uzdīga laika posmā pēc iepriekšējās apstrādes. Pēdējā nezāļu uzskaitē dīgstu īpatsvars samazinājās, kas liecina par to, ka augi izdzīvoja pēc pēdējās apstrādes ar rindstarpu kultivatoru vai arī drīz pēc tās apstrādes radās jauni dīgsti, kuri varēja attīstīties. Viens no iespējamiem faktoriem, kas varēja samazināt efektivitāti, ir nokrišņu daudzums pēc apstrādes, lai gan šajā gadījumā tas nebija krasi atšķirīgs (2. tab.). Vēl viens faktors, kura ietekme ir jānoskaidro, turpinot pētījumu – vai nezāles sasniedz lielāku stadiju un izmēru kultūrauga rindās, kur mehāniskā ierobežošana ar rindstarpu kultivatoru nav iespējama.

Vislielākā nezāļu zaļā masa (vidējā visu nezāļu zaļā masa uzskaites rāmītī, pārrēķināta uz kvadrātmetru) tika novērota variantos, kuros veica mehānisko nezāļu ierobežošanu – 99.1 g m^{-2} variantā, kurā veikta augsnes lobīšana pavasarī, un 64.0 g m^{-2} variantā, kurā veikta aršana rudenī (skat. 2. att.). Abos variantos, kuros īstenoja nezāļu ierobežošanu ar herbicīdiem, nezāļu zaļā masa bija mazāka nekā variantos, kuros veica mehānisko nezāļu ierobežošanu (attiecīgi 16.3 un 3.4 g m^{-2} variantos, kuros veica augsnes lobīšanu pavasarī vai aršanu rudenī). Variantā, kur veica nezāļu ierobežošanu ar herbicīdiem un augsnes apstrādes metode bija aršana rudenī, nezāļu zaļā masa bija statistiski būtiski mazāka, salīdzinot ar pārējiem variantiem (skat. 2. att.).

Nezāļu sausā masa variantos, kuros veica mehānisko nezāļu ierobežošanu, bija vidēji 20.0 un 16.9 g m^{-2} – attiecīgi tajos variantos, kuros tika īstenota augsnes lobīšana pavasarī un aršana rudenī. Variantos, kuros veica nezāļu ierobežošanu ar herbicīdiem, tā bija vidēji 7.5 un 2.2 g m^{-2} – attiecīgi variantā, kurā veica augsnes lobīšanu pavasarī un aršanu rudenī. Salīdzinot nezāļu sauso masu, statistiski būtisku atšķirību konstatēja tikai starp variantu, kurā veica augsnes aršanu rudenī un nezāļu ierobežošanu ar herbicīdiem un abiem variantiem, kuros veica nezāļu mehānisko ierobežošanu (skat. 2. att.).

2. att. Nezāļu sausā un zaļā masa izmēģinājuma variantos. Ar dažādiem burtiem ir atzīmēti varianti, starp kuriem novērota statistiski būtiska atšķirība. ARM – aršana rudenī, mehāniskā nezāļu ierobežošana; LPM – lobīšana pavasarī, mehāniskā nezāļu ierobežošana; ARH – aršana rudenī, apstrāde ar herbicīdiem pavasarī; LPH – lobīšana pavasarī, apstrāde ar herbicīdiem pavasarī.
Fig. 2. Dry mass and fresh mass of weeds in trial treatments. Statistically different treatments are marked with different letters. ARM – ploughing in the fall, mechanical weed control; LPM – shelling in the spring, mechanical weed control; *ARH – ploughing in the fall, spring treatment with herbicide; LPH – shelling in the spring, spring treatment with herbicide.*

Tas nozīmē, ka gan nezāļu ierobežošanas metodei, gan augsnes apstrādes metodei ir būtiska ietekme uz nezāļu masu. Ierobežošanas metodes efektivitāte var būt atkarīga arī no dominējošām nezāļu sugām, jo katrā no variantiem nozīmīgu daļu no nezāļu biomasas veidoja atšķirīgas nezāļu sugas.

Secinājumi

Mehāniskās nezāļu ierobežošanas metodes bija mazāk efektīvas rapša–sārņauga un baltās balandas ierobežošanā, salīdzinot ar apstrādi ar herbicīdiem. Savukārt lauka vijolītes ierobežošanas efektivitāte bija līdzīga dažādām mehāniskās un ķīmiskās ierobežošanas metodēm. Citu nezāļu sugu īpatsvars kopējā nezāļu masā ir atkarīgs gan no metodes efektivitātes, gan no nevienmērīgas nezāļu izplatības laukā. Ar nezāļu mehānisko ierobežošanu ir potenciāli iespējams daļēji aizvietot nezāļu ierobežošanu ar herbicīdiem, bet ir nepieciešams veikt vairāk pētījumu par tās efektivitāti pret dažādām, to skaitā daudzgadīgajām, nezāļu sugām.

Pateicība

Pētījums veikts LAD finansētā projekta "Jaunāko tehnoloģiju izmantošana nezāļu ierobežošanai laukaugu sējumos integrētajā audzēšanas sistēmā" ietvaros sadarbībā ar ZS "Vilciņi–1".

Izmantotā literatūra

1. Bernande K., Maļecka S. (2017). Dominējošās nezāles lauka pupu, kukurūzas sējumos, kartupeļu stādījumos un daudzgadīgajos zālājos Kurzemes reģionā. ***No:*** *Ražas svētki „Vecauce – 2017"*: Lauksaimniecības zinātne Latvijas simtgades gaidās (2017. g. 2. nov.), Jelgava: LLU, 9.–12. lpp.
2. European Union (2020). „Farm to Fork Strategy" [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 14. febr.]. Pieejams: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/farm-fork_en.
3. Fontaine L., Bonin L., Lieven J., Garnier J-F., Zaganiacz V., Rodriguez A., Lemarie P. (2014). Optimizing and promoting mechanical weed control in arable crops. ***In***: *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference: Building Organic Bridges*, Istanbul, Turke, 13–15 October, 2014, p. 311–314.
4. Kopmanis J., Gaile Z. (2010). Nezāļu ierobežošanas paņēmienu efektivitāte kukurūzas sējumos skābbarības ražošanai. *LLU Raksti*, Nr. 24 (319), 1.–11. lpp.

5. Melander B., Rasmussen I. A., Barberi P. (2005). Integrating physical and cultural methods of weed control – examples from European Research. *Weed Science*, Vol. 53, p. 369–81.
6. Melngalvis I., Ausmane M., Ruža A., Kristapsons K. (2016). Augsnes apstrādes un augu maiņas ietekme uz lauka pupu (*Faba vulgaris* Moech.) sējumu nezāļainību. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība,* Zinātniski praktiskās konferences Raksti (2016. g. 25.–26. febr.), Jelgava: LLU, 97.–101. lpp.
7. Peruzzi A., Martelloni L., Frasconi C., Fontanelli M., Pirchio M., Raffaelli M. (2017). Machines for non-chemical intra-row weed control in narrow and wide-row crops: a review. *Journal of Agricultural Engineering*, Vol. 48, No. 2, p. 57–70.
8. R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 2. janv.]. Pieejams: https://www.R-project.org.
9. Tharp B. E., Kells J. J., Bauman T. T., Harvey R. G., Johnson W. G., Loux M. M., Martin A. R., Maxwell D. J., Owen M. D. K., Regehr D. L., Warnke J. E., Wilson R. G., Wrage L. J., Young B. G., Dalley C. D. (2004). Assessment of Weed Control Strategies for Corn in the North-CentralUnited States. *Weed Technology*, Vol. 18, p. 203–210.
10. Ларина Г. Е., Демидова В. Н., Спиридонов Ю. Я. (2008). *Послевсходовое применение гербицидов в посевах кормовых бобов*. Издательство Агрорус, Но. 1.– 3, с. 18–20.

DIVU MEHĀNISKĀS NEZĀĻU IEROBEŽOŠANAS METOŽU EFEKTIVITĀTES SALĪDZINĀJUMS ZIRŅU SĒJUMOS

Līvija Zariņa[1], Dace Piliksere[1], Līga Zariņa[2], Artūrs Lozbergs[1], Arnis Gutāns[3], Jānis Steinbergs[4]
[1]Agroresursu un ekonomikas institūts, [2]LLU, [3]SIA "Eko Lauki", [4]SIA "Mistrs"
livija.zarina@arei.lv

Ievads

Sējumu nezāļainība ir viens no faktoriem, kas traucē iegūt potenciālo laukaugu ražu, vienlaikus samazinot tās kvalitāti. Nezāļu ierobežošanas problēma aktuāla visā pasaulē, tāpēc nemitīgi tiek meklētas iespējas to risināt, īpaši akcentējot metodes, kas izslēdz herbicīdu izmantošanu. Viena no šādām iespējām ir jau vairākās valstīs (Lötjönen, Mikkola, 2000; Melander, McCollough, 2020) pārbaudītā sējumu rindstarpu rušināšana. Šī inovatīvā tehnoloģija bāzēta uz precīzo tehnoloģiju pamatiem, jau sējas laikā izmantojot tehniku, kas aprīkota ar sensoriem, kuri fiksē sējas rindu virzienu. Tādējādi turpmākajos sējumu kopšanas darbos tiek novērsta problēma šo rindu neatbilstībai sējumu kopšanas rīku darba virsmu virzieniem. Tradicionāli Latvijā zirņi, tāpat kā graudaugi, tiek audzēti 12.5 cm attālumā izvietotās rindās, bet, izvēloties inovatīvo sējumu kopšanas metodi, sējas rinstarpām jābūt platākām. Ārzemju pieredze (Melander et al, 2017) liecina, ka ar kameru balstītas stūres sistēmas var precīzi virzīt rušinātāja kapļa asmeni 20–25 cm platā rindstarpu telpā, tādā veidā uzlabojot iespēju efektīvāk ierobežot tieši problemātiskās nezāles.

Lai pārliecinātos par inovatīvās metodes piemērotību Latvijas apstākļiem, ELFLA projekta "Inovatīvas labību un pākšaugu sējumu kopšanas tehnoloģijas izpēte pielietošanai nezāļu ierobežošanā bez pesticīdu lietošanas" ietvaros Agroresursu un ekonomikas institūta, SIA "Eko Lauki" un SIA "Mistrs" laukos ierīkoti izmēģinājumi zirņu sējumos, audzējot tos tīrsējā un maisījumos. Šie pētījumi balstīti uz hipotēzi, ka, sējot lielākā attālumā starp rindām un turpmāk veicot sējumu rindstarpu rušināšanu, tiek panākta efektīva nezāļu ierobežošana.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi ierīkoti 2019. gada rudenī uzartos bioloģiski (B) un konvenciāli (K) apsaimniekotos laukos ar atšķirīgiem augsnes kvalitatīvajiem rādītājiem (1. tab.). Pavasarī veikta šo lauku kultivēšana, konvenciālajos laukos pirms tam izkliedējot minerālmēslus (2. tab.). Zirņi audzēti gan tīrsējā, gan maisījumā ar vasaras kviešiem, izsējot attiecīgi 100 un 80 + 300 dīgstošas sēklas uz 1 m^2. Sējas dziļums – 3 cm.

1. tabula / *Table 1*

Izmēģinājuma laukus raksturojošie rādītāji
Characteristics of the investigation fields

Izmēģinājumu vieta / ***Site***	**Audzētā suga /** ***Crop***	**pH KCl**	**Organiskās vielas saturs, g kg^{-1} /** ***Organic matter content, g kg^{-1}***	**P_2O_5 saturs, mg kg^{-1} /** ***P_2O_5 content, mg kg^{-1}***	**K_2O saturs, mg kg^{-1} /** ***K_2O content, mg kg^{-1}***
Priekuļi, B	Zirņi	5.3–5.8	24	169	99
Priekuļi, K	Zirņi"+ v. kvieši	5.0–5.5	26	185	161
SIA "Eko Lauki", B	Zirņi	6.4–7.0	27	43–72	37
SIA "Mistrs, K	Zirņi +v. kvieši	5.6–7.0	25	69–84	51–46

Sējumu kopšanas varianti: 1) sēja 12.5 cm rinstarpās, sējumi kopti tradicionāli, ecējot pa diagonāli vidēji vienu mēnesi pēc sējas (kontrole); 2) attālā sēja 25 un 30 cm rindu attālumā, rindstarpu rušināšana veikta vienu reizi, vienu mēnesi pēc sējas; 3) attālā sēja 25 cm un 30 cm rindu attālumā, rindstarpu rušināšana veikta divas reizes – vienu mēnesi pēc sējas un divas nedēļas pēc pirmās ecēšanas. Inovatīvās sējumu kopšanas metodes nodrošināšanai visās pētījumu vietās tika izmantots agregāts *Einbock Chopstar* (3.2 m). Tradicionālo sējumu kopšanu partneri veica, izmantojot saimniecībā esošo sējumu kopšanas tehniku.

2. tabula / *Table 2*

Agrotehniskie pasākumi izmēģinājumu vietās
Agro-technical measures in investigation fields

Izmēģinājumu vieta / *Site*	**Pirmssējas kultivācija / Pre-sowing cultivation**	**Sēja/ *Sowing***	**Sējumu kopšana / *Sowing care***	**Novākšana/ *Harvesting***
Priekuļi, B	26.04.	27.04.	26.05., 13.06.	17.08. (zirņi), 24.08. (auzas)
Priekuļi, K	26.04.	27.04. (auzas), 24.04. (zirņkvieši)	26.05., 13.06.	13.08. (zirņkvieši), 19.08. (auzas)
SIA "Eko Lauki", B	19.04.	20.04.	26.05., 13.06.	10.08. (zirņi), 18.08. (auzas)
SIA "Mistrs", K	05.05. (iestrādājot N20P52K52)	06.05. (auzas), 14.05. (zirņkvieši)	27.05., 14.06.	17.08. (auzas), 03.09. (zirņkvieši)

Rezultāti

Dati liecina, ka inovatīvā nezāļu ierobežošanas tehnoloģija salīdzinājumā ar tradicionālo bija efektīvāka zirņu tīrsējas laukos, bet mazāk efektīva zirņu maisījumos ar labībām (skat. 1. att.). Vidēji abos bioloģiski apsaimniekotos laukos fiksētas 15–22 nezāļu sugas, bet konvenciālajos laukos – 11 līdz 16 sugas, kas apstiprina faktu, ka ar bioloģiskām metodēm koptos sējumos novērojama lielāka sugu bioloģiskā daudzveidība, kas saskan arī ar citu zinātnieku (Jastrzębska et al., 2013; Henckel et al., 2015) iegūtajiem pētījumu rezultātiem. Zirņu laukos kopējais nezāļu skaits sasniedza 101 nezāli uz 1 m^2 variantā ar tradicionālo sējumu kopšanas metodi bioloģiskajā laukā un 87 nezālēm uz 1 m^2 – konvencionālajā laukā. Saskaņā ar nezāļu uzskaites un svērumu datiem zirņu tīrsējas sējumos, strādājot ar inovatīvo metodi, nezāļu ir mazāk, tomēr to masa pa variantiem vidēji visos laukos maz atšķīrās.

1. att. Inovatīvo tehnoloģiju efektivitāte (E) nezāļu skaita ierobežošanā, salīdzinot ar tradicionālo tehnoloģiju (0).
Fig.1.Efficiency of innovative technologies.

Līdzīgi, kā jau izpētīts daudzos citos praktiskos pētījumos (Munakamwe, 2008; Salonen et al., 2005), sējumu nezāļainība negatīvi ietekmēja zirņu ražu. 2020. gada sezonā vidējā zirņu raža konvencionālajā laukā veidoja 2.7 t ha^{-1}, bioloģiskajā – 1.1 t ha^{-1}. Abās saimniecībās, zirņu kviešu maisījumu sējumus kopjot ar inovatīvo metodi, tika iegūta zemāka raža. Tīrsējā sētu zirņu ražas rādītāji variantos ar inovatīvo sējumu kopšanas metodi abās pētījumu vietās (salīdzinājumā ar kontroli) bioloģiskajos laukos bija līdzīgi, bet inovatīvās sējumu kopšanas tehnoloģijas pārākums fiksēts konvencionālajā laukā. Visos izmēģinājumu laukos īstenota divreizēja rindstarpu rušināšana, kas salīdzinājumā ar vienreizēju rindstarpu apstrādi nav devusi pozitīvu rezultātu.

Secinājumi

Inovatīvā metode nodrošina efektīvu nezāļu skaita samazināšanos, audzējot auzas un zirņus tīrsējā, tomēr maisījumus ar labībām raksturo zemāka efektivitāte. Arī zirņu ražas iznākums tīrsējā ir augstāks nekā maisījumos. Starp variantiem 2020. gada sezonā netika novērotas statistiski būtiskas ($\alpha = 0.05$) atšķirības nedz variācijas (F tests), ne vidējās nezāļu sausās masas (ANOVA T tests) kontekstā. Par sējumu kopšanas tehnoloģijas efektivitāti vēl pāragri spriest. Pētījumi tiks turpināti arī 2021. un 2022. gadā.

Izmantotā literatūra

1. Henckel L., Borger L., Meiss H., Gaba S., Bretagnolle V. (2015). Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. *Proc. R. Soc. B*, Vol. 282, I 1808, p. 1–9.
2. Jastrzębska M., Jastrzębski P., Hołdyński C., Kostrzewska K. (2013).Weed species diversity in organic and integrated farming systems. *Acta Agrobotanica*, Vol. 66, I., p. 113–124.
3. Lötjönen T., Mikkola H. (2000).Three mechanical weed control techniques in spring cereals. *Agricultural and food science in Finland*, Vol. 9, p. 269–278.
4. Melander B., McCollough M., R. (2020). Influence of intra-row cruciferous surrogate weeds growth on crop yield in organic spring cereals. *Weed Research*, Vol. 60, I.6 p. 464–474.
5. Melander B., Rassmussen I. A., Barberi P. (2017). Integrating physical and cultural methods of weed control— examples from European research. *Weed Research*, Vol. 53, I.3 p. 369–381.
6. Munakamwe Z. (2008). A physiological study of weed competition in peas. A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy at Lincoln University Canterbury New Zealand. 148 p.
7. Salonen J., Hyvönen T., Jall H. (2005) Weed flora and weed management of field peas in Finland. *Agricultural and Food Science*, Vol.14, p. 189–201.

HUMUSVIELU PREPARĀTA *FORMULA EKO* EFEKTIVITĀTE ZIRŅU SĒJUMOS

Līvija Zariņa[1], Vivita Vīksniņa[2], Simona Larsone[3]
[1]Agroresursu un ekonomikas institūts, [2]LLU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte,
[3]Latvijas Humusvielu institūts
livija.zarina@arei.lv

Ievads

Humusvielas ir dabiskas izcelsmes organiskās vielas ar heterogēnu struktūru, augstu molekulmasu. Tās veidojušās, sadaloties organiskajam materiālam mikrobiālā metabolisma klātbūtnē, un ir viens no visizplatītākajiem organiskajiem savienojumiem uz zemes (Sutton, Sposito, 2005). Humusvielām ir plašs iedarbības spektrs, tāpēc pastāv plašas to izmantošanas iespējas, tajā skaitā arī augu augšanas stimulēšana (Purmalis, 2015). Attīstoties tehnoloģijām, ir izstrādātas videi draudzīgas humusvielu ieguves metodes, tādējādi radot iespējas gatavot preparātus arī augsnes ielabošanai. Viens no šādiem preparātiem ir sapropeļa koncentrāts *Formula EKO*, kas satur bioloģiski aktīvas vielas un dabiskus augsnes mikroorganismus – *Bacillus spp., Azotobacter spp., Pseudomonas spp.*

Zirņi ir vieni no nozīmīgākajiem pākšaugiem Latvijā gan pārtikas, gan lopbarības kontekstā. Tie ir lielisks augsnes ielabotājs, tāpēc arī turpmāk šīs sugas audzēšanas nozīme nemazināsies, attiecīgi tas bija noteicošais faktors pētījuma objekta izvēlei. Ņemot vērā to, ka zirņi neizceļas ar labu toleranci pret klimatisko faktoru izraisītiem stresiem, tika izvirzīta tēze, ka produkta *Formula EKO* sastāvā ietilpstošie augsnes mikroorganismi, aktivizējot augsnes mikrofloru, sekmēs kultūrauga ražas veidošanos neatkarīgi no vides apstākļiem.

Materiāli un metodes

Pētījumi veikti AREI Priekuļu Pētniecības centra bioloģiskās augsekas laukos 2019. un 2020. gadā. Katrā no pētījumu gadiem priekšaugs un augsnes agroķīmiskie rādītāji bija atšķirīgi (1. tab.). 2019. gadā attiecīgajā augsekas laukā tika konstatēts labs organiskās vielas saturs un augiem pieejamā fosfora un kālija saturs, taču 2020. gadā izmēģinājumu laukā novērots zemāks kālija saturs nekā tas augiem optimāli nepieciešams.

1. tabula

Izmēģinājuma laukus raksturojošie rādītāji

Gads	Priekšaugs	pH KCl	Organiskās vielas saturs, g kg^{-1}	P_2O_5 saturs, mg kg^{-1}	K_2O saturs, mg kg^{-1}
2019	Griķi, zaļmēslojumam	5.3	23	139	151
2020	Ziemas rudzi	5.7	28	141	95

Pārbaudāmais preparāts *Formula EKO* izsmidzināts uz augsnes īsi pirms sējas. Sēja veikta iepriekšējā rudenī uzartā un pavasarī kultivētā laukā 4 cm dziļumā. Trijos variantos sēkla un augi papildus tika apstrādāti ar preparātu *Green Citokinin* (2. tab.). Nezāļu ierobežošana veikta sējas virzienā, divas reizes sezonā. 2019. gadā sēja īstenota 29. aprīlī, 2020. gadā – 11. maijā. Saskaņā ar Priekuļu meteostacijas datiem zirņu audzēšanai piemērotāks bija 2019. gads.

2. tabula

Izmēģinājuma varianti

Nº	Variants	Apzīmējums	*Green Citokinin*, 0.5 L ha^{-1}	*Green Citokinin*, 0.8 L ha^{-1}
			sēklas apstrāde	apstrāde pirms ziedēšanas
1	Kontrole	F-0	-	-
2	*Formula EKO* 10 L ha^{-1}	F-1	-	-
3	*Formula EKO* 5 L ha^{-1}	F-2	0.5	0.8
4	*Formula EKO* 10 L ha^{-1}	F-3	0.5	0.8
5	*Formula EKO* 20 L ha^{-1}	F-4	0.5	0.8

Rezultāti

Preparāta *Formula EKO* izmantošana vidēji par vienu dienu pagarinājusi zirņu sadīgšanu, taču turpmāk šī atšķirība izlīdzinājās. Pētījumu rezultāti liecina, ka sapropeļa humusvielu koncentrāta *Formula EKO* lietošana pozitīvi ietekmējusi zirņu 'Bruno' ražas veidošanos. 2019. gadā sēklu raža visos ar preparātu apstrādātajos variantos bija par 0.2–0.3 t ha^{-1} augstāka. Savukārt 2020. gadā novērots ražas pieaugums – 4.5–29.9% salīdzinājumā ar kontroli bija tikai tajos variantos, kur līdztekus preparāta *Formula EKO* lietošanai izmantoja arī augu augšanas veicinātāju *Green Citokinin*. *Formula EKO* lietošana ietekmējusi ražas kvalitāti, jo īpaši 1000 sēklu masu, kas vidēji abos gados apstrādātajos variantos bija par 5–6 g lielāka. Ietekme izteiktāk izpaudās pākšaugiem labvēlīgajā 2019. gada sezonā (skat. 1. att.).

1. att. *Formula EKO* ietekme uz zirņu 'Bruno' 1000 sēklu masu.

Formula EKO preparāta lietošana sekmēja "racionālāku" augiem nepieciešamo galveno barības elementu izmantošanu (3. tab.). Tā izsmidzināšana nodrošināja mazāku augiem izmantojamo fosfora un kālija samazinājumu, kas saistīts ar ražas iznesām.

3. tabula

***Formula EKO* ietekme uz augsnes kvalitāti 2020. gadā, ± salīdzinājumā ar kontroli**

Variants	pH KCl	Organiskās vielas saturs, g kg^{-1}	P_2O_5 saturs, mg kg^{-1}	K_2O saturs, mg kg^{-1}
F-0	0	-0.3	-9	-22
F-1	0.1	-0.1	-3	-20
F-2	0	-0.2	2	9
F-3	0	-0.2	-2	-10
F-4	0	-0.2	2	-11

Citu autoru pētījumos (Kang et al, 2015; Radhakrishnan et al, 2017) konstatēts, ka *Bacillus spp.* aktīvi iesaistās fosfora savienojumu pārveidošanā, tāpēc var pieņemt, ka jaunā preparāta sastāvā ietilpstošie attiecīgās grupas mikroorganismi pozitīvu ietekmi īstenojuši arī šajos pētījumos.

Secinājumi

1. Sapropeļa humusvielu koncentrāta *Formula EKO* izmantošana pozitīvi ietekmējusi zirņu 'Bruno' ražas veidošanos, tomēr ražas starpība nav būtiska.
2. *Formula EKO* izmantošana būtiski pozitīvi ietekmē graudu 1000 sēklu masu.
3. *Formula EKO* preparāta lietošana nodrošina "racionālāku" augiem nepieciešamo pamata barības elementu (fosfora un kālija) izmantošanu.

Izmantotā literatūra

1. Kang S. M., Radhakrishnan R., Lee K. E., You Y. H., Ko J. H., Kim J. H. (2015a). Mechanism of plant growth promotion elicited by *Bacillus sp*. LKE15 in oriental melon. *Acta Agric. Scand.* Sect. B *Soil Plant Sci*. 65, p. 637–647.
2. Purmalis O. (2015). Kūdras humusvielas: to sastāvs un to veidošanos ietekmējošie faktori. Promocijas darbs Dr. geogr. zinātniskā grāda iegūšanai, vides zinātnes nozarē, dabas aizsardzības apakšnozarē. Latvijas Universitāte. Rīga: LU. 160 lpp.
3. Radhakrishnan R., Hashem A., Abd E. A. (2017). *Bacillus*: A Biological Tool for Crop Improvement through Bio-Molecular Changes in Adverse Environments. *Front Physiol*. 2017, Vol. 8, p. 667.
4. Sutton R., Sposito G. (2005). Molecular structure in soil humic substances: The new view. *Environmental Science & Technology*, Vol.5, 39(23), p. 9009–9018.

SĒJAS VĪĶU (*VICIA SATIVA* L.) ŠĶIRŅU SALĪDZINĀJUMS BIOLOĢISKĀS SAIMNIEKOŠANAS APSTĀKĻOS

Līvija Zariņa, Veneranda Stramkale, Inga Jansone
Agroresursu un ekonomikas institūts
livija.zarina@arei.lv

Ievads

Sējas vīķus (*Vicia sativa* L) Latvijā audzē kopš 19. gadsimta sākuma. Tie ir vērtīgs rupjās lopbarības augs, kura zaļo masu izmanto zaļmasas, siena un skābbarības sagatavošanai, bet sēklas – kā piedevu spēkbarībai. Pateicoties vīķu garajai mietsaknei un spējai piesaistīt gaisa slāpekli, tie sekmīgi izmantojami arī dažādos zaļmēslojuma maisījumos. Neraugoties uz seno pieredzi vīķu audzēšanā un to plašo izmantošanas potenciālu, Latvijas selekcionāri kopš 20. gadsimta sešdesmitajiem gadiem vīķu selekcijai nav pievērsušies. Šobrīd joprojām audzē 1950. gadā Latvijā rajonēto šķirni 'Cēsu vietējie'. Tā ir sena šķirne, kas audzēta Cēsu apkārtnē un ir veidota kā salikta populācija (Holms, 1992). Zemnieku saimniecībās šobrīd audzē arī vairākas no ārvalstīm ievestās šķirnes, bet vīķu sēklu lauki 2019. gadā Latvijā veidoja 160 ha, kuros audzēja trīs šķirnes[3].

Lai praktiski demonstrētu un iepazīstinātu lauksaimniekus ar bioloģiskai lauksaimniecībai piemērotām un perspektīvām pākšaugu, tajā skaitā sējas vīķu, šķirnēm, novērtētu to ražību, konkurētspēju ar nezālēm un ražas atbilstību izmantošanas veidam, ar Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai atbalstu Agroresursu un ekonomikas institūtā (AREI) trijos reģionos – Vidzemē (Priekuļi), Latgalē (Viļāni) un Kurzemē (Stende) – kopš 2018. gada tiek izvērtētas divas sējas vīķu šķirnes – senā, praktiķiem jau zināmā 'Cēsu vietējie' un Polijā izveidotā šķirne 'Hanka'.

Materiāli un metodes

Šķirņu demonstrējuma izmēģinājumi ierīkoti 2018. gadā AREI Stendes (STC) un Priekuļu (PPC) Pētniecības centru un PPC Viļānu daļas (VD) bioloģiskās augsekas laukos. Vērtējot augsnes agroķīmiskos rādītājus, var secināt, ka vīķu audzēšanai piemērotākie augsnes apstākļi bija STC izmēģinājumu laukos. Savukārt PPC izmēģinājumu laukā novērots zemāks par vēlamo organiskās vielas un augiem pieejamā kālija saturs, bet VD – arī nepietiekams augiem pieejamā fosfora daudzums (1. tab.).

1. tabula

Augsni raksturojošie rādītāji izmēģinājuma laukos

Izmēģinājumu vieta / gads	pH KCl		Organiskās vielas saturs, g kg^{-1}		P_2O_5 saturs, mg kg^{-1}		K_2O saturs, mg kg^{-1}	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Priekuļu PC	5.3	6.0	15.0	17.6	133.2	182.9	69.2	109.7
Stendes PC	6.5	6.8	26.2	20.8	234.1	200.0	127.1	126.2
Viļānu daļa	6.5	6.5	10.9	18.1	52.6	53.8	96.8	110.7

Izmēģinājumā iekļautas plašāk audzētās sējas vīķu šķirnes. Šķirnei 'Cēsu vietējie' augšanas laiks no sadīgšanas līdz pilngatavībai ir 85–100 dienas; auga stublājs tievs, zarots, auga garums 70–90 cm; ziedi sarkani violeti, pa 2–3; pākstis vidēji lielas, viegli pūkainas, ar 4–12 sēklām; sēklas tumši pelēkas un tumši brūnas, marmorētas un punktētas, var būt arī gaiši brūnas, pelēkas un dzelteni zaļganas; 1000 sēklu masa 45–66 g, potenciālā zaļmasas raža bioloģiskajā augsekā 4.4–5.2 t ha^{-1}. Šķirnei raksturīga laba izturība pret slimībām. Šķirne 'Hanka'[4] ir vidēji agra, var sasniegt līdz 160 cm garumu, tehnisko briedumu sasniedz 120 dienas pēc sējas. Sēklas tumši pelēki brūnas, 1000 sēklu svars 52 g, vidējā sēklu raža – līdz 1.8 t ha^{-1}. Šķirnei raksturīga vidēja veldres izturība un sēklu izbiršana, laba izturība pret slimībām.

[3] Evelone V. (2020). Sēklu kontroles departaments. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 8. apr.]. Pieejams: https://www.vaad.gov.lv/sites/vaad/files/data_content/2020_nvo_san_v_evelone_seklas.pdf.
[4] Sējas vīķi (vasaras) 'Hanka'. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 8. apr.]. Pieejams: http://www.agrolitpa.lt/Produkti_lv/seklas/lopbaribas-augi/sejas-viki-vasaras/HANKA/.

Pētījuma veikšanai sēja veikta iepriekšējā rudenī uzartos un pavasarī kultivētos laukos, sēts maisījumā ar auzām 'Lizete', 4 cm dziļumā, izsējas norma – 80 (vīķi) + 250 (auzas) dīgstošas sēklas uz m^2.

Rezultāti

Pākšaugu audzēšanai piemērotāki laika apstākļi tika novēroti 2019. gadā, savukārt 2020. gadā vīķu attīstība noritēja gausāk, jo maija otrajā un trešajā dekādē bija zema gaisa temperatūra, kā arī nepietiekams mitruma nodrošinājums vasaras otrajā pusē. Augu attīstības procesā atšķirība nogatavošanās sākumā starp šķirnēm bija minimāla, nepārsniedzot 2 dienas. Klimatisko apstākļu ietekme summējās ražas iznākumā. Vidēji abām šķirnēm 2019. gadā iegūtas 21.4 t ha^{-1} zaļmasas un 2.9 t ha^{-1} sēklu ražas. 2020. gadā gan vīķu zaļmasas, gan graudu raža bija būtiski (α = 0.05) zemāka nekā 2019. gadā, šķirnei 'Hanka' attiecīgi par 8.4 un 0.8 t ha^{-1}, bet šķirnei 'Cēsu vietējie' par 0.8 t ha^{-1} gan zaļmasai, gan sēklām (skat 1., 2. att.). Rezultāti liecina, ka šķirnei 'Cēsu vietējie' zaļmasas rādītāji ir stabilāki nekā šķirnei 'Hanka', kas norāda uz to, ka vietējā šķirne ir piemērotāka vietējiem apstākļiem, t. sk. klimatisko stresu radītām situācijām, kādu 2020. gadā radīja ilgstošais sausums augustā. Par vietējo šķirņu labāku ražas stabilitāti norādījuši arī citi autori (Nguyen et al, 2020). Sēklu raža būtiski (α = 0.05) pa gadiem atšķīrās abām šķirnēm. Pētījums tiks turpināts arī 2021. gadā.

1. att. Sējas vīķu zaļmasas raža 2019. un 2020. gadā.

2. att. Sējas vīķu sēklu raža 2019. un 2020. gadā.

Secinājumi

Sējas vīķu šķirņu pētījumu rezultāti liecina, ka vietējos agroekoloģiskajos apstākļos stabilākas ražas ir Priekuļos izveidotajai šķirnei 'Cēsu vietējie', kurai gan zaļmasas, gan graudu ražas starpība pa gadiem nepārsniedza 0.8 t ha^{-1}. Savukārt Polijā izveidotajai šķirnei 'Hanka' ražas veidošanai nelabvēlīgo laika apstākļu dēļ 2020. gada sezonā zaļmasas un graudu raža bija būtiski (α = 0.05) zemāka. Sākotnējie dati liecina, ka šai šķirnei piemīt zemāka pielāgošanās spēja un ražas stabilitāte.

Izmantotā literatūra

1. Holms I. (1992). *Laukaugu selekcija Latvijā*. Rīga: Avots, 192 lpp.
2. Nguyen V., Riley S., Nagel S., Fisk L., Searle S. (2020). Common vetch: a drought tolerant, high protein neglected leguminous crop with potential as a sustainable food source. *Front Plant Sci.*, Vol. 19, p. 1–7.

AUDZĒŠANAS TEHNOLOĢIJU IETEKME UZ ZIEMAS KVIEŠU ŠĶIRNES GRAUDU RAŽU UN KVALITĀTI

IMPACT OF GROWING TECHNOLOGY ON WINTER WHEAT YIELD AND GRAIN QUALITY

Vija Strazdiņa, Solveiga Maļecka, Margita Damškalne, Valentīna Fetere
Agroresursu un ekonomikas institūts
vija.strazdina@arei.lv

Ievads

Augsta un kvalitatīva kviešu raža ir atkarīga no izvēlētās šķirnes ģenētiskā potenciāla, izmantotās audzēšanas tehnoloģijas un meteoroloģiskās situācijas augu veģetācijas laikā (Liniņa, Ruža, 2014). Kviešu audzētājiem ir pieejama ļoti plaša šķirņu izvēle. Zemnieki var izvēlēties gan dažādās Eiropas valstīs, gan arī Latvijā selekcionētās šķirnes. Šobrīd saimnieciski lietderīgo īpašību izvērtēšana Latvijas apstākļos tiek veikta vairākām Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Stendes Pētniecības centrā (PC) izveidotajām jaunajām ziemas kviešu līnijām. Pētījuma mērķis bija noskaidrot slāpekļa mēslojuma, fungicīdu un augšanas regulatora ietekmi uz ziemas kviešu jaunās perspektīvās līnijas 'L–12–292' ('Brigens') un Latvijā plaši audzētās šķirnes 'Skagen' ražību un graudu kvalitāti.

Materiāli un metodes

AREI Stendes PC 2019. gadā iekārtoja izmēģinājumu ar divām ziemas kviešu šķirnēm 'L–12–292' ('Brigens') un Latvijā plaši audzēto 'Skagen' konvencionālajā laukā, lauciņu lielums 12 m^2, četros atkārtojumos. Lauka raksturojums: velēnu glejota (Vg) mālsmilts (mS) augsne, ar augsnes reakciju pH KCl 6.3, organiskās vielas saturs augsnē 3.4%, P_2O_5 144 g kg^{-1}, K_2O 160 g kg^{-1}, priekšaugs – ziemas rapsis. Izsējas norma bija 450 dīgtspējīgas sēklas m^2, kodinātas ar *Maxim Star* 0.25 (75 g L^{-1} fludioksonils, 25 g L^{-1} ciprokonazols) 1.5 L ha^{-1}. Sēja veikta Ziemeļkurzemei optimālā sējas termiņā – 2019. gada 21. septembrī. Pirms sējas augsnē iestrādāja pamatmēslojumu NPK 10-26-26 330 kg ha^{-1}. Slāpekļa papildmēslojumu pavasarī pēc augu veģetācijas atjaunošanās deva trīs variantos: 1. variants N120 (75 + 45), 2. variants N150 (75 + 75) un 3. variants N170 (75 + 95). Pirmā papildu mēslojuma deva N30 + S7 250 kg ha^{-1} dota 26.–28. AE (30.03.2020.), bet otrā – stiebrošanas fāzē (33.–34. AE, 13.05.2020.). Otrā papildu mēslojuma deva variantā N120 bija N30-S7 150 kg ha^{-1}, variantā N150 deva bija N30-S7 250 kg ha^{-1} un variantā N170 deva bija 317 kg ha^{-1}. Ārpussakņu mēslojums *Zoom* 2.0 L ha^{-1} un augu augšanas regulators *Stabilans* (hlormekvāta hlorīds 75 g L^{-1}) 1.5 L ha^{-1} lietots otrajā un trešajā variantā (29.–30. AE, 23.04.2020.). Augu slimību ierobežošanai variantā N150 un N170 lietoja fungicīdu *Falkon Forte* 0.7 L ha^{-1} (33. AE), vēl papildus trešajā variantā N170 lietoja arī *Variano X pro* (biksafēns 40 g L^{-1}, fluoksastrobīns 50 g L^{-1}, protiokonazols 100 g L^{-1}) 1.0 L ha^{-1} (41. AE). Iegūtā graudu raža pārrēķināta tonnās no hektāra pie standartmitruma 14%. Graudu kvalitāte noteikta AREI Graudu tehnoloģijas un agroķīmijas laboratorijā, izmantojot *Infratec Nova*. Kviešu graudiem noteikta arī 1000 graudu masa (TMG) (g) ar standartmetodi (LVS EN ISO 520). Datu apstrādei veikta divfaktoru dispersijas analīze un noteikta standartnovirze, izmantojot "MS Excel" funkciju.

Rezultāti un diskusijas

Ziemas kvieši Latvijā ir visvairāk audzētā un saimnieciski nozīmīgākā graudaugu suga. Sējumi katru gadu aizņem vairāk nekā 50% no kopējās graudaugu platības. Intensīvas graudkopības apstākļos vidējais ziemas kviešu graudu ražas līmenis (saskaņā ar Latvijas ZM datiem) 2020. gadā sasniedza 5.28 t ha^{-1}. Viens no galvenajiem nosacījumiem augstu un kvalitatīvu kviešu ražu ieguvei ir optimāla augu barības elementu nodrošināšana augiem (Kārkliņš, Ruža, 2014; Liniņa, Ruža, 2015). Izvēloties konkrētiem saimniekošanas un klimatiskajiem apstākļiem piemērotas šķirnes, var nodrošināt graudu ražas un kvalitātes stabilitāti (Strazdina, 2007; Strazdina 2010).

Ziemas kviešu līnija 'L-12-292' ir izveidota Stendē laika posmā no 2009. līdz 2017. gadam, savstarpēji krustojot ziemas kviešu šķirni 'Skagen' ar ziemas kviešu līniju Par. 214–3–1, ar sekojošu elites augu izlasi. Autori: Vija Strazdiņa (45%), Valentīna Fetere (35 %), Maija Ceraukste (20 %). AREI Stendes PC izveidotā ziemas kviešu līnija 'L–12–292' ('Brigens') ir bezakotu, vidēji agrīna, augstražīga,

ar potenciālo ražu > 12 t ha^{-1}. Tā ir ziemcietīga, sausumizturīga un vidēji veldres izturīga. Vidēji izturīga pret dzelteno rūsu (3 balles), miltrasu (3–5 balles), lapu pelēkplankumainību un dzeltenplankumainību (2 balles). Veģetācijas perioda garums par vienu līdz divām dienām īsāks nekā standartšķirnei 'Skagen', bet par 4 dienām garāks nekā šķirnei 'Edvins'. Graudu kvalitāte ir atbilstoša pārtikas graudu standartam. Ziemas kviešu līnija 'L–12–292' ir saņēmusi pozitīvus AVS testa pārbaudes rezultātus Igaunijā, bet Latvijā 2020./2021. gads ir trešais noslēdzošais SĪN testa pārbaudes gads.

Meteoroloģiskie apstākļi 2019. gada rudenī bija labvēlīgi ziemas kviešu sējai un turpmākai attīstībai. Ziema 2019./2020. gadā bija Latvijas klimatiskajiem apstākļiem netipiski silta, un jau aprīļa sākumā pilnībā atjaunojās augu veģetācija. Abām šķirnēm ziemcietība tika augstu novērtēta – 9 balles. Laika apstākļi turpmākajā ziemas kviešu veģetācijas laikā kopumā bija piemēroti augstas ražas potenciāla veidošanai. Jaunajai Stendē izveidotajai ziemas kviešu līnijai 'L–12–292' ('Brigens') izmēģinājumā iegūtā vidējā graudu raža veidoja 11.21 t ha^{-1}. Tā variēja robežās no 10.70 t ha^{-1} variantā N120 līdz 12.06 t ha^{-1} variantā N150, lietojot augu augšanas regulatoru un divas reizes apstrādājot augus ar fungicīdu. Ziemas kviešu šķirnei 'Skagen' vidējā graudu raža bija 11.18 t ha^{-1}, robežās no 10.80 t ha^{-1} variantā N120 līdz 11.47 t ha^{-1} variantā N170, lietojot retardantu un fungicīdus. Perspektīvajai līnijai 'L–12–292' ('Brigens') izmēģinājumā bija tendence veidot augstāku graudu ražu, salīdzinot ar šķirni 'Skagen', taču būtiskas atšķirības starp šķirnēm netika novērotas (p = 0.15) (skat. 1. att.). Būtiskas atšķirības starp šķirnēm netika konstatētas arī graudu kvalitātes rādītājos un graudu rupjumā. Līnijai 'L–12–292' vidējā 1000 graudu masa bija 44.38 g, robežās no 43.74 līdz 45.18 g, bet šķirnei 'Skagen' – 44.41g, robežās no 43.96 līdz 45.12 g.

1. att. Ziemas kviešu graudu raža (t ha^{-1}) 2019.–2020. gadā.
Fig. 1.: Winter wheat grain yield (t ha^{-1}) 2019–2020.

Graudu kvalitātes rādītāji 2020. gadā bija vidēji abām šķirnēm. Ziemas kviešu līnijai 'L–12–292' proteīna saturs variēja no 108.1 līdz 117.5 mg kg^{-1}, lipekļa saturs no 202.4 līdz 241.3 mg kg^{-1}, *Zeleny* indekss 30.92–35.87, tilpummasa 772.9–806.0 kg L^{-1}. Šķirnei 'Skagen' proteīna saturs bija robežās no 108.7 līdz 118.7 mg kg^{-1}, lipekļa saturs 204.1–241.3 mg kg^{-1}, *Zeleny* indekss 30.77–37.01, tilpummasa 798.5–806.7 kg L^{-1}. (skat. 2. att., Tab.)

2. att. Proteīna daudzums sausnā 2019.–2020. gadā, mg kg^{-1}.
Fig. 2. Protein content in the dry matter 2019–2020, mg kg^{-1}.

Tabula / *Table*

Ziemas kviešu šķirnes 'Skagen' un selekcijas līnijas 'L-12-292' ('Brigens') saimnieciski lietderīgo īpašību raksturojums Stendes PC vidēji 2017.–2019. gadā

Characteristics of agronomic traits of winter wheat 'Skagen' and breeding line L–12–292 'Brigens' at Stende, average 2017–2019

Saimnieciskās pazīmes	Standarts šķirnei 'Skagen'	L-12-292
Ziemcietība, 1–9 balles; 1–zema	5-7	7-9
1000 graudu masa	48.67	49.01
Lipeklis, %	23.6	25.07
Veldres izturība, 1– 9 balles (1–zema)	5-7	7
Tilpummasa, g L^{-1}	855	812
Sedimentācija, cm^3	46.3	48.6
Krišanas skaitlis, s	348	348
1000 graudu masa, g	51.00	50.46
Ciete, %	67.4	67.5
Augu garums, cm	97	97
Veģetācijas periods, dienās (01.01.)	215	213
Izturība pret dzelteno rūsu (*Puccinia striiformis Wes.*) (1–zema)	7	5
Izturība pret brūno rūsu (*Puccinia recondita*) (1–zema)	3	3
Izturība pret miltrasu (*Blumeria graminis*) (1–zema)	3	5
Izturība pret lapu dzeltenplankumainību (*Pyrenophora tritici repentis*) (1–zema)	3	3

Secinājumi

1. AREI Stendes Pētniecības centrā izveidotā ziemas kviešu līnija 'L-12-292' ('Brigens)' ir piemērota audzēšanai Latvijas klimatiskajos apstākļos; tā ir ziemcietīga, sausumizturīga, vidēji agrīna un veldres noturīga.
2. Izmēģinājumā augstākā graudu raža 12.06 t ha^{-1} iegūta, lietojot N150, augu augšanas regulatoru un apstrādājot augus divas reizes ar fungicīdu.
3. Graudu kvalitāte 2020. gadā abām izmēģinājumā esošajām šķirnēm bija vidēja visos izmēģinājumu variantos.
4. Jaunā šķirne ir vidēji izturīga pret bīstamākajām lapu slimībām. Lietojot slāpekļa mēslojumu N150–N170, jāierobežo slimību izplatība ar fungicīdiem.

Izmantotā literatūra

1. Kārkliņš A., Ruža A. (2014). Slāpekļa minerālmēslu normu optimizācija graudaugiem. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība,* Zinātniski praktiskās konferences Raksti, (2014. gada 20.–21. febr.). Jelgava: LLU, 18.–25. lpp.
2. Liniņa A., Ruža A. (2014). Meteoroloģisko apstākļu un slāpekļa mēslojuma ietekme uz ziemas kviešu graudu lipekli un tā kvalitāti. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība,* Zinātniski praktiskās konferences Raksti, (2014. gada 20.–21. febr.). Jelgava: LLU, 34.–39. lpp.
3. Liniņa A., Ruža A. (2015). Slāpekļa mēslojuma un meteoroloģisko apstākļu ietekme uz ziemas kviešu graudu fizikālajiem rādītājiem. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība,* Zinātniski praktiskās konferences Raksti, (2015. gada 19.–20. febr.). Jelgava: LLU, 70.–73. lpp.
4. Strazdina V. (2007). Wheat genetic resources and utilization in breeding programs in Latvia. ***In:*** *Scientific and practical aspects to mark the 85 th anniversary of the National Plant Breeding in Lithuania,* Proceedings of the International Scientific Conference Plant breeding, 3–5 July, 2007, Dotnuva, p. 24.
5. Strazdina V. (2010). History of wheat breeding development in Latvia. ***In:*** *World Wheat Book 2.*

LATVIJĀ SELEKCIONĒTO UN PLAŠĀK AUDZĒTO ZIEMAS KVIEŠU ŠĶIRŅU RAŽA UN KVALITĀTE

THE YIELD AND QUALITY OF LATVIAN WINTER WHEAT CULTIVARS AND OTHER WIDELY GROWN CULTIVARS

Solveiga Maļecka, Veneranda Stramkale, Aija Vaivode, Margita Damškalne
Agroresursu un ekonomikas institūts
solveiga.malecka@arei.lv

Abstract. *Field trials of Latvian origin winter wheat cultivars and widely grown winter wheat varieties were carried out at the Institute of Agricultural Resources and Economics in three places: Stende Research Centre (SRC), Priekuli Research Centre (PRC), Latgale Agricultural Research Centre (LARC). A field experiment was carried out by using an integrated growing technology. Two amount levels of fertilizer application were calculated depending on the desirable yield (6 t ha^{-1} – 8 t ha^{-1}). Two growing technologies – R1 and R2 (factor A) and four different cultivars (factor B) in four replications were used. Seed rate was 450 germinating seeds per m^{-2}. The article was prepared in the framework of the demonstration project "The demonstration of integrated growing technology with perspective Latvian wheat, oats and barley cultivars in different regions of Latvia ". The aim of the publication was to show the results of demonstration field trials to compare grain yield and the quality of winter wheat cultivars in 2018/19 and 2019/20. Growing conditions were optimal in both years. Winter wheat yields were high thus the used growing technology was efficient. Winter wheat grain yields were 8.18 t ha^{-1} – 12.72 t ha^{-1} at SRC and LARC in 2019, but yields were lower 6.87 t ha^{-1} – 8.84 t ha^{-1} at PRC. Increased fertilizer application provided significantly higher yields under growing technology variant R2 at SRC and LARC field trials variants. Winter wheat grain yields were also high (8.38 t ha^{-1} – 12.23 t ha^{-1}) at SRC and LARC in 2020, but the yield was lower (4.24 t ha^{-1} – 5.72 t ha^{-1}) at PRC. Winter wheat grain protein content was equivalent (98.7 – 150.1 mg kg^{-1}) in both years.*
Key words: *winter wheat, growing technologies, grain yield, grain quality*

Ievads

Pašreiz Latvijā kvieši (*Triticum*) ir visvairāk audzētie graudaugi. Ik gadu tirgū parādās jaunas un arī atšķirīgas ziemas kviešu (*Triticum aestivum* L.) šķirnes. Graudu raža ir atkarīga no šķirnes ģenētiskā potenciāla, apkārtējās vides un īstenotās audzēšanas tehnoloģijas.

Klimata pārmaiņu kontekstā, kurā neviendabīgums ir sastopams gan telpā, gan laikā, svarīgi, lai šķirnes būtu pietiekami elastīgas (Frank et al., 2020). Graudaugu ražas atšķirības rodas daudzu faktoru dēļ: pirmkārt, bio-fizikālo (biotiskais/abiotiskais stress, slikta augsnes auglība un augsnes problēmas); otrkārt, klimata mainība un ekstremāli klimatiskie notikumi (sausums, plūdi, krusa, karstuma stress, sals utt.); treškārt, zema kultūraugu apsaimniekošanas prakse (barības vielu deficīts vai nelīdzsvarotība, slimības, kaitēkļi, nezāles, sēšanas laiks un izsējas norma, utt.); ceturtkārt, sociālekonomiskie ierobežojumi (ierobežota piekļuve finanšu pakalpojumiem, kā arī institucionāli vai politiski ierobežojumi, tostarp tirgus iespējas un cena) (Senapati, Semenov, 2020).

Nozīmīgi kultūraugu ražu ietekmē barības vielu nodrošinājums (īpaši slāpekļa, fosfora un kālija), ko saimniecības galvenokārt nodrošina neorganisko mēslošanas līdzekļu lietošanas rezultātā.

Izmēģinājumi ar četrām ziemas kviešu šķirnēm tika iekārtoti 2018./19. gadā un 2019./20. gadā, lai izvērtētu audzēšanas tennoloģiju un šķirnes ietekmi uz ziemas kviešu ražību un graudu kvalitāti atšķirīgos Latvijas agroklimatiskajos reģionos.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi ierīkoti trīs audzēšanas vietās – Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Stendes Pētniecības centrā (SPC), AREI Priekuļu Pētniecības centrā (PPC) un SIA "Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs" (LLZC). Audzēšanas tehnoloģiju variantiem izvēlēti divi demonstrējuma, videi un sugas potenciālam atbilstoši ražības līmeņi (R1 un R2). Izvērtējot augsnes analīzes un izveidojot mēslošanas plānu 2018. un 2019. gada rudenī, ziemas kviešiem visās izmēģinājumu vietās tika izvēlēti ražības līmeņi – 6 t ha^{-1} un 8 t ha^{-1}. Augsnes agroķīmisko sastāvu

noteica katram demonstrējuma izmēģinājumu laukam pirms izmēģinājuma iekārtošanas, lai aprēķinātu nepieciešamās mēslojuma normas plānotajiem ražības līmeņiem. Izvēlētas divas Latvijā plaši audzētas šķirnes: 'Skagen' – standarts, 'Edvins' un divas jaunas – 'Talsis', 'Brencis'.

Meteoroloģiskie apstākļi 2018. un 2019. gada rudenī bija labvēlīgi ziemas kviešu sējai un augu turpmākai attīstībai. Ziema 2018./19. gada sezonā bija salīdzinoši silta, un tā bija 36. sausākā novērojumu vēsturē. Jau aprīļa sākumā Priekuļu PC un LLZC pilnībā atjaunojās augu veģetācija, Stendes PC tā atjaunojās aprīļa otrajā dekādē. Savukārt 2019./20. gadā nebija meteoroloģiskās ziemas, rudens pārgāja pavasarī, un jau aprīļa sākumā pilnībā atjaunojās augu veģetācija. Šķirnes pārziemoja labi. Abos gados veģetācijas periodā bija piemēroti laika apstākļi augstas ražas veidošanai ziemas kviešu šķirnēm.

Ziemas kviešu priekšaugi SPC bija griķi zaļmēslojumam (2018./19. gadā) un ziemas rapsis (2019./20. gadā), abos pētījuma gados āboliņš – PPC un papuve – LLZC. Izmēģinājumu vietas raksturojums: velēnu vāji podzolēta smilšmāla un velēnu vāji podzolēta / velēnu glejota smilšmāls/mālsmilts augsne SPC; velēnu podzolēta mālsmilts PPC; LLZC trūdainā podzolētā glejaugsne, pēc granulometriskā sastāva – trūdains glejs. Detalizētāks augsnes raksturojums apkopots 1. tabulā.

1. tabula / *Table 1*

Augsnes raksturojums pētījuma vietās
Characteristics of trial places

Rādītāji /*Indicators*	**Pētījuma vieta / *Trial place***					
	SPC*		**PPC****		**LLZC*****	
Gads/*Year*	2018/19	2019/20	2018/19	2019/20	2018/19	2019/20
Organisko vielu saturs / *Organic matter content*, %	2.4	3.7	1.8	2.0	7.8	7.4
Augsnes reakcija / *Soil reaction*, pH	6.6	6.07	5.4	5.0	6.9	6.6
P_2O_5 saturs / *content*, mg kg^{-1}	359	238	216	207	191	151
K_2O saturs / *content*, mg kg^{-1}	193	107	134	216	106	112
Lauciņa platība / *Plot area*, m^2	12	12	12	12	16	13

Saīsinājumi angļu val. / *abbreviations in English*: *SPC Stendes Pētniecības centrs / *Stende Research Centre (SRC)*; **PPC Priekuļu Pētniecības centrs / *Priekuli Research Centre (PRC)*; ***LLZC SIA "Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs" / *Latgale Agricultural Research Centre (LARC).*

Ziemas kviešu sēja notika 14.09.2018 un 21.09.2019. – SPC, 18.09.2018. un 27.09.2019. – PPC, 13.09.2018. un 25.09.2019. – LLZC. Izsējas norma ziemas kviešu sējumā bija 450 dīgstošas sēklas uz m^{-2}. Sēkla kodināta ar *Maxim Star 025* 1.5 L t^{-1} (fludioksonils 18.75 g L^{-1} un ciprokonazols 6.25 g L^{-1}). Visās izmēģinājumu vietās nezāļu ierobežošanai lietots herbicīds, 2019. gada vasarā profilaktiski izmantots insekticīds SPC un abos gados LLZC izmēģinājumos. Visās vietās un abos gados tika lietoti retardanti. 2019. gada sezonā vienreiz tika lietots fungicīds variantos ar ražības līmeni 6 t ha^{-1} SPC un PPC izmēģinājumos, divreiz LLZC, bet variantos ar ražības līmeni 8 t ha^{-1} visās izmēģinājuma vietās fungicīdu lietoja divreiz.

Slāpekļa (N), fosfora (P_2O_5) un kālija (K_2O) mēslojuma nepieciešamības aprēķināšana veikta LLKC, izmantojot Kultūraugu mēslošanas plāna izstrādes metodiku. Ar mēslošanas līdzekļiem iedoto barības vielu daudzumu tīrvielās skatīt 2. tabulā. Mēslošanai izmantoti šādi produkti: NPK (S) 8–20–30+S2, NPK (S) 10–26–26+S2, *YaraMila* NPK (S) 9–12–25+S7, kālijā hlorīds (0–0–60), amonija nitrāts (N34) un sulfonitrāts (N30+S7). Kaļķojamais materiāls *Physiomax* 300 kg ha^{-1} tika lietots abos gados PPC izmēģinājumos.

Ziemas kviešu ražu novāca 01.08.2019. un 11.08.2020. – SPC, 30.07.2019. un 05.08.2020. – PPC, 30.07.2019. un 12.08.2020. – LLZC.

2. tabula / *Table 2*

Ar mēslošanas līdzekļiem iedotais N–P–K–S tīrvielās, kg ha^{-1}
N–P–K–S active substances given in fertilizers, kg ha^{-1}

Audzēšanas tehnoģija / *Growing technology*	Pētījuma vieta / *Trial place*					
	SPC*		PPC**		LLZC***	
	2018/19	2019/20	2018/19	2019/20	2018/19	2019/20
R1	178–31–87–42	100–11–51–23	132–11–71–30	136–11–22–31	156–16–97–21	110–23–83–25
R2	208–31–87–49	135–11–71–31	164–17–92–38	191–17–32–44	186–18–123–25	150–28–104–34

Apzīmējumi/*designation*: audzēšanas tehnoloģija ražības līmenim 6 t ha^{-1} – R1; audzēšanas tehnoloģija ražības līmenim 8 t ha^{-1} – R2 / *Growing technology for productivity levels* 6 t ha^{-1} – R1; *Growing technology for productivity levels* 8 t ha^{-1} – R2.

Saīsinājumi angļu val. / *abbreviations in English*: *SPC Stendes Pētniecības centrs / *Stende Research Centre (SRC)*; **PPC Priekuļu Pētniecības centrs / *Priekuli Research Centre (PRC)*; ***LLZC SIA "Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs" / *Latgale Agricultural Research Centre (LARC).*

Izmēģinājumā veikta graudaugu ražas uzskaite. Raža pārrēķināta pie 100% tīrības un 14% bāzes mitruma. Tīrai ražai veica graudu kvalitātes analīzes, izmantojot graudu automātisko analizatoru *Infratec Nova*, noteikta tilpummasa (g L^{-1}), kopproteīna daudzums sausnā (mg kg^{-1}), kā arī "Zeleny" indekss. Kviešu graudiem noteikta arī 1000 graudu masa (TMG) (g) ar standartmetodi (LVS EN ISO 520). Iegūtie rezultāti statistiski apstrādāti, izmantojot "Microsoft Excel for Windows 2013" programmas paketi, lietota divu faktoru dispersijas analīze ar atkārtojumiem. Aprēķinu veica atsevišķi katram izmēģinājumu gadam un vietai ($RS_{0.05}$ A – audzēšanas tehnoloģija, B – šķirnes, AB – mijiedarbība), kā arī tika aprēķināta standartnovirze, izmantojot "MS Excel" funkciju.

Rezultāti un diskusijas

Kā liecina Centrālās statistikas pārvaldes dati, 2019. gadā iegūta Latvijas vēsturē lielākā graudu kopraža – 3.2 milj. t. To sekmēja ne vien labie ražības rādītāji, bet arī graudaugu platības pieaugums – ar graudaugiem bija apsēti 742.3 tūkst. hektāru, kas ir par 7.5% vairāk nekā iepriekšējā gadā. Graudaugu kopražu ietekmēja ziemāju platību īpatsvara pieaugums kopējā graudaugu sējumu platībā no 35.4% 2018. gadā līdz 58.8% 2019. gadā. Ziemas kviešu kopraža 2019. gadā veidoja 2.0 milj. tonnu jeb 62.0% no visas graudu kopražas, to vidējā ražība no viena hektāra sasniedza 5.18 t ha^{-1}, kas ir otra lielākā ziemas kviešu ražība pēdējā desmitgadē[5]. Ar graudaugiem 2020. gadā bija apsēti 753.7 tūkst. hektāru, kas ir par 1.5% vairāk nekā iepriekšējā gadā, un tā ir lielākā graudaugu platība Latvijā. 2019./20. gada ziema bija labvēlīga ziemāju pārziemošanai un vasara – ražas novākšanai, kas 2020. gadā būtiski ietekmēja ziemāju vidējās ražības. 2020. gadā iegūta lielākā ziemas kviešu kopraža – 2.2 milj. tonnu, to vidējā ražība no viena hektāra sasniedza 5.69 t ha^{-1}, kas ir lielākā ziemas kviešu ražība Latvijas vēsturē[6]. Saskaņā ar statistikas datiem Zemgales reģionā vidējā ziemas kviešu raža sasniedza pat 6.40 t ha^{-1}.

Kviešu ražību un kvalitāti nosaka dažādi faktori, proti, klimats, ģenētika, un visbūtiskākā ir augkopības saimniekošanas sistēma, tā uzskata Čīles un Latvijas pētnieki (Campillo et al., 2010; Strazdina, 2010).

Veģetācijas periodā 2018./19. gadā mitruma nodrošinājums bija pietiekams un augšanas apstākļi optimāli. Rezultātā izmēģinājumos iegūtās ražas bija augstas, taču tika konstatētas ievērojamas atšķirības gan starp dažādos reģionos iegūto ziemas kviešu graudu ražu, gan arī viena izmēģinājuma ietvaros, kas norāda uz neregulējamo faktoru ietekmi. SPC bija visaugstākās graudu ražas salīdzinājumā

[5] Latvijas lauksaimniecība. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 22. febr.]. Pieejams: https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/augkopiba/meklet-tema/424-latvijas-lauksaimnieciba-2020.

[6] 2020. gadā iegūta rekordliela graudu kopraža un augstākā ražība. Preses relīze. (2021) Rīga: CSP. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 23. febr.]. Pieejams: https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/augkopiba/meklet-tema/2936-lauksaimniecibas-kulturu-sejumu-platibas.

ar pārējām izmēģinājuma vietām. SPC 6 t ha^{-1} graudu ražības līmeni (R1) pārsniedza visas šķirnes, būtiski augstāka graudu raža R2 fonā tika konstatēta visām šķirnēm (par 0.21–0.67 t ha^{-1}), un tās ievērojami pārsniedza 8 t ha^{-1} ražības līmeni. SPC visām šķirnēm R1 fonā bija zemākas ražas par standartšķirni 'Skagen', R2 fonā šķirnei 'Brencis' graudu raža bija līdzvērtīga standartšķirnei, bet zemāka šķirnēm 'Edvins' un 'Talsis' (skat. 1. att.). LLZC graudu ražas abos audzēšanas tehnoloģiju variantos pārsniedza izvēlētos graudu ražības līmeņus. R2 fonā būtiski augstāka graudu raža bija visām šķirnēm (par 0.42–1.15 t ha^{-1}). Abos audzēšanas tehnoloģiju variantos izmēģinājumā iekļautās šķirnes ražībā nepārsniedza standartšķirni. Zemākās graudu ražas iegūtas PPC. Audzēšanas tehnoloģiju variantā R1 visas šķirnes pārsniedza ražības līmeni 6 t ha^{-1}, variantā R2 šķirnes 'Brencis' un 'Skagen' pārsniedza izvēlēto ražības līmeni, bet šķirnes 'Edvins' un 'Talsis' nesasniedza ražības līmeni 8 t ha^{-1}. Visām šķirnēm abos ražības līmeņos graudu ražas bija būtiski zemākas salīdzinājumā ar standartšķirni.

1. att. Ziemas kviešu graudu raža 2018./19. gadā, t ha^{-1}.
Fig. 1. Winter wheat grain yield at 2018/19, t ha^{-1}.

Latvijā 2019./20. gada veģetācijas periodā augu augšanas apstākļi bija optimāli. Konstatētas ievērojamas atšķirības starp dažādos reģionos iegūto ziemas kviešu graudu ražu, savukārt vienā izmēģinājumā novērotās atšķirības starp atkārtojumiem norāda uz dažādu nekontrolētu faktoru ietekmi. LLZC un SPC izmēģinājumos iegūtas augstas graudu ražas. LLZC bija visaugstākās graudu ražas salīdzinājumā ar pārējām izmēģinājuma vietām. LLZC 6 t ha^{-1} graudu ražības līmeni (R1) pārsniedza visas šķirnes, būtiski augstāka graudu raža R2 fonā bija visām šķirnēm (0.57–0.81 t ha^{-1}), un tās ievērojami pārsniedza 8 t ha^{-1} ražības līmeni. LLZC visām šķirnēm abos fonos bija zemākas ražas par standartšķirni 'Skagen' (skat. 2. att.). SPC graudu ražas abos audzēšanas tehnoloģiju variantos pārsniedza izvēlētos graudu ražības līmeņus. R2 fonā būtiski augstāka graudu raža bija trim šķirnēm (par 0.35–1.31 t ha^{-1}), izņemot šķirni 'Brencis'. Abos audzēšanas tehnoloģiju variantos izmēģinājumā iekļautās šķirnes ražībā nepārsniedza standartšķirni.

Arī 2019./20. gadā zemākās graudu ražas iegūtas PPC. Audzēšanas tehnoloģiju variantā R1 un R2 neviena no šķirnēm plānotos ražības līmeņus 6 t ha^{-1} un 8 t ha^{-1} nesasniedza, jo 8. jūnijā Priekuļu apkārtni skāra postošs negaiss ar stiprām vēja brāzmām un lielgraudu krusu, kas nodarīja lielus postījumus ziemāju sējumiem, ievērojami samazinot ziemas kviešu graudu ražas. Priekuļu PC variantā R2 visām šķirnēm bija būtiski augstāka graudu raža (par 0.47–0.68 t ha^{-1}) salīdzinājumā ar R1 variantu, un abos ražības līmeņos graudu ražas bija būtiski zemākas salīdzinājumā ar standartšķirni, izņemot šķirni 'Brencis'.

2. att. Ziemas kviešu graudu raža 2019./20. gadā, t ha^{-1}.
Fig. 2. Winter wheat grain yield at 2019/20, t ha^{-1}.

Mūsu pētījumā visās audzēšanas vietās, izmantojot audzēšanas tehnoloģiju ar augstākām slāpekļa (N) mēslojuma normām, iegūts būtisks ziemas kviešu graudu ražas pieaugums un daudzos gadījumos – arī augstāka graudu kvalitāte. Pētījumos, kas veikti Ķīnas ziemeļdaļā – kviešu audzēšanas reģionā, secināts, ka N mēslojums jādod vismaz 120 kg ha^{-1}, lai nodrošinātu augstu kviešu graudu ražu un kvalitāti. Ķīnas pētījumā lielākā atdeve no N mēslojuma tika panākta, lietojot 230 kg ha^{-1}, kas bija krietni augstāka par videi nekaitīgo N mēslojuma normu 170 kg ha^{-1} Eiropas Savienībā. Lai gan augstām mēslojuma normām bija lielāka ekonomiskā atdeve, tomēr arī N mēslojuma zudumi palielinājās un radīja lielāku vides piesārņojumu nekā daudzās citās lielajās valstīs (Ma et al., 2019).

Kviešu šķirne ir nozīmīgākais faktors, kas ietekmē kviešu kvalitātes parametrus (Gil et al., 2011). Ķīnas pētnieki ir secinājuši – lai kviešu graudos palielinātu proteīna daudzumu un uzlabotu kvalitāti, N virsmēslojuma došana vēlīnākās augu attīstības stadijās ir efektīvāka nekā agrīnajās. Kviešu graudu kvalitāti nodrošina elites šķirnes, uzlabojot audzēšanas un pārvaldības praksi lauksaimnieciskajā ražošanā, vienlaikus izmantojot sinerģismu starp genotipu un vidi (Kong et al., 2013). Lai iegūtu kvalitatīvu maizi, proteīna daudzumam minimāli jābūt 115 mg kg^{-1}, optimāli 130–140 mg kg^{-1}.

Augstāks proteīna daudzums graudos tika konstatēts PPC un LLZC izmēģinājumos 2018./19. gadā (skat. 3. att.). Palielinot mēslojuma normu, PPC visām šķirnēm iegūts būtiski augstāks proteīna daudzums (1.6–4.7 mg kg^{-1}, $RS_{0.05}$ 1.40), bet LLZC – tikai šķirnei 'Talsis' (5.2 mg kg^{-1}, $RS_{0.05}$ 3.10). SPC proteīna daudzums graudos veidoja 122.1–127.2 mg kg^{-1}, un variantā R2 būtiski augstāks proteīna daudzums (3.4–7.5 mg kg^{-1}, $RS_{0.05}$ 2.01) tika konstatēts visām šķirnēm, izņemot šķirni 'Brencis'.

3. att. Proteīna daudzums sausnā 2018./19. gadā, mg kg^{-1}.
Fig. 3. Protein content in the dry matter at 2018/19, mg kg^{-1}.

Augstāks proteīna daudzums kviešu graudos tika novērots LLZC izmēģinājumos (130.7 134.8 mg kg^{-1}) 2019./20. gadā, sasniedzot maizes cepšanai nepieciešamo līmeni (skat. 4. att.). Palielinot mēslojuma normu, ziemas kviešu šķirnēm iegūts būtiski augstāks proteīna daudzums (3.6–7.3 mg kg^{-1}, $RS_{0.05}$ 1.62). PPC proteīna daudzums ziemas kviešu graudos veidoja 118.8–130.43 mg kg^{-1}, savukārt, īstenojot audzēšanas tehnoloģiju R2, iegūts būtiski augstāks proteīna daudzums graudos (18.3–20.2 mg kg^{-1}, $RS_{0.05}$ 2.36). Zemākais proteīna daudzums graudos bija SPC – 98.7–106.3 mg kg^{-1}, un variantā R2 proteīna daudzums graudos būtiski palielinājās (2.9–6.0 mg kg^{-1}, $RS_{0.05}$ 2.74) visām šķirnēm, izņemot šķirni 'Skagen'.

4. att. Proteīna daudzums sausnā 2019./20. gadā, mg kg^{-1}.
Fig. 4. Protein content in the dry matter at 2019/20, mg kg^{-1}.

"Zeleny" indekss raksturo olbaltumvielu kvalitāti, un miltus pēc šī rādītāja iedala 4 klasēs. Maizes cepšanai izmanto 2. klases (60–40) un 3. klases miltus (40–20). "Zeleny" indekss abos pētījuma gados uzrādīja līdzīgas tendences.

Augstākais "Zeleny" indekss 2018./19. gadā tika konstatēts LLZC (44.54–60.04, 2. klase), bet būtisks pieaugums R2 variantā tikai šķirnei 'Talsis' (par 4.19, $RS_{0.05}$ 2.360). Augsts "Zeleny" indekss bija arī PPC (46.98–58.27), kas atbilst 2. klasei. Visām šķirnēm variantā R2 iegūts būtisks pieaugums (par 1.82–4.55, $RS_{0.05}$ 1.085). SPC ziemas kviešu izmēģinājumos novērots zemākais "Zeleny" indekss (37.68–42.92, 3. klase). Variantā R2 iegūts būtisks šī rādītāja pieaugums (par 1.60–5.68, $RS_{0.05}$ 1.571), un lielākais pieaugums konstatēts šķirnei 'Edvins'.

Visaugstākais "Zeleny" indekss 2019./20. gadā novērots ziemas kviešu šķirnēm LLZC (45.61–47.92, 2. klase), un audzēšanas tehnoloģijas variantā R2, pieaugot N mēslojuma devai, iegūts būtisks "Zeleny" indeksa pieaugums (par 1.69–6.33, $RS_{0.05}$ 1.251). Otrs augstākais "Zeleny" indekss novērots PPC izmēģinājumos (35.44–44.16, 2. klase), un ievērojams pieaugums iegūts variantā R2 (par 13.0–14.77, $RS_{0.05}$ 1.566). Turpretī zemākais "Zeleny" indekss bija SPC izmēģinājumos (20.80–27.84, 3. klase), un variantā R2 pieaugums novērots visām šķirnēm (par 1.83–2.63, $RS_{0.05}$ 1.540), izņemot šķirni 'Edvins'.

Augstākā ziemas kviešu 1000 graudu masa (TMG) 2018./19. gadā iegūta LLZC izmēģinājumos (51.08–55.09 g). Palielinot mēslojuma normu, iegūta būtiski augstāka TGM tikai šķirnei 'Talsis' (0.86 g, $RS_{0.05}$ 0.518). Pārējās izmēģinājuma vietās konstatēti nedaudz sīkāki graudi (R1 bija 43.70–49.03 g, R2 bija 46.24–51.47 g), toties mēslojuma normas palielināšana nodrošinājusi būtisku TMG pieaugumu visām šķirnēm.

Ziemas kviešu graudi 2019./20. gadā bija sīkāki salīdzinājumā ar 2018./19. gadu. Augstākā TMG konstatēta SPC un PPC izmēģinājumos (43.45–50.57 g). Palielinot mēslojuma normu, iegūta līdzvērtīga vai zemāka TGM Stendes Pētniecības centrā un būtiski lielāka šķirnei 'Talsis' un 'Edvins' Priekuļu Pētniecības centrā (1.36–2.53 g, $RS_{0.05}$ 1.132). LLZC izmēģinājumā iegūti nedaudz sīkāki graudi (39.86–44.58 g).

Iegūtās tilpummasas bija augstas. Augstākā tilpummasa ziemas kviešiem 2019./20. gadā iegūta LLZC (821.9–829.4 g L^{-1}). Palielinot mēslojuma normu, LLZC iegūta būtiski augstāka tilpummasa tikai šķirnei 'Brencis'. Pārējās izmēģinājuma vietās tā bija nedaudz zemāka (780.3–819.3), toties mēslojuma normas palielināšana nodrošinājusi būtisku tilpummasas palielinājumu (SPC 809.6–824.1 g L^{-1}, $RS_{0.05}$ 2.44 un PPC 794.1–805.8 g L^{-1}, $RS_{0.05}$ 3.23).

Kopumā iegūtās tilpummasas 2019./20. gadā bija augstas, taču nedaudz zemākas nekā iepriekšējā gadā. Augstāka tilpummasa konstatēta SPC (775.8–809.1 g L^{-1}) un LLZC (789.4–820.9 g L^{-1}). LLZC R2 variantā iegūta būtiski augstāka tilpummasa (11.1 g L^{-1}, $RS_{0.05}$ 4.39) šķirnei 'Brencis', savukārt SPC vienīgi šķirnei 'Talsis' novērota būtiski augstāka tilpummasa (5.0 g L^{-1}, $RS_{0.05}$ 4.67). Zemāka tilpummasa bija PPC izmēģinājumos 719.3–740.9 g L^{-1}, bet, izmantojot R2 tehnoloģiju, panākts būtisks tilpummasas pieaugums (17.6–20.4 g L^{-1}, $RS_{0.05}$ 6.86) šķirnēm 'Brencis' un 'Edvins'.

Secinājumi

1. Ziemas kviešu ražu būtiski ietekmēja audzēšanas vieta. Augstākās graudu ražas iegūtas Stendes Pētniecības centrā un Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrā, savukārt Priekuļu Pētniecības centrā tika iegūta būtiski zemāka graudu raža.
2. Audzēšanas tehnoloģiju izvēle būtiski ietekmēja ziemas kviešu graudu ražu abos izmēģinājuma gados Stendes Pētniecības centra un Latgales Lauksaimniecības zinātnes centra izmēģinājumos, pārsniedzot plānoto ražas līmeni.
3. Ziemas kviešiem audzēšanas tehnoloģiju variantā R2 2018./19. gadā visām šķirnēm tika konstatēts būtiski augstāks proteīna daudzums graudos Priekuļu Pētniecības centrā, Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrā tikai šķirnei 'Talsis' un Stendes Pētniecības centrā visām šķirnēm, izņemot šķirni 'Brencis', bet 2019./20. gadā visām šķirnēm visās audzēšanas vietās, izņemot šķirni 'Skagen' Stendes Pētniecības centrā.

Pateicība. Demonstrējums "Perspektīvu, Latvijā selekcionēto kviešu, auzu, miežu šķirņu integrētās audzēšanas demonstrējums dažādos Latvijas reģionos" veikts Latvijas Lauku attīstības programmas 2014.–2020. gadam pasākuma "Zināšanu pārneses un informācijas pasākumi" apakšpasākuma "Atbalsts demonstrējumu pasākumiem un informācijas pasākumiem" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Campillo R., Jobet C., Undurraga P. (2010). Effects of Nitrogen on Productivity, Grain Quality, and Optimal Nitrogen Rates in Winter Wheat cv. Kumpa-inia in Andisols of Southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, Vol. 70(1), p. 122–131.
2. Frank G., Rivière P., Pin S., Baltassat R., Berthellot J. F., Caizergues F., Dalmasso C., Gascuel J. S., Hyacinthe A., Mercier F., Montaz H., Ronot B., Goldringer I. (2020). Genetic Diversity and Stability of Performance of Wheat Population Varieties Developed by Participatory Breeding. *Sustainability 2020*, Vol. 12 (1), 384 p.
3. Gil D. H., Bonfil D. J., Svoray T. (2011). Multi scale analysis of the factors influencing wheat quality as determined by Gluten Index. *Field Crops Research*, 123, p. 1–9.
4. Kong L., Si J., Zhang B., Feng B., Li S., Wang F. (2013). Environmental modification of wheat grain protein accumulation and associated processing quality: a case study of China. *Australian Journal of Crop Science*, Vol. 7 (2), p. 173–181.
5. Ma G., Liu W., Li S., Zhang P., Wang C., Lu H., Wang L., Xie Y., Ma D., Kang G. (2019). Determining the Optimal N Input to Improve Grain Yield and Quality in Winter Wheat with Reduced Apparent N Loss in the North China Plain. *Frontiers in Plant Science*, Vol. 10, Article 181, p. 1–12.
6. Senapati N., Semenov M. A. (2020). Large genetic yield potential and genetic yield gap estimated for wheat in Europe. *Global Food Security*, Vol. 24, p. 1–9.
7. Strazdina V. (2010). History of wheat breeding development in Latvia. ***In:*** *World Wheat Book 2.*

LATVIJĀ SASTOPAMĀS *PUCCINIA STRIIFORMIS* RASES, KVIEŠU ŠĶIRŅU IZTURĪBA PRET DZELTENO RŪSU UN UZ BĀRBELĒM SASTOPAMO *PUCCINIA* SUGU IDENTIFIKĀCIJA

Līga Feodorova-Fedotova[1], Inta Jakobija[1], Inga Moročko-Bičevska[1,2]
[1]LLU Augu aizsardzības zinātniskais institūts "Agrihorts", [2]APP "Dārzkopības institūts"
liga.feodorova-fedotova@llu.lv

Ievads

Kviešu dzeltenā rūsa, kuru izraisa *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*), ir postīga slimība graudaugu audzēšanas reģionos visā pasaulē (Chen, 2005). *Pst* inficē arī miežus *Hordeum* spp., parastās kamolzāles *Dactylis glomerata*, pļavas skarenes *Poa pratensis* (Chen, Kang, 2017). Dzeltenā rūsa periodiski novērota Latvijā, visbiežāk Kurzemes ziemeļu daļā. Pēdējo gadu laikā Latvijā identificētas agresīvas *Pst* rases (Feodorova-Fedotova, Bankina, 2019), kas var izraisīt epidēmijas. Informācija par *Pst* rasu sastāvu Latvijā ir fragmentāra, attiecīgi nepieciešams veikt papildu pētījumus. Dzeltenās rūsas izplatību var ierobežot, kultivējot rezistentas šķirnes (Chen, Kang, 2017). Latvijā audzēto šķirņu izturība pret *Pst* ir atšķirīga (Strazdina et al. 2017), to reakcija uz noteiktām *Pst* rasēm nav zināma. Iegūstot šo informāciju, graudaugu audzētājiem būtu iespējams rekomendēt pret Latvijā sastopamajām *Pst* rasēm izturīgas kviešu šķirnes.

Pst ir biotrofs ar sarežģītu attīstības ciklu. Agrāk valdīja uzskats, ka *Pst* attīstās ar nepilnu attīstības ciklu, kamēr Jin et al. (2010) pierādīja, ka bārbeles *Berberis* spp. ir *Pst* starpsaimnieki. Zināmas 33 ar *Pst* ieņēmīgas bārbeļu sugas, tai skaitā parastā bārbele *B. vulgaris* (Chen, Kang, 2017). Savvaļā *Pst* uz bārbelēm atrasta tikai Ķīnā (Zhao et al. 2013). Bārbeles zināmas kā starpsaimnieki arī citu rūsu ierosinātājiem, piemēram, *P. graminis* f. sp. *aveanae* un *P. graminis* f. sp. *tritici* (Kyiashchenko, 2011). Daudzviet pasaulē ir uzsākta *Puccinia* izpēte uz bārbelēm, jo pilns attīstības cikls var veicināt patogēna mainību un agresīvāku rasu veidošanos (Chen, Kang, 2017). Latvijā nav pieejama informācija par bārbeļu lomu *Pst* attīstībā.

Pētījuma mērķis ir identificēt Latvijā sastopamās *Pst* rases, noskaidrot audzēto kviešu šķirņu reakciju uz agresīvajām *Pst* rasēm, kā arī noteikt uz bārbelēm sastopamās *Puccinia* sugas un skaidrot bārbeļu kā starpsaimnieka lomu *Pst* attīstībā Latvijā.

Materiāli un metodes

Pst rasu identifikācija ar fenotipēšanas metodi uz diferenciālšķirnēm un kviešu šķirņu izturības pārbaude veikta siltumnīcā: gaisa temperatūra dienā 17–20 ˚C (16 h), naktī 9–12 ˚C (8 h), relatīvais gaisa mitrums 70–80%. Izmantota starptautiski atzīta (Chen, Kang, 2017) diferenciālšķirņu kopa, kas sastāv no 20 dažādus rezistences gēnus saturošām ziemas un vasaras kviešu šķirnēm. Inokulācijai izmantotas 2020. gadā Kurzemes ziemeļu daļā četros ziemas kviešu sējumos ievāktas *Pst* uredosporas, kas uzskatītas par četriem atsevišķiem izolātiem. Vienas diferenciālšķirņu kopas apstrādei inokulumam izmantoti 10 mg viena izolāta uredosporu maisījumā ar 5 ml *Novec 7100* šķīduma. Augi apsmidzināti ar inokulumu divu lapu stadijā (Hovmøller et al. 2017), pēc tam ar ūdeni, un ievietoti kastē ar pārsegu tumsā, attiecīgi +12 ˚C temperatūrā uz 24 stundām. Diferenciālšķirņes ar katru izolātu inficētas divas reizes. Trīs nedēļas pēc inficēšanas veikts pazīmju novērtējums pēc M. S. Hovmøller, J. Rodriguez-Algaba, T. Thach un C. K. Sørensen (2017), dati analizēti pēc X. Chen un Z. Kang (2017).

Izturība pret dzelteno rūsu vērtēta ziemas kviešu šķirnēm 'Brencis', 'Ceylon', 'Fredis', 'Edvins', 'Magnifik', 'Olivin', 'Reinis', 'Skagen', 'Talsis' un 'Zeppelin'. Izmantoti pieci *Pst* izolāti, rases: *Warrior–, Warrior* un *Triticale 2015*. Augu inficēšana un vērtēšana veikta identiski kā pētījumā ar diferenciālšķirņēm.

Puccinia identifikācijai uz bārbelēm visā Latvijas teritorijā 2020. gada maijā ievākti 54 lapu un ogu paraugi. Līdztekus analizēti paraugi no kviešiem. Sēnes DNS izdalīta, izmantojot *Qiagen DNeasy Plant Mini kit* komplektu. *ITS1/5.8S/ITS2/28S* reģiona *PCR* amplifikācija un sekvencēšana veikta, izmantojot praimerus *ITS5, Rust1, ITS4, Rust3* (White et al., 1990; Driessen et al., 2004). Sekvenču analīze veikta ar *Lasergene 14*. Iegūtas pilnā garumā, tās salīdzinātas ar datu bāzēs pieejamām sekvencēm sugu identifikācijai. Filoģenētiskās analīzes veiktas ar datorprogrammu *PAUP*.

Rezultāti

Pēc apstrādes ar trīs *Pst* izolātiem hlorotiski plankumi uz šķirnēm 'Chinesse 166', 'Kalyansona', 'Vilmorin 23', 'Hybrid 46', 'Heines Kolben', 'Avocet Yr6', 'Lee', 'Avocet Yr9', 'VPM1', 'Avocet Yr17', 'TP981', 'Carstens V', 'Avocet YrSp', 'Avocet S', 'Cartago' novēroti divas nedēļas pēc inficēšanas, savukārt pēc piecām dienām sākās sporulācija. Šķirnēm 'Opata' un "Moro' trīs nedēļas pēc inficēšanas konstatēti hlorotiski plankumi bez sporulācijas, bet 'Avocet Yr8', 'Cortez' un 'Ambition' slimības pazīmes pētījuma laikā nav novērotas. Savukārt pēc apstrādes ar ceturto *Pst* izolātu šķirnei 'Ambition' fiksēta intensīva sporulācija. Pēc fenotipa izpausmes trīs no izolātiem klasificēti kā *Warrior–*, viens kā *Warrior* rase. *Pst* rasu identifikācija ar fenotipēšanas metodi Latvijā veikta pirmo reizi.

Uz visām analizētajām kviešu šķirnēm trīs nedēļas pēc inokulācijas ar *Pst* rasēm *Warrior–* un *Warrior* novēroja augstu slimības intensitāti un bagātīgu patogēna sporulāciju. Pēc inokulācijas ar *Pst* rasi *Triticale 2015* uz šķirņu 'Brencis', 'Ceylon', 'Edvins', 'Magnifik', 'Olivin', 'Skagen' un 'Talsis' lapām izveidojās hlorotiski un nekrotiski plankumi bez patogēna sporulācijas. Šķirnēm 'Fredis', 'Reinis', 'Zeppelin' slimības simptomus nenovēroja.

Uz savvaļā un apstādījumos augošām bārbelēm 2020. gadā identificēts kviešu stiebru rūsas ierosinātājs *P. graminis* f. sp. *tritic*i (37 paraugi). Sešos paraugos noteikts *P. graminis* f. sp. *lollii* un *P. graminis*. *P. tritici* f. sp. *avenae* konstatēta divos paraugos. *Pst* uz bārbelēm netika atrasta. Uz viena auga fiksēta *Pst* radniecīga suga. Sākotnējās analīzes liecina, ka tā, iespējams, ir kāda no *P. striiformis* f. sp., bet nepieciešama detalizētāka analīze un turpmāki pētījumi, iekļaujot datu analīzē vairākas *Puccinia* sugas un plašāku *P. striiformis* populāciju no dažādiem saimniekaugiem.

Secinājumi

Latvijā identificētas agresīvas *Pst* rases: *Warrior–* un *Warrior*. *Pst* rases *Warrior* un *Warrior–* ir virulentas uz ziemas kviešu šķirnēm 'Brencis', 'Ceylon', 'Fredis', 'Edvins', 'Magnifik', 'Olivin', 'Reinis', 'Skagen', 'Talsis' un 'Zeppelin' juvenilā etapā, savukārt *Triticale 2015* ir avirulenta. Latvijā bārbeles galvenokārt ir kviešu stiebru rūsas ierosinātāja *P. graminis* f. sp. *tritici* starpsaimnieki.

Pateicība. Pētījums veikts LR ZM projekta "Dzeltenās rūsas (ieros. *Puccinia striiformis*, Wes.) izplatība Latvijā un pasākumi tās postīguma ierobežošanai" ietvaros. Paldies AREI Stendes Pētniecības centram, īpaši Vijai Strazdiņai un Valentīnai Feterei par atbalstu pētījuma laikā.

Izmantotā literatūra

1. Chen X. M. (2005). Review/ Synthèse Epidemiology and control of stripe rust [*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*] on wheat. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 27, p. 314–337.
2. Chen X., Kang Z. (2017). *Stripe rust*. Netherlands: Springer Science+Business Media B.V., 719 p.
3. Driessen A. A., O'Brien P. A. O., Hardy G. E. St. J. (2004). Diversity of *Puccinia boroniae* assessed by teliospore morphology and restriction fragment patterns of ribosomal DNA. *Australian Plant Pathology*, Vol. 33, p. 77–82.
4. Feodorova-Fedotova L., Bankina B., Strazdina V. (2019). Possibilities for the biological control of yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) in winter wheat in Latvia 2017–2018. *Agronomy Research*, Vol. 17, no. 3, p. 716–724.
5. Hovmøller M. S., Rodriguez-Algaba J., Thach T., Sørensen C. K. (2017). Race Typing of *Puccinia striiformis* on Wheat. ***In:*** *Wheat Rust Diseases: Methods and Protocols*. Berlin: Humana Press, Springer Science+Business Media LLC, p. 29–40.
6. Jin Y., Szabo L. J., Carson M. (2010). Century-old mystery of *Puccinia striiformis* life history solved with the identification of *Berberis* as an alternate host. *Phytopathology*, Vol. 100, no. 5, 432–435.
7. Kyiashchenko I. (2011). Taxonomic and phylogenetic study of rust fungi forming aecia on *Berberis* spp. in Sweden. Department of Forest Mycology and Plant Pathology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

8. Strazdina V., Fetere V., Feodorova-Fedotova L., Jasko J., Treikale O. (2017). Reaction of winter wheat genotypes on the yellow (stripe) rust *Puccinia striiformis*, Wes. ***In:*** *Proceedings of the 8th International Scientific Conference Rural Development 2017*, Kaunas district, Lithuania, 23–24 November, 2017, p. 139–142.
9. White T. J., Bruns T., Lee S., Taylor J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. ***In:*** *PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications,* New York: Academic Press, p. 315–322.
10. Zhao J., Wang L, Wang Z., Chen X., Zhang H., Yao J., Zhan G., Chen W., Huang L., Kang Z. (2013). Identification of eighteen *Berberis* species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* and virulence variation in the pathogen isolates from natural infection of barberry plants in China. *Phytopathology*, Vol. 103, p. 927–934.

AUZU ŠĶIRŅU RAŽA UN KVALITĀTE 2019.–2020. GADĀ

YIELD AND QUALITY OF OAT VARIETIES IN 2019 – 2020

Lauma Pluša, Zaiga Vīcupe, Sanita Zute
Agroresursu un ekonomikas institūts
lauma.plusa@arei.lv

Abstract. *In Latvia oat sowing areas are changing depending in the year, but the data of recent years show an increase by about 54 %. Various oats are used as animal feed, but due to their high nutritional value the use of oats in food production has increased. The suitability for the particular use is determined not only by agronomic and annual meteorological conditions, but also by a variety. To test and evaluate the suitability of different varieties for growth in Latvia, several oat varieties were sown and analyzed annually in Institute of Agricultural Resources and Economics – Stende Research Center. In From 2019 to 2020, 16 oat varieties (selected in different countries) were used for the comparison. The indicators determined were as follows: grain yield (t ha^{-1}), volume weight (g L^{-1}) and TGW (g); as regards biochemical indicators, they were crude protein (%), fat (%), β – glucan (%) and starch (%) content. Meteorological conditions in both years were optimal for the growth and development of oats. Comparing the yield data of oat varieties, statistically significant differences ($p<0.05$) should be noted between vegetation seasons ($RS_{0.05} = 1.44$), yield varied form 7.4 – 9.9 t ha^{-1}. Difference between volume weight was significant ($p<0.05$) between varieties ($RS_{0.05} = 16.50$), 'Bison' (562.3 g L^{-1}) and in 2020 'Scorpion' (556.3 g L^{-1}) had the highest volume weight in 2019. During the period of two years three varieties, i.e., 'Bison', 'Harmony' and 'Ivory' were notable as varieties with the highest commercially important indicators.*
Key words: *oat, variety, yield.*

Ievads

Vērtējot auzu sējplatību datus Eiropas mērogā (2010.–2019. gadā), tiek novērota tendence platību samazinājumam[7], taču vienlaikus Latvijā platības pieaug, 2020. gadā veidojot aptuveni 98 tūkst. ha., kas ir par 54% vairāk nekā 2010. gadā[8]. Līdz ar platību pieaugumu palielinājies arī vidējais ražas līmenis – no 1.6 t ha^{-1} līdz 3.2 t ha^{-1}. Liela nozīme ražas veidošanā ir augsnes auglībai, agrotehniskajiem pasākumiem, meteoroloģiskajiem apstākļiem, taču ne mazāk svarīga loma ir šķirnes ģenētiskajam potenciālam. Svarīgi, ka atsevišķus ražas kvalitātes veidojošos rādītājus nosaka tieši šķirne (Gorash, et.al., 2017). Lai pārbaudītu un analizētu šo apstākļu savstarpējo mijiedarbību, būtiski ir pārbaudīt noteiktas šķirnes ražas un tās kvalitātes rādītājus dažādās veģetācijas sezonās, kas ļauj novērtēt konkrētās šķirnes stiprās un vājās puses.

Auzas galvenokārt tiek lietotas lopbarībā, taču to augstās uzturvērtības dēļ arī pārtikas ražošanā palielinās auzu izmantošana (Boczkowska, Tarczyk, 2013). Atkarībā no realizācijas veida šķirņu piedāvājums var atšķirties – ir šķirnes, kuras paredzētas tieši zaļmasas ieguvei (tām raksturīgāka lielāka biomasa, taču graudu raža ir zemāka), kā arī kailgraudu auzu šķirnes, kuru graudi piemēroti pārtikas graudu ieguvei.

Pētījuma mērķis ir salīdzināt dažādās valstīs selekcionētās auzu šķirnes, to piemērotību augšanai Latvijas agroklimatiskajos apstākļos un veikt šķirņu saimniecisko un bioķīmisko kvalitātes rādītāju analīzi.

Materiāli un metodes

Auzu šķirņu salīdzinājums notika Agroresursu un ekonomikas institūta (turpmāk – AREI) Stendes Pētniecības centrā. Lauka izmēģinājumam izvēlētas 16 plēkšņainās auzu šķirnes, kas paredzētas graudu

[7] Food and Agriculture organization of the United Nations. Statistics division [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 6. febr.]. Pieejams: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

[8] LR Centrālās statistikas pārvalde. Lauksaimniecības kultūru sējumu platība, kopraža un vidējā ražība [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 6. febr.]. Pieejams: http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/lauks/lauks__03Augk__ikgad/LAG020.px/?rxid=cdcb978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0.

ieguvei. Tās selekcionētas dažādās Eiropas valstīs – 'Scorpion', 'Pergamon' (Polija); 'Ivory', 'KWS Contender', 'Symphony', 'Bison', 'Harmony', 'Poseidon' (Vācija); 'Belinda', 'Guld' (Zviedrija); 'Kusta', 'Caddy' (Igaunija); 'Korok', 'Kertag' (Čehija); 'Gabby' (Somija). Kā standartšķirne izmantota Latvijā selekcionētā 'Laima'. Atbilstoši augsnē esošajām barības vielām iestrādāts pamatmēslojums, 2019. gadā pirms sējas – kompleksie minerālmēsli NPK 15–15–15 (530 kg ha^{-1}), savukārt 2020. gadā – NPK 12–26–26 (300 kg ha^{-1}). Augsnes agroķīmiskie rādītāji apkopoti 1. tabulā.

1. tabula / *Table 1*

Augsnes agroķīmiskie rādītāji 2019. un 2020. gadā
Soil agrochemical characteristics in 2019 and 2020

Rādītāji/*Characteristics*	**2019. gads**	**2020. gads**
pH KCl	5.9–6.3	5.5–5.6
Organiskās vielas saturs, % / *Organic matter, %*	1.8–2.0	1.5–2.1
P_2O_5, mg kg^{-1}	207–232	147–150
K_2O, mg kg^{-1}	159–174	144–145

Abos gados priekšaugs bija kartupeļi. Lauka izmēģinājums iekārtots 4 atkārtojumos, kur katra lauciņa izmērs veidoja 10 m^2, izsējas norma 500 dīgstoši graudi uz m^2. 2019. gadā sēja veikta 18. aprīlī, bet 2020. gadā – 11. aprīlī. Abos gados nezāļu ierobežošanai izmantots herbicīds *Biatlon 4D* (darbīgās vielas – 714.0 g kg^{-1} tritosulfurons, 54.0 g kg^{-1} florasulams) 50 g ha^{-1}.

Salīdzinot abos izmēģinājuma gados Stendes hidrometeoroloģiskajā stacijā fiksētos meteoroloģisko apstākļu datus, tie liecina, ka 2019. gadu raksturo augstāka diennakts vidējā gaisa temperatūra visā veģetācijas periodā nekā 2020. gadā. Izņēmums bija jūlija mēnesis, kad augstāka temperatūra fiksēta 2020. gadā. Savukārt, salīdzinot nokrišņu daudzumu, dati liecina, ka 2020. gada aprīlis un maijs bijis nokrišņiem bagātāks, bet 2019. gadā izteikti mitruma apstākļi tika novēroti jūlijā, kad nokrišņu daudzums bija krietni virs ilggadējo meteoroloģisko novērojumu normas (135%). Kopumā 2019. gadā nokrišņu daudzums veģetācijas sezonā veidoja 221 mm, bet 2020. gadā – 166 mm.

2019. gadā raža tika novākta 16. augustā, bet 2020. gadā – 15. augustā. Pēc ražas novākšanas graudi iztīrīti ar tīrāmo iekārtu *Petkus K541A*, raža pārrēķināta uz 14% mitrumu. Graudu bioķīmiskie rādītāji (kopproteīns, koptauki, β-glikāns, ciete) un tilpummasa noteikta AREI Graudu tehnoloģijas un agroķīmijas laboratorijā ar graudu analizatoru *Infratec Nova*.

Datu matemātiskā apstrāde veikta *Microsoft Excel* programmā, izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi.

Rezultāti un diskusijas

Meteoroloģiskie apstākļi abos izmēģinājuma gados bijuši optimāli auzu augšanai un attīstībai, par ko liecina arī iegūtie ražas dati (skat. Att.).

Iegūtā graudu raža no hektāra ir viens no galvenajiem mērķiem, uz ko tiecas ikviens audzētājs. Salīdzinot šķirņu ražas datus pa gadiem, statistiski būtiskas atšķirības ($p < 0.05$) konstatētas starp veģetācijas sezonām ($RS_{0.05} = 1.44$).

Graudu ražas 2019. gadā variēja 7.4–9.9 t ha^{-1} robežās, ar augstāko ražu izceļoties šķirnei 'Poseidon', bet zemāko – 'Belinda', savukārt 2020. gadā ražas bija robežās no 7.6 līdz 9.8 t ha^{-1}, attiecīgi augstāko ražu sasniedza šķirne 'KWS Contender', bet zemāko – šķirne 'Laima'.

Att. Dažādu šķirņu auzu graudu raža 2019.–2020. gadā.
Fig. Yield of oat varieties in 2019 – 2020.

Kā nozīmīgi graudu kvalitātes rādītāji jāuzsver graudu tilpummasa un 1000 graudu masa. Tilpummasa ir svarīgs kvalitātes rādītājs graudu pārstrādātājiem, kas nosaka to piemērotību pārtikas vai lopbarības izmantošanai. Kā redzams 2. tabulā, vidējā graudu tilpummasa pa gadiem nav bijusi būtiski atšķirīga, 2019. gadā – 537.9 g L^{-1}, bet 2020. gadā – 532.8 g L^{-1}.

2. tabula / *Table 2*

Auzu šķirņu saimniecisko īpašību rādītāji 2019. un 2020. gadā
Commercial characteristics of oat varieties in 2019 and 2020

Šķirne/ ***Variety***	**1000 graudu masa, g /** ***TGW, g***		**Graudu tilpummasa, g L^{-1} /** ***Volume weight, g L^{-1}***	
	2019	**2020**	**2019**	**2020**
'Laima'	39.50	34.49	540.0	**545.7**
'Scorpion'	46.07	42.55	**554.4**	**556.3**
'Ivory'	**50.75**	**45.52**	**543.8**	**550.0**
'Belinda'	41.35	37.36	530.1	520.0
'Kusta'	46.74	**44.35**	534.6	503.3
'KWS Contender'	**48.82**	42.85	522.3	503.9
'Korok'	41.34	40.51	531.8	522.8
'Symphony'	47.06	44.00	539.3	528.2
'Kertag'	41.09	36.08	537.3	533.6
'Bison'	48.00	44.19	**562.3**	552.6
'Pergamon'	45.54	40.94	542.7	540.8
'Harmony'	**51.40**	**44.84**	543.0	544.6
'Poseidon'	45.33	42.11	528.0	520.1
'Gabby'	41.57	38.42	528.6	539.4
'Caddy'	41.20	38.52	531.5	539.2
'Guld'	39.72	35.55	537.0	524.2
Vidēji	44.72	40.76	537.9	532.8
Min	39.50	34.49	522.3	503.3
Max	51.40	45.52	562.3	556.3
$RS_{0.05}$	2.18		16.50	

Būtiskas atšķirības ($p < 0.05$) tilpummasas rādītājos konstatētas tieši starp šķirnēm ($RS_{0.05} = 16.50$). Augstākā tilpummasa bijusi šķirnei 'Bison' 562.3 g L^{-1} (2019. gadā) un 'Scorpion' 556.3 g L^{-1} (2020. gadā). Salīdzinoši augstākā 1000 graudu masa fiksēta 2019. gadā (vidēji 44.72 g), bet 2020. gadā vien 40.76 g (starp gadu vidējām vērtībām $RS_{0.05} = 2.18$). Rupjākie graudi 2019. gadā konstatēti šķirnei 'Harmony' – 51.40 g, bet 2020. gadā šķirnei 'Ivory' – 45.52 g, abos gados zemākā 1000 graudu masa novērota standartšķirnei 'Laima'.

Kopproteīna saturs ir viens no svarīgākajiem auzu kvalitātes rādītājiem. Tā sastāvs vienai šķirnei var variēt 3–4% robežās atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem graudu nobriešanas laikā (Danyte, Gorach, Liatukiene et. al, 2020). Vērtējot abos izmēģinājuma gados iegūtos rezultātus, iespējams secināt, ka proteīna saturu būtiski ($p < 0.05$) ietekmē šķirne. Kā redzams 3. tabulā, kopproteīna saturs pēc vidējiem rādītājiem augstāks bijis 2019. gadā, variējot robežās no 9.6 līdz 11.3%, attiecīgi zemākais kopproteīna daudzums fiksēts šķirnei 'Poseidon', bet augstākais – šķirnei 'Bison', savukārt 2020. gadā zemākais kopproteīna saturs konstatēts šķirnei 'Symphony' – 9.4%, turpretī augstāko sasniegusi šķirne 'Ivory' – 10.6% ($RS_{0.05} = 0.5$).

3. tabula / *Table 3*

Auzu šķirņu graudu bioķīmiskie kvalitātes rādītāji 2019.–2020. gadā
Grain biochemical quality of oat varieties in 2019 – 2020

Šķirne/ ***Variety***	**Kopproteīna saturs, % /** ***Protein content, %***		**Koptauku saturs, % /** ***Oil content, %***		**β-glikāna saturs, % /** ***Beta glucan content, %***		**Cietes saturs, % /** ***Strach content, %***	
	2019	**2020**	**2019**	**2020**	**2019**	**2020**	**2019**	**2020**
'Laima'	11.0	10.2	6.8	6.0	3.3	3.3	43.2	47.0
'Scorpion'	10.4	10.0	5.7	5.8	3.2	3.3	45.6	48.9
'Ivory'	10.8	**10.6**	**6.6**	**6.2**	3.2	**3.4**	46.0	48.0
'Belinda'	10.2	9.7	**6.7**	**6.5**	3.3	**3.4**	44.8	46.8
'Kusta'	10.5	9.9	6.2	5.6	**3.4**	3.2	44.7	48.6
'KWS Contender'	10.1	9.5	6.2	5.6	3.2	**3.4**	44.7	48.0
'Korok'	**11.2**	**10.5**	5.0	4.4	3.3	3.3	45.7	49.0
'Symphony'	10.7	9.4	5.3	4.8	3.3	3.1	45.1	48.6
'Kertag'	10.6	9.8	5.7	5.3	3.1	**3.4**	45.2	48.7
'Bison'	**11.3**	**10.5**	5.6	4.3	3.2	3.3	**48.3**	**49.7**
'Pergamon'	10.4	**10.3**	5.4	5.4	3.3	3.2	46.4	49.2
'Harmony'	10.3	9.7	6.1	5.9	**3.4**	**3.4**	46.0	49.0
'Poseidon'	9.6	9.4	5.4	4.8	3.3	3.3	44.3	48.6
'Gabby'	9.8	9.7	**7.3**	**7.2**	**3.4**	3.2	44.1	47.0
'Caddy'	10.0	9.5	5.7	5.4	3.3	3.3	45.4	47.8
'Guld'	10.6	10.0	5.3	5.9	3.3	3.2	44.6	47.6
Vidēji	10.5	9.9	5.9	5.6	3.3	3.3	45.3	48.3
Min	9.6	9.4	5.0	4.3	3.1	3.1	43.2	46.8
Max	11.3	10.6	7.3	7.2	3.4	3.4	48.3	49.7
$RS_{0.05}$	0.5		0.7		0.2		1.1	

Vidēji koptauku saturs abos izmēģinājuma gados bijis samērā līdzīgs – 5.9 līdz 5.6% ($RS_{0.05} = 0.7$). Būtiska ietekme ($p < 0.05$) uz koptauku saturu bijusi veģetācijas sezonai. Ar augstāko tauku saturu gan 2019., gan 2020. gadā izcēlusies šķirne 'Gabby', attiecīgi – 7.3 un 7.2%. Zemākais tauku saturs 2019. gadā fiksēts šķirnei 'Korok', bet 2020. gadā – 'Bison'. Atsevišķos avotos norādīts, ka auzām tauku saturs var variēt robežās no 2 līdz 12%, dēvējot tās par unikālām augstā tauku satura dēļ (Aro, Jarvenpaa, Konko et al., 2006).

Vidējais β jeb glikānu saturs pa gadiem nav bijis mainīgs, veidojot 3.3% (starp gadu vidējām vērtībām $RS_{0.05} = 0.2$). Jāuzsver fakts, ka statistiski būtiskas ($p > 0.05$) atšķirības nav novērotas nedz veģetācijas sezonas, nedz šķirnes ģenētisko īpašību ziņā. Vērtējot cietes saturu, tas bijis augstāks 2020. gadā, variējot no 46.8% ('Belinda') līdz 49.7% ('Bison'), taču 2019. gadā no 43.2% līdz 48.3%. Attiecīgi zemākais saturs konstatēts šķirnei 'Laima', bet augstākais (tāpat kā 2020. gadā) – šķirnei

'Bison'. Cietes saturu būtiski ($p < 0.05$) ietekmējusi tieši šķirne ($RS_{0.05} = 1.1$), mazāk – apstākļi veģetācijas sezonā.

Secinājumi

Šķirnes kā faktora ietekme novērojama tilpummasas rādītājam, kopproteīna un cietes saturam, savukārt veģetācijas sezona būtiski ($p < 0.05$) ir ietekmējusi tādus rādītājus kā graudu raža un koptauku saturs. Divu gadu periodā augstākie ražas un kvalitātes rādītāji konstatēti vācu izcelsmes šķirnēm 'Bison', 'Harmony' un 'Ivory'.

Izmantotā literatūra

1. Aro H., Jarvenpaa E., Konko K., Huopalahti R. (2007). The characterization of oat lipids produced by supercritical fluid technologies. *Journal of Cereal Science*, 45, p. 116–119.
2. Boczkowska M., Tarczyk E. (2013). Genetic diversity among Polish landraces of common oat (*Avena sativa* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, p. 2157–2169.
3. Danyte V., Gorash A., Liatukiene A., Liatukas Ž. (2020). Trends changes of oat genotypes grown in Lithuania. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 107, No., p. 323–328.
4. Gorash A., Armoniene R., Fetch J. M., Liatukas Ž., Danyte V. (2017). Aspects in oat breeding: nutrition quality, nakedness and disease resistance, challenges and perspectives. *Annals of Applied Biology*, Vol. 170 (3).

TOKSĪNUS VEIDOJOŠO SĒŅU SASTOPAMĪBA UN SUGU IDENTIFICĒŠANA AUZU DĪGSTOS UN SKARĀS

OCCURRENCE AND IDENTIFICATION OF TOXINS PRODUCING FUNGI IN OAT SEEDLINGS AND SEED-HEADS

Līga Feodorova-Fedotova[1], Inta Jakobija[1], Inga Moročko-Bičevska[1,2]
[1]LLU Augu aizsardzības zinātniskais institūts "Agrihorts", [2]APP "Dārzkopības institūts"
liga.feodorova–fedotova@llu.lv

Abstract. *In Latvia, the sown areas of oats (Avena sativa) have significantly increased during the last decade. Favourable climate conditions, varieties with high yield potential and effective disease control are necessary for obtaining high yields. The information regarding oat diseases in Latvia is incomplete. The identification of oat pathogens was carried out in this study. The main focus was on mycotoxins producing fungi in seed heads. Twenty oat fields with integrated and organic farming systems and one field from State Stende Cereals Breeding Institute were surveyed. In order to identify fungal species and assess their prevalence during the vegetation season of 2020, 10 seedlings with disease symptoms from ten places in the field were collected at the beginning of vegetation; similarly, 10 panicles with disease symptoms were collected shortly before harvesting. Plant parts were surface sterilised, and fungi were isolated on potato dextrose agar. Pure cultures of fungal isolates were grouped and presumptively identified based on colony and spore morphology. The pure culture collection was established for further studies. ITS1/5.8S/ITS2 region was sequenced for 44 isolates that included typical representatives of dominating fungal groups. Alternaria, Pyrenophora and Fusarium species dominated among the isolated fungi. In oat grains, toxins producing species such as F. poae, F. sporotrichioides, F. graminearum, and F. avenaceum were identified. More detailed research and analysis of obtained data are in progress.*
Key words: *Avena sativa, Alternaria spp., Fusarium spp., Pyrenophora spp.*

Ievads

Sējas auzu *Avena sativa* platības Latvijā pēdējā desmitgadē ievērojami palielinājušās, 2020. gadā sasniedzot 97.5 tūkst. ha, kas veido 13% no kopējās graudaugu sējplatības[9]. Latvijas klimatiskie apstākļi ir piemēroti auzu audzēšanai. Tās labi aug reģionos ar mērenu, mitru klimatu, un, salīdzinot ar kviešiem, auzām ir nepieciešams mazāks mēslojuma – N, P, K – daudzums (Forsberg, Reeves, 1995). Mazprasīgums saistībā ar mēslošanu un augšanas vietu padara auzas par piemērotām audzēšanai bioloģiskajās saimniecībās.

Auzas tiek uzskatītas par augstvērtīgu pārtikas produktu, tās satur dzīvības procesiem nozīmīgas aminoskābes, šķiedrvielas (β-glikānu), minerālvielas, vitamīnus, antioksidantus (Rasane et al., 2015). Ilgstoši iekļaujot uzturā auzu produktus, vērojami veselības uzlabojumi, tiek noregulēta lipīdu vielmaiņa, samazinās ateroskleroze, hipertensija, cukura līmenis asinīs, uzlabojas ādas stāvoklis (Sangwan et al., 2014). Auzas nesatur glutēnu, tāpēc ir droši lietojamas uzturā celiakijas pacientiem. Augstās uzturvērtības dēļ pieprasījums pēc auzām arvien palielinās.

Auzu ražību un graudu kvalitāti būtiski ietekmē patogēnu izplatība un radītie bojājumi. Atkarībā no audzēšanas reģiona auzām kā nozīmīgas zināmas šādas slimības – auzu vainagrūsa (ieros. *Puccinia coronata*), auzu lapu brūnplankumainība (ieros. *Pyrenophora chaetomioides*), auzu lapu pelēkplankumainība (ieros. *Parastagonospora avenae*), stiebru rūsa (ieros. *Puccinia graminis*), graudzāļu miltrasa (ieros. *Blumeria graminis*), vārpu fuzarioze (*Fusarium* spp.).

Fusarium ģints sēnes izraisa dīgstu, sakņu un vārpu slimības. Daļa no šīs ģints patogēniem, piemēram, *F. graminearum, F. culmorum, F. nivale, F. langsethiae*, veido sekundāros metabolītus – mikotoksīnus, kas samazina graudu kvalitāti un, pārsniedzot atļauto normu, rada kaitējumu patērētājiem. Plašāk pētītie *Fusarium* spp. ražotie mikotoksīni ir deoksinivalenols, nivalenols, zeralenols, T-2 toksīns, fumonizīns B1 (Ji et al., 2019). Arī *Alternaria* spp. veido cilvēku un dzīvnieku veselībai kaitīgus

[9] Lauksaimniecības kultūru sējumu platība, Centrālā statistikas pārvalde (2020) [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 11. febr.]. Pieejams: http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/lauks/lauks__03Augk__ikgad/LAG020.px/table/tableViewLayout1/?rxid=ce8aac91-f2b0-4f13-a25d-29f57b1468fb.

toksīnus, piemēram, tenuazonskābes, alternariolus, altertoksīnus (Logrieco et al., 2009). *P. chaetomioides* sekundārie metabolīti ir pirenoforoli, pirenoforīni, dihidropirenoforīni (Kastanias, Chrysayi–Tokousbalides, 2000), kā arī antrakinonu atvasinājumi (Cegiełko et al., 2011), taču to kaitīgums cilvēkiem nav zināms.

Latvijā ir veikti pētījumi par auzu šķirņu graudu ķīmisko sastāvu, noteikta dažādu faktoru – meteoroloģisko apstākļu, mēslojuma daudzuma un augu audzēšanas sistēmu – ietekme uz ražību (Sterna et al., 2015; Zute et al., 2015), taču informācija par auzu slimībām un patogēniem ir ierobežota. Lapu slimību izplatības analīze uz lauka atkarībā no šķirnes ir uzsākta projekta "Graudaugu šķirņu izturības izvērtējums pret slimībām Latvijas agroklimatiskajos apstākļos, novērtējot šķirņu saimnieciskās īpašības" ietvaros.

Pētījuma mērķis ir identificēt uz auzām sastopamās patogēnās sēnes, galveno uzmanību pievēršot toksīnus veidojošām un graudu kvalitāti ietekmējošām sugām.

Materiāli un metodes

Latvijas teritorijā 2020. gadā apsekoti 17 integrētās un 3 bioloģiskās audzēšanas auzu sējumi, kā arī AREI Stendes Pētniecības centra auzu selekcijas lauks. Auzu veģetācijas sākumā (BBCH 11–15) katra sējuma 10 vietās ievākti 10 dīgsti ar saknēm, kurām ir vizuāli redzamas slimības pazīmes, pēc identiskas metodikas veģetācijas beigās (BBCH 81-85) ievāktas auzu skaras. Noskaidrota informācija par sējumos audzēto auzu šķirni, sēklas izcelsmi, izsējas normu, sējas dziļumu, priekšaugiem, augsni un tās apstrādes veidiem, lietotajiem mēslošanas un augu aizsardzības līdzekļiem, t. sk. sēklas kodināšanu, kā arī veikta slimību simptomu dokumentācija.

Ievāktie paraugi laboratorijā sadalīti daļās un analizēti atsevišķi. Dīgstiem atsevišķi analizēts sakņu kakls ar stublāja apakšējo daļu, stublājs un lapas ar slimības pazīmēm. Skarām atsevišķi analizētas plēksnes, grauds bez plēksnes un stublāja augšējā daļa ar slimību pazīmēm. Augu daļas laboratorijā noskalotas ūdenī, sterilizētas 1.25% nātrija hipohlorīda šķīdumā un trīs reizes skalotas destilētā, sterilizētā ūdenī, pēcāk nosusinātas uz sterila filtrpapīra. Augu daļas sagrieztas ~5 mm lielās daļās, aptverot gan bojātos, gan veselos audus, un novietotas Petri platē uz kartupeļu dekstrozes agara barotnes. Plates inkubētas istabas temperatūrā, pēc 3 dienām veikta plašu šķirošana un patogēnu koloniju pārsēšana tīrkultūrā. Pārsētās plates regulāri novērotas, pēc 14 dienām veikta izolātu grupēšana pēc koloniju morfoloģijas, to aprakstīšana un sākotnējā identifikācija. Atsevišķiem paraugiem veikta mikroskopēšana. No katras grupas izvēlēti raksturīgākie izolāti, tie saglabāti *Bijou* pudelītēs ūdenī un uz kartupeļu dekstrozes agara turpmākiem pētījumiem un identifikācijai sugu līmenī. Tīrkultūru kolekcija uzglabāta ledusskapī +5 °C temperatūrā.

Lai apstiprinātu sākotnējo sēņu identifikāciju, izlases veidā tipiskākajiem katras grupas pārstāvjiem veikta ITS reģiona PCR amplifikācija un sekvencēšana. Sterilos apstākļos no aktīvi augošas kultūras savākts sēnes micēlijs, kas sasmalcināts šķidrajā slāpeklī. DNS izdalīšana veikta, izmantojot *Qiagen DNeasy Plant Mini kit* DNS izdalīšanas reaģentu komplektu, sekojot ražotāja instrukcijām. Veikta pilna garuma ITS1/5.8S/ITS2 reģiona PCR amplifikācija, izmantojot *DreamTaq PCR Green master mix* reaģentu komplektu un ITS1F un ITS4 praimerus (Gardes, Bruns 1993; White et al. 1990). PCR produkti attīrīti, izmantojot *QIAquick PCR Purification kit* (*Qiagen*) reaģentu komplektu, sekojot ražotāja instrukcijām. *PCR* produktu koncentrācijas un tīrības pakāpes noteiktas, izmantojot *Nanodrop 1000* iekārtu. Sekvencēšana veikta Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrā kā ārpakalpojums ar praimeriem ITS1-F un ITS4. Sekvenču kvalitātes pārbaude un analīze veikta, izmantojot datorprogrammu paketi *Lasergene 14*. Iegūtās sekvences salīdzinātas ar *NCBI* datu bāzē pieejamām sekvencēm, lai noteiktu sugu.

Rezultāti un diskusijas

Apsekojot sējumus, veģetācijas sākumā novēroti brūni, novājināti vai atmiruši dīgsti (skat. 1. att.), tumši plankumi uz stiebra pamata, kā arī konstatēta auzu lapu brūnplankumainība. Uz auzu graudiem, plēksnēm novēroti daudzveidīgi slimības simptomi (skat. 2. att.) – tumša apsarme, brūngani plankumi ar oranžu nokrāsu, uz atsevišķiem graudiem tumši plankumi dīgļa rajonā, tāpat novērota auzu vainagrūsa. Apsekojumu laikā no audzētājiem ievāktā informācija par auzu šķirni, sēklas izcelsmi, izsējas normu, sējas dziļumu, augsnes tipu, pH un organisko vienu saturu, augsnes apstrādes veidu,

priekšaugu, lietotajiem augu aizsardzības līdzekļiem, t. sk. kodnēm, kā arī mēslojumu pašlaik tiek analizēta kontekstā ar izdalītajām patogēnajām sēnēm un novērotajiem slimību simptomiem.

1. att. Auzu dīgsti ar slimības simptomiem.
Fig. 1. Oat seedlings with disease symptoms.

No 2020. gadā ievāktajiem auzu dīgstiem izdalīti 1134 sēņu izolāti, no kuriem kolekcijā saglabāti 418 gab. (1. tab.). No auzu skarām izdalīti 2998 sēņu izolāti, kolekcijā saglabāts 781 izolāts (2. tab.). Veicot sākotnējo identifikāciju pēc micēlija krāsas, struktūras, kolonijas formas un malas, micēlija veida, augšanas ātruma un barotnes otras puses krāsojuma, izdalītas 22 morfoloģiski atšķirīgas grupas. Gan dīgstu, gan skaru paraugos dominēja *Alternaria, Pyrenophora* un *Fusarium* ģinšu dažādas sugas.

2. att. Auzu graudi un plēksnes ar slimības simptomiem.
Fig. 2. Oat grains and glumes with disease symptoms.

Pēdējos gados auzu graudu kvalitātei un toksīnus veidojošo sēņu identifikācijai ir pievērsta zinātnieku uzmanība arī citās valstīs, kas apliecina šādu pētījumu aktualitāti. Krievijā (Gavrilova et al., 2016) no auzu graudiem izdalīja *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Bipolaris* spp., *Cladosporium* spp., *Epicoccum* spp., *Fusarium* spp. un *Penicillium* spp. ģints sēnes. Analizētajos paraugos izplatītākās bija *Fusarium* (89%) un *Alternaria* (91%) ģints sēnes. No *Fusarium* sugām biežāk izdalīja *F. poae, F. sporotrichioides* un *F. langsethiae.* Savukārt Lietuvā veiktajā pētījumā (Kochiieru et. al. 2020) auzās dominējošās sugas bija *F. poae, F. tricinctum, F. sporotrichioides, F. graminearum* un *F. avenaceum.*

1. tabula / *Table 1*

No simptomātiskiem auzu dīgstiem izdalītās sēnes un sākotnējā to identifikācija pēc koloniju morfoloģijas

Isolated fungi from symptomatic oat seedlings and initial identification by colony morphology

Sākotnējās identifikācijas grupas Nr. / *Initial identification group number*	**Iespējamā ģints, suga / *Possible genus, species***	**Saimniecības, skaits / *Farms, number***	**Paraugu skaits / *Number of samples***	**Izolāti, skaits / *Isolates, number***		
				izdalīts/ *isolated, number*	**% no kopskaita / *% from total number***	**saglabāti kolekcijā / *preserved in collection***
11	*Pyrenophora* spp., *Alternaria* spp.	21	291	655	57.76	194
7	*Fusarium* sp. 1	18	123	188	16.58	85
15	*Fusarium* sp. 2	16	53	76	6.70	32
17	*Fusarium poae*	10	32	46	4.06	30
18	*Fusarium graminearum, Fusarium culmorum, Fusarium sporotrichoides*	6	28	45	3.97	24
3	*Fusarium equiseti*	12	26	43	3.79	15
1	*Fusarium cerealis*	2	18	30	2.65	13
5	–	7	20	26	2.29	6
14	*Fusarium oxysporum*	3	10	11	0.97	9
16	–	5	10	11	0.97	7
2	*Fusarium langsethiae*	2	3	3	0.26	3
		Kopā/*Total*	614	1134	–	418

2. tabula / *Table 2*

No simptomātiskām auzu skarām izdalītās sēnes un sākotnējā to identifikācija pēc koloniju morfoloģijas

Isolated fungi from symptomatic oat grain samples and initial identification by colony morphology

Sākotnējās identifikācijas grupas Nr. / *Initial identification group number*	**Iespējamā ģints, suga / *Possible genus, species***	**Saimniecības, skaits / *Farms, number***	**Paraugu skaits / *number of samples***	**Izolāti, skaits/ *Isolates, number***		
				Izdalīts, skaits / *isolated, number*	**% no kopskaita / *% from total number***	**saglabāti kolekcijā / *preserved in collection***
11	*Pyrenophora* spp., *Alternaria* spp.	21	461	1511	50.40	364
19	*Phoma* spp., *Alternaria* spp.	13	158	405	13.51	53
7	*Fusarium* sp. 1	21	189	392	13.07	164
20	–	11	132	279	9.31	69
21	*Epicoccum* spp.	9	116	271	9.04	53
18	*Fusarium graminearum, Fusarium culmorum, Fusarium sporotrichoides*	15	54	85	2.84	49
15	*Fusarium* sp. 2	10	17	24	0.80	14
17	*Fusarium poae*	7	13	18	0.60	12
22	–	1	7	12	0.40	3
1	*Fusarium cerealis*	1	1	1	0.03	0
		Kopā/*Total*	1148	2998	–	781

Sugu līmenī identificēti 44 izolāti, sekvencējot ITS1/5.8S/ITS2 reģionu, kā arī veicot detalizētu sēņu morfoloģijas izpēti mikroskopā. 14 no sekvencētajiem izolātiem iegūti no auzu dīgstiem, 30 no auzu skarām. Auzu dīgstos un skarās noteiktas dažādas patogēno sēņu sugas, no kurām vairākas zināmas arī kā toksīnus veidojošas sugas. Dīgstos identificētas šādas sugas – *F. graminearum, F. redolens, F. poae, F. sporotrichioides, F. oxysporum, P. chaetomioides,* savukārt skarās – *P. chaetomioides, F. poae, F. graminearum, F. sporotrichoides, F. avenaceum.* Starp izdalītajām sēnēm no graudiem nozīmīgu daļu veidoja *Alternaria* dažādas sugas, kuru klātbūtne graudos nav vēlama producēto toksīnu dēļ (Logrieco et al., 2009), to nozīme būtu jāturpina pētīt. Turpmāk uzmanība būtu jāpievērš arī auzu brūnplankumainībai un tās ierosinātājam *P. chaetomioides*, jo, mainoties audzēšanas tehnoloģijām, slimības postīgums varētu palielināties.

Secinājumi

Auzu graudos Latvijā sastopamas vairākas toksīnus veidojošas *Fusarium* sugas – *F. poae, F. sporotrichioides, F. graminearum, F. avenaceum* –, no kurām daļa zināmas kā vārpu fuzariozes ierosinātāji citiem graudaugiem. Daļa no noteiktajām sugām sastopamas jau auzu dīgstu fāzē. Par šo slimību izplatību, nozīmi un ierosinātājiem ir nepieciešami papildu pētījumi un jau iegūto datu padziļināta analīze.

Pateicība. Pētījums veikts LR Zemkopības ministrijas finansētā zinātniskā projekta "Dzeltenās rūsas (ieros. *Puccinia striiformis*, Wes.) izplatība Latvijā un pasākumi tās postīguma ierobežošanai" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Cegiełko M., Kiecana I., Kachlicki P., Wakuliński W. (2011). Pathogenicity of Drechslera avenae for leaves of selected oat genotypes and its ability to produce antraquinone compounds. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, Vol. 10. No. 2, p. 11–22.
2. Forsberg R. A., Reeves D. L. (1995). *The Oat Crop. Production and Utilization.* London: Chapman & Hall, p. 584.
3. Gardes M., Bruns T. D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, Vol. 2, p. 113–118.
4. Gavrilova O. P., Gannibal Ph. B., Gagkaeva T. Y. (2016). Fusarium and Alternaria fungi in grain of oats grown in the north-western Russia regarding cultivar specificity. *Agricultural biology*, Vol. 51, No. 1, p. 111–118.
5. Ji F., He D., Olaniran A. O., Mokoena M. P., Xu J., Shi J. (2019). Occurrence, toxicity, production and detection of *Fusarium* mycotoxin: a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, Vol. 1, No. 6, p. 1–14.
6. Kastanias M. A., Chrysayi-Tokousbalides M. (2000). Herbicidal potential of pyrenophorol isolated from *Drechslera avenae* pathotype. *Pest Managemnt science*, Vol. 56, p. 227–232.
7. Kochiieru Y., Mankeviciene A., Ceseviciene J., Semaskiene R., Dabkevicius Z., Janaviciene S. (2020). The influence of harvesting time and meteorological conditions on the occurrence of *Fusarium* species and mycotoxin contamination of spring cereals. *J. Sci. Food. Agric.*, Vol. 100, p. 2999–3006.
8. Logrieco A., Moretti A., Solfrizzo M. (2009). *Alternaria* toxins and plant diseases: an overview of origin, occurrence and risks. *World Mycotoxin Journal*, Vol. 2, No. 2, p. 129–140.
9. Rasane P., Jha A., Sabikhi L., Kumar A., Unnikrishnan V. S. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods – a review. *J. Food Sci. Technol.*, Vol. 52, No. 2, p. 662–675.
10. Sangwan S., Singh R., Tomar S. K. (2014). Nutritional and functional properties of oats: An update. *Journal of Innovative Biology*, Vol. 1, Issue 1, p. 3–14.
11. Sterna V., Zute S., Jansone I., Brunava L., Kantane I. (2015). The chemical composition of new oat varieties and breeding lines created in Latvia. *Acta Biol. Univ. Daugavp.*, Vol. 15, No. 2, p. 367–373.
12. White T. J., Bruns T., Lee S., Taylor J. W. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *In: PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications,* New York: Academic Press, p. 315–322.
13. Zute S., Brunava L., Jansone I., Tamm Y. (2015). Influence of farming system, nitrogen rates and meteorological conditions on naked oats in Latvia. *Agriculture & Forestry*, Vol. 61, No. 1, p. 15–25.

KARTUPEĻU SĪKBUMBUĻU IZMĒRA UN STĀDĪŠANAS ATTĀLUMA IETEKME UZ PB1 KATEGORIJAS SĒKLAUDZĒŠANAS TEHNOLOĢIJAS IZVĒLI ŠĶIRNEI 'JOGLA'

THE EFFECT OF THE SIZE OF POTATO MINITUBERS AND PLANTING DISTANCE ON THE CHOICE OF GROWING TECHNOLOGY FOR PB1 SEED PRODUCTION OF 'JOGLA' VARIETY

Ilze Dimante, Ilze Skrabule
Agroresursu un ekonomikas institūts
ilze.dimante@arei.lv

Abstract. *According to the EC Implementing Directive 2014/21 / EU, the first generation of potato seeds under field conditions (PB1) are obtained from PBTC material or minitubers. Potato plant development and its yield are influenced by the weight or size (fraction) of seed tubers, the distance between plants in rows and genotype. Therefore, it is necessary to determine the optimal planting distance depending on the size of minitubers that is part of the seed production technology of the variety. The aim of the two-year study was to assess the effect of minituber planting distance and their size on multiplication rate (expressed as the number of seed-size tubers obtained from one planted minituber), the number and yield of seed-sized tubers per unit area in the first field generation for the new potato starch variety 'Jogla'. The obtained results showed that factors significantly affected all investigated traits. As the planting distance increased, the multiplication rate increased for all minituber fractions, but the number of tubers per hectare decreased (although not always significantly). The yield was affected less consistently. The highest multiplication rate (9.4) was for minitubers of the largest fraction (25–35 mm) having 20 cm distance between plants, the lowest (3.4) for smallest (10–15 mm) minitubers at 10 cm distance. The highest yield (50.7 t ha^{-1}) and the number of seed-sized tubers (993552 per ha) were obtained from the minitubers of the largest fraction planted at 10 cm distance, but the lowest yield (22.7 t ha^{-1}) and the number of seed-sized tubers (307143 per ha) were obtained from the smallest minitubers at 20 cm distance.*
Key words: *multiplication rate, seed yield, number of tubers, minitubers*

Ievads

Saskaņā ar EK īstenošanas direktīvu 2014/21/ES un 2016. gada 5. janvāra MK noteikumiem Nr. 12 kartupeļu pirmās lauka paaudzes sēklas (PB1) tiek iegūtas no PBTC materiāla jeb sīkbumbuļiem. Kartupeļu augu attīstību un ražu nosaka iestādīto sīkbumbuļu masa vai izmērs (Barry et al., 2001; Dimante, Gaile, 2018; Dimante et al., 2019) un attālums starp augiem vagās (Barry et al., 2001), kā arī genotips (Dimante, Gaile, 2018; Dimante et al., 2019; Fulladolsa et al., 2018, Rykaczewska, 2016). Tādēļ, lai iegūtu optimālu sēklas bumbuļu ražu nākamajā paaudzē, katrai šķirnei ir nepieciešams noskaidrot piemērotākos stādīšanas attālumus katrai sīkbumbuļu frakcijai, kam ir nozīmīga loma šķirnes sēklaudzēšanas tehnoloģijā.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot sīkbumbuļu stādīšanas attāluma un sīkbumbuļu izmēra frakcijas ietekmi uz pavairošanas koeficientu (sēklas lieluma ražas bumbuļu skaitu pret vienu iestādīto sīkbumbuli), sēklas izmēra ražas bumbuļu skaitu un kopražu jaunajai kartupeļu cietes ražošanai piemērotajai šķirnei 'Jogla'.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums veikts Agroresursu un ekonomikas institūta Priekuļu Pētniecības centrā kā daļa no PB1 sēklas materiāla audzēšanas tehnoloģijas izstrādes kartupeļu šķirnei 'Jogla' kartupeļu selekcijas laukā 2018. un 2019. gadā vidēji iekultivētā smilšmāla augsnē (2018) un mālsmilts augsnē (2019). Augsnes reakcija bija kartupeļu audzēšanai piemērota – pH KCl 4.5–5.6 ar optimālu trūdvielu saturu (19–29 g kg^{-1}), ar augstu fosfora (180–192 P_2O_5 mg kg^{-1}) un vidēju kālija (132–153 K_2O mg kg^{-1}) nodrošinājumu. Priekšaugs abos gados bija ziemāju labības. Veikta dziļirdināšana, minerālmēslu izkliede (NPK 12:11:18) 500 kg ha^{-1}, vagošana, kā arī nepieciešamie augu aizsardzības pasākumi.

Sīkbumbuļi pirms stādīšanas abos pētījuma gados uz 2–3 nedēļām novietoti telpā ar izkliedētu dabisko apgaismojumu un vidējo temperatūru +17 °C, lai veicinātu gaismas asnu veidošanos.

Laukā iekārtots divfaktoru izmēģinājums. Pirmais faktors bija stādīto sēklas bumbuļu izmērs (4 varianti), otrais faktors bija attālums starp bumbuļiem vagā (3 varianti), kopā 12 varianti (1. tab.). Lauciņi izkārtoti randomizētos blokos, trīs atkārtojumos. Lauciņa izmērs bija 3.36 m^2.

Sīkbumbuļi stādīti ar rokām maija otrajā–trešajā dekādē. Raža novākta ar rokām 96–98 dienas pēc stādīšanas. Ražas dati analizēti bumbuļiem, kuru diametrs pārsniedza 25 mm – mazāko pieļaujamo izmēru kartupeļu sēklas materiālam. Pavairošanas koeficients aprēķināts, dalot > 25 mm lielu ražas bumbuļu skaitu ar lauciņā iestādīto sēklas bumbuļu skaitu.

Vidējā gaisa temperatūra 2018. gadā bija augstāka par ilggadēji vidējo, bet nokrišņu daudzums lielākajā daļā no dekādēm bija mazāks par ilggadēji vidējo rādītāju. Arī 2019. gada audzēšanas sezonas sākumā nācās piedzīvot gaisa temperatūru, kas pārsniedza ilggadējus vidējos rādītājus. Pēc tam laikapstākļi bija visai nepastāvīgi, bagātīgiem nokrišņiem mijoties ar sausākiem periodiem, novērotas arī visai lielas gaisa temperatūras svārstības.

1. tabula / *Table 1*

Izmēģinājuma varianti
Experimental variants

Variants/ ***Variant***	**Attālums starp sīkbumbuļiem vagā, cm /** ***Distance between minitubers in row, cm***	**Sīkbumbuļu izmēra frakcija, mm /** ***Size of minitubers, mm***	**Ceru skaits uz ha /** ***Number of plants per ha***
V1	10	10–15	136905
V2	10	15–20	
V3	10	20–25	
V4	10	25–35	
V5	15	10–15	95238
V6	15	15–20	
V7	15	20–25	
V8	15	25–35	
V9	20	10–15	71429
V10	20	15–20	
V11	20	20–25	
V12	20	25–35	

Faktoru būtiskuma novērtēšanai izmantota divfaktoru dispersijas analīze (ANOVA), būtiski atšķirīgie varianti ($p < 0.05$) salīdzināti, izmantojot "Tukey post-hoc" testu. Dažādi mazie burti pie attēlotajiem rezultātiem apzīmē statistiski būtiskas ($p < 0.05$) atšķirības starp variantiem.

Rezultāti un diskusijas

Sadīgšana un augu attīstība. Sadīgšanas datums šajā pētījumā fiksēts, kad lauciņā virs augsnes sadīguši (redzama vismaz viena lapa) ne mazāk kā 80% iestādīto sīkbumbuļu.

Sausais jūnija sākums un vidus 2018. gadā aizkavēja augu attīstību. Vidēji bija nepieciešamas 35–43 dienas, lai sīkbumbuļi sadīgtu, un mazākais dienu skaits bija nepieciešams 25–35 mm izmēra frakcijas sīkbumbuļiem. Kopumā sadīga 83–86% no iestādītajiem sīkbumbuļiem. Vēlāk palielinātais nokrišņu daudzums jūnija beigās Priekuļos neļāva izžūt augsnei, kā arī zemāka gaisa temperatūra kartupeļu ziedēšanas laikā – jūlija pirmajā dekādē – veicināja strauju cera attīstību un nodrošināja apmierinošus apstākļus kartupeļu jaunās ražas izveidei. Tam sekoja samazināts nokrišņu daudzums, kas, iespējams, kavēja bumbuļu pildīšanos. Pateicoties paaugstinātai gaisa temperatūrai jūnija pirmajā pusē un otrās dekādes bagātīgajiem nokrišņiem 2019. gadā, sadīgšana notika straujāk nekā 2018. gadā, jau 26 dienas pēc iestādīšanas bija sadīguši vismaz 80% iestādīto sīkbumbuļu, visos variantos. Kopumā šajā gadā atkarībā no sīkbumbuļu frakcijas sadīga 87–100% sīkbumbuļu. Lai arī mazākā izmēra frakcijās sadīga mazāks skaits iestādīto sīkbumbuļu, tomēr atšķirības nebija būtiskas. Tas saskan ar P. Barrija un kolēģu novērojumiem, kuri secināja, ka gada augšanas apstākļiem var būt būtiska ietekme uz sadīgušo sīkbumbuļu skaitu un sadīgšanas laiku, bet to neietekmē sīkbumbuļu

frakcija (Barry et al., 2001). Vēsais laiks jūlija pirmajās dekādēs, kā arī jūlija sākumā piedzīvotie bagātīgie nokrišņi labvēlīgi ietekmēja bumbuļu veidošanos un attīstību.

Pavairošanas koeficients, bumbuļu skaits un raža. Kartupeļu sēklas materiālam pirmajā lauka paaudzē būtisks rādītājs ir pavairošanas koeficients jeb bumbuļu skaits, kas iegūti no viena iestādītā sīkbumbuļa (Struik, Wiersema, 1999). Gadījumos, kad sēklaudzētājam sīkbumbuļi ir jāpērk vai arī tie ir pieejami ierobežotā daudzumā, pavairošanas koeficients var būt svarīgāks rādītājs par bumbuļu skaitu vai ražu.

Pavairošanas koeficients šajā pētījumā tika aprēķināts vienam iestādītajam sīkbumbulim, aprēķiniem izmantojot > 25 mm lielu ražas bumbuļu skaitu (25 mm atbilst minimālajam sēklas bumbuļa izmēram ES). Šāda pieeja gan neparāda šķirnes potenciālu, tomēr raksturo situāciju konkrētajos audzēšanas apstākļos.

Sīkbumbuļu pavairošanas koeficients bija robežās no 3.4 līdz 9.4, un šo rādītāju būtiski ietekmēja gan sīkbumbuļu frakcija ($p < 0.001$), gan stādīšanas attālums ($p < 0.001$), kas apstiprina agrāk novēroto (Karafyllidis et al., 1997).

Būtiska ietekme ($p < 0.001$) bija arī abu faktoru kombinācijai jeb variantam (skat. 1. att.).

	V1	V9	V2	V5	V3	V6	V7	V10	V11	V4	V8	V12
Sīkbumbuļu frakcija, mm / *Size of minituber, mm*	10-15	10-15	15-20	10-15	20-25	15-20	20-25	15-20	20-25	25-35	25-35	25-35
Stādīšanas attālums, cm / *Planting distance, cm*	10	20	10	15	10	15	15	20	20	10	15	20

1. att. Pavairošanas koeficients (> 25 mm lieli ražas bumbuļi, kuri iegūti no viena iestādītā sīkbumbuļa) atkarībā no sīkbumbuļu frakcijas un stādīšanas attāluma (V1–V12).

Fig. 1. *Multiplication rate (the number of yield tuber above 25 mm obtained from one planted minituber) (V1 – V12).*

Visām sīkbumbuļu izmēru frakcijām lielāks pavairošanas koeficients tika konstatēts pie lielāka stādīšanas attāluma. Pieaugot sēklas bumbuļu lielumam un to stādīšanas attālumam vagās, attiecīgi palielinājās arī pavairošanas koeficients, tomēr statistiski būtisks pieaugums bija tikai lielākajai sīkbumbuļu izmēra frakcijai (25–35 mm) starp mazāko (10 cm) un lielāko (20 cm) stādīšanas attālumu.

Bumbuļu skaits un raža. Par 25 mm lielāku iegūto bumbuļu skaits bija būtiski ($p < 0.001$) atkarīgs gan no iestādīto sīkbumbuļu izmēra frakcijas, gan no stādīšanas attāluma, gan no abu faktoru kombinācijas (varianta). Arī bumbuļu ražu būtiski ($p < 0.001$) ietekmēja iestādīto sīkbumbuļu izmēra frakcija, bet stādīšanas attāluma ietekme nebija statistiski būtiska ($p = 0.057$). Kombinējot faktorus, ražu būtiski ($p < 0.001$) ietekmēja kombinācijas varianti V1–V12.

Analizējot katrā no variantiem iegūto par 25 mm lielāku ražas bumbuļu skaitu no ha un ražu t ha^{-1}, aina bija nedaudz atšķirīga (skat. 2. att.). Šeit augstākie rezultāti iegūti no lielākās sīkbumbuļu izmēra frakcijas (25–35 mm), kas stādīta 10 cm jeb mazākajā pētītajā attālumā starp augiem vai ceriem (V4). Ražas bumbuļu skaits hektārā šajā variantā (993552 gab. ha^{-1}) bija būtiski ($p < 0.001$) augstāks nekā

jebkurā citā variantā. Savukārt raža, lai arī bija visaugstākā starp pētītajiem variantiem (50.7 t ha^{-1}), tomēr tā bija būtiski lielāka tikai par ražu, kura ir iegūta no mazākās sīkbumbuļu frakcijas (10–15 mm), stādītas visos pētītajos attālumos, kā arī par ražu no otras – mazākā izmēra frakcijas (15–20 mm), kas stādīta 15 un 20 cm attālumā.

Pētot sēklas bumbuļu izmēra un attāluma starp ceriem ietekmi uz bumbuļu skaitu un ražu, konstatēts, ka lielākiem sēklas bumbuļiem veidojas vairāk ražas bumbuļu cerā, jo tiem ir vairāk stublāju (Knowles, Knowles, 2006; Goeser et al., 2012). Savukārt lielāks stublāju skaits uz laukuma vienību nodrošina lielāku kopējās ražas bumbuļu skaitu (Bussan et al., 2007). Lai arī šādā gadījumā ražas bumbuļi ir mazāki, tomēr kopražu tas ietekmē mazāk nozīmīgi nekā kopējo bumbuļu skaitu (Firman, Daniels, 2011), kas atbilst mūsu pētījumā iegūtajiem datiem.

Zemākie rezultāti pēc bumbuļu skaita (307143 gab. ha^{-1}) un ražas (22.7 t ha^{-1}) konstatēti variantam V9, kurā 10–15 mm frakcijas sīkbumbuļi ir stādīti 20 cm jeb lielākajā attālumā starp ceriem.

Sīkbumbuļu frakcija, mm / *Size of minituber, mm*	10-15	10-15	10-15	15-20	15-20	15-20	20-25	20-25	25-35	20-25	25-35	25-35
Stādīšanas attālums, cm / *Planting distance, cm*	20	10	15	20	15	10	20	15	15	10	20	10

2. att. Par 25 mm lielāku bumbuļu skaits un raža atkarībā no sīkbumbuļu frakcijas un stādīšanas attāluma vagā (V1–V12).

Fig. 2. *The number and yield of tubers above 25 mm depending on minituber size and planting distance (V1 – V12).*

Izvērtējot iegūtos rezultātus, jāsecina, ka šķirnei 'Jogla' visām pētītajām sīkbumbuļu izmēru frakcijām optimālais stādīšanas attālums, lai iegūtu lielu skaitu sēklas izmēra ražas bumbuļu, ir 10 cm starp ceriem. Īpaši šo attālumu iesaka īstenot mazākajai sīkbumbuļu izmēra frakcijai (10–15 mm), jo pastāv risks, ka var nesadīgt visi sīkbumbuļi, līdz ar to lielāks stādīšanas attālums var rezultēties ar būtiski zemāku iegūto bumbuļu skaitu un ražu. Gadījumos, kad bez šiem rādītājiem svarīgs ir arī pavairošanas koeficients, divu vidējo frakciju (15–20 mm un 20–25 mm) sīkbumbuļus var stādīt arī 15 cm attālumā, tas pieļauj sabalansēt paredzamos rezultātus. Tādējādi var iegūt augstāku pavairošanas koeficientu, būtiski nesamazinot ražu un bumbuļu skaitu, salīdzinot ar 10 cm attālumu starp ceriem. Lēmums par optimālo stādīšanas attālumu 25–35 mm lieliem sīkbumbuļiem ir atkarīgs no tā, vai PB1 audzētājs pats iegūst sīkbumbuļus, vai tos iegādājas, kā arī citiem apsvērumiem, kas izriet no tā, ka būtiski augstāks sēklas lieluma ražas bumbuļu skaits ir iegūstams, izmantojot 10 cm stādīšanas attālumu, savukārt šajā attālumā tiek novērots būtiski zemāks pavairošanas koeficients, salīdzinot ar to, kuru iegūst, stādot sīkbumbuļus 20 cm attālumā.

Secinājumi

1. Pavairošanas koeficients bija būtiski atkarīgs no iestādīto sīkbumbuļu izmēra frakcijas. Augstākais pavairošanas koeficients tika konstatēts 25–35 mm sīkbumbuļiem visos pētītajos stādīšanas attālumos.
2. Lielākais pavairošanas koeficients (9.4), ņemot vērā par 25 mm lielākus ražas bumbuļus, novērots 25–35 mm bumbuļu frakcijai, stādītai 20 cm attālumā. Mazākais pavairošanas koeficients (3.4) bija 10–15 mm izmēra sīkbumbuļiem, kas stādīti 10 cm attālumā.
3. Bumbuļu skaits un raža bija būtiski atkarīgi no iestādīto sīkbumbuļu frakcijas un stādīšanas attāluma vagās. Lielākais par 25 mm lielāku bumbuļu skaits iegūts 25–35 mm izmēra sīkbumbuļiem, stādītiem 10 cm attālumā (993 552 gab ha^{-1}), bet mazākais skaits (307 143 gab. ha^{-1}) bija 10–15 mm izmēra sīkbumbuļiem, stādītiem 20 cm attālumā.
4. Stādot kartupeļu šķirnes 'Jogla' sīkbumbuļus atsevišķi pa izmēra frakcijām, ieteicamie attālumi starp augiem vagā ir šādi: 10–15 mm izmēra sīkbumbuļiem – 10 cm; 15–20 mm un 20–25 mm (jeb 15–25 mm) frakcijas sīkbumbuļiem – 10 cm un 15 cm; 25–35 mm lieliem sīkbumbuļiem – 10 cm (ja PB1 audzētājs pats saražo pietiekamu daudzumu sīkbumbuļu) vai 20 cm (ja audzētājam sīkbumbuļi ir jāpērk).

Pateicība

Pētījums veikts projekta "Cietes kartupeļu ražošanas cikla tehnoloģiju posmu pilnveidošana un ieviešana" ietvaros, pateicoties ELFLA līdzfinansējumam. Projekta Nr. 17-00-A01620-000007.

Izmantotā literatūra

1. Barry P., Clancy P.C., Molloy M. (2001). The effect of seed size and planting depth on the yield of seed potatoes grown from minitubers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, Vol. 40(1), p. 71–81.
2. Bussan A. J., Mitchell P. D., Copas M. E., Drilias M. J. (2007). Evaluation of the effect of density on potato yield and tuber size distribution. *Crop Science*, Vol. 47(6), p. 2462–2472.
3. Dimante I., Gaile Z. (2018). Assessment of potato plant development from Minitubers. *Agronomy Research*, Vol. 16(4), p. 1630–1641.
4. Dimante I., Mezaka I., Gaile, Z. (2019). The effect of Minituber Weight on their Field Performance under a Northern European environment. *Agronomy Research*, Vol. 17(2), p. 1630–1641.
5. Firman D. M., Daniels S. J. (2011). *Factors affecting tuber numbers per stem leading to improved seed rate recommendations*: final report. Cambridge: Cambridge University Farm, 20 p.
6. Fulladolsa A. C., LaPlant K. E., Groves R. L., Charkowski A. O. (2018). Potato plants grown from minitubers are delayed in maturity and lower in yield, but are not at a higher risk of potato virus Y infection than plants grown from conventional seed. *American Journal of Potato Research*, Vol. 95(1), p. 45–53.
7. Goeser N. J., Mitchell P. D., Esker P. D., Curwen D., Weis G., Bussan A. J. (2012). Modeling Long-Term Trends in Russet Burbank Potato Growth and Development in Wisconsin. *Agronomy*, Vol. 2(4), p. 14–27.
8. Karafyllidis D. I., Georgakis D. N., Stavropoulos N. I., Nianiou E. X., Vezyroglo I. A. (1997). Effect of planting density and size of potato seed-minitubers on their yielding capacity. *Acta Horticulturae*, Vol. 462, p. 943–950.
9. Knowles N. R., Knowles L. O. (2006). Manipulating stem number, tuber set, and yield relationships for northern- and southern-grown potato seed lots. *Crop Science*, Vol. 46(1), p. 284–296.
10. Rykaczewska K. (2016). Field performance of potato minitubers produced in aeroponic culture. *Plant, Soil and Environment*, Vol. 62(11), p. 522–526.
11. Struik P. C., Wiersema S. G. (1999). *Seed potato technology*. Wageningen: Wageningen academic publishers, 383 p.

BIOLOĢISKI AUDZĒTU KARTUPEĻU PIEMĒROTĪBA DAŽĀDIEM IZMANTOŠANAS VEIDIEM ATKARĪBĀ NO ŠĶIRNES UN AUDZĒŠANAS VIETAS 2019. UN 2020. GADĀ

SUITABILITY OF ORGANICALLY GROWN POTATOES FOR DIFFERENT USE DEPENDING ON THE VARIETY AND PLACE OF GROWING IN 2019 AND 2020

Anda Rūtenberga-Āva[1], Inga Jansone[2], Dace Piliksere[2], Veneranda Stramkale[2], Antra Millere[2]
[1]LLU Lauksaimniecības fakultātes SĪN laboratorija, [2]Agroresursu un ekonomikas institūts
anda.rutenberga@llu.lv

Abstract. *Potato (Solanum tuberosum L.) in Latvia known also as "the second bread". In recent years the total potato growing area has rapidly decreased from 14,000 ha in 2010 to 8,500 ha in 2020. As regards the growing area of potatoes in 2020, 80% are used for table, 11% are used for starch potato varieties, 4.1% are used for chips and 4.7% – seed. The aim of the trial was to obtain the productivity results of table and starch potato varieties grown organically. The field trials were conducted in three regions of Latvia at the Institute of Agriculture and Economics: Stende Research Center (SPC) in Kurzeme, Priekuli Research Center (PPC) in Vidzeme and Vilanu Division (VD) in Latgale in the certified organic fields with four table and three starch potato varieties in four replications in each place in 2019 and 2020. The results after two years' studies showed that a variety, the growing place and the interaction of both factors ($p < 0.05$) have a significant impact on the potato yield and the starch content. The highest yield was obtained from the medium early table potato variety 'Belmonda' 38.07 t ha^{-1} in 2019 SPC and 33.27 – 30.08 t ha^{-1} in 2020 in SPC and PPC with starch content 16.58% in VD in 2019 and 19.52% in SPC in 2020. The highest starch potato yield in both years of the study was in SPC – from the starch varieties 'Jogla' (33.13 – 31.08 t ha^{-1}), 'Kuras' (41.35 – 33.68 t ha^{-1}) and 'Papageno' (28.93 - 28.06 t ha^{-1}).*
Key words: *potato varieties, organic growing, yield, starch.*

Ievads

Latvijā bioloģiskajās saimniecībās kartupeļi (*Solanum tuberosum* L.) ieņem nozīmīgu vietu augu maiņā. Rušināmaugi augu maiņā ietekmē barības vielu apriti un nezāļu ierobežošanu bioloģiskajā audzēšanas sistēmā. Pamatojoties uz Zemkopības ministrijas 2020. gada ziņojumu, trīs gadu periodā (no 2017. līdz 2019. gadam) cietes kartupeļu audzēšanas platības bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā pieaugušas no 334 līdz 621 ha[10]. Pētījums iekārtots 2019. un 2020. gada sezonā trīs Latvijas reģionos – Kurzemē, Vidzemē un Latgalē, lai izvērtētu bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā piemērotāko kartupeļu šķirni cietei un pārtikai.

Pētījuma mērķis – izvērtēt kartupeļu šķirņu audzēšanu atšķirīgos Latvijas reģionos dažādos bioloģiskajos audzēšanas apstākļos, izvērtējot šķirņu ražu un cietes saturu.

Materiāli un metodes

Pētījums iekārtots 2019. un 2020. gada veģetācijas sezonā Agroresusru un ekonomikas institūta (AREI) Stendes Pētniecības centrā (SPC), Priekuļu Pētniecības centrā (PPC) un Viļānu daļā (VD), tā aptverot Kurzemes, Vidzemes un Latgales reģionus. Pētījums iekārtots kartupeļu audzēšanai piemērotās mālsmilts augsnēs ar atbilstošu augsnes reakciju pH KCl 5.70–6.80, atkarībā no audzēšanas vietas un gada. PPC augsnē bija zems kālija, bet VD – zems fosfora nodrošinājums (1. tab.). Priekšaugs, augsnes granulometriskais un agroķīmiskais sastāvs, stādīšanas un novākšanas laiks katrā pētījuma gadā norādīts 1. tabulā. Veicot pētījumu, nekāds papildu mēslojums netika izmantots. Lai ievērotu labas lauksaimniecības prakses pamatnosacījumus, pētījumu vietās tika lietots zaļmēslojums, kas veicina augsnes auglības saglabāšanu, jo ne visās pētījuma vietās bija atbilstošs augsnes barības vielu nodrošinājums kartupeļu audzēšanai.

Meteoroloģiskie apstākļi visās pētījumu vietās bija piemēroti kartupeļu augšanai un attīstībai (2. tab.), lai gan jāpiebilst, ka vidējā gaisa temperatūra jūnijā abos gados bija augstāka nekā ilggadēji vidējā.

[10] Latvijas lauksaimniecība 2020. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 10. maijā]. Pieejams: https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS_Static_Page_Doc/00/00/01/89/03/2020_lauksaimniecibas_gada_zinojums1.pdf.

1. tabula / *Table 1*

Pētījuma vietas, augsnes, priekšauga, stādīšanas un novākšanas laika raksturojums
Charasteristics of the study site, soil, pre-plant, planting and harvesting time

Vieta/*Place*	**SPC***		**PPC****		**VD*****	
Gads/*Year*	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Granulometriskais sastāvs / *Granulometric composition*	mS	mS	mS	mS	mS	mS
pH KCl	6.25	6.80	6.21	5.70	6.46	6.20
OV, %	2.37	2.02	1.30	2.30	1.81	2.50
P_2O_5 mg kg^{-1}	**245.6**	**211.7**	134.8	101.0	**53.8**	**62.0**
K_2O mg kg^{-1}	135.6	133.7	**88.7**	**56.0**	110.7	91.0
Priekšaugs/*Pre-plant*	Vasarāju labības	Pākšaugi	Labības ar āboliņa pasēju	Labības ar āboliņa pasēju	Vasaras kvieši	Zaļmēslojums
Stādīšanas datums / *Planting date*	09.05.2019.	20.05.2020.	08.05.2019.	07.05.2020.	08.05.2019.	08.05.2020.
Novākšanas datums / *Harvesting date*	03.09.2019.	15.09.2020.	05.09.2019.	04.09.2020.	11.09.2019.	18.09.2020.

*Stendes Pētniecības centrs / *Stende Research Center,* **Priekuļu Pētniecības centrs / *Priekuli Research Center;* ***Viļānu daļa / *Vilani Division.*

Dažādās vietās atšķīrās arī nokrišņu daudzums, jo īpaši 2020. gada jūlijā, kad PPC nolija 299.1 mm, kas bija 3.4 reizes vairāk nekā ilggadēji vidējā norma šajā pētījumu vietā, savukārt SPC un VD kopējais nokrišņu daudzums bija mazāks par ilggadēji uzrādītajiem vidējiem rādītājiem.

2. tabula / *Table 2*

Meteoroloģiskie apstākļi Stendes, Priekuļu un Rēzeknes novērojumu stacijās 2019. un 2020. gadā
Meteorological condition at the observation stations Stende, Priekuli and Rezekne in 2019 and 2020

Mēneši/ *Month*	**2019**		**2020**		**Ilggadēji vidējie nokrišņi / *Long-term average precipitation*, mm**	**Ilggadēji vidējā temperatūra / *Long-term average temperature*, °C**
	nokrišņi/ *precipitation, mm*	**temperatūra/ *temperature*, °C**	**nokrišņi / *precipitation, mm***	**temperatūra/ *temperature*, °C**		
Novērojumu stacija "Stende" / *Observation station "Stende"*						
Maijs	30.7	**11.2**	37.3	**9.0**	50.0	11.0
Jūnijs	52.1	**18.3**	42.7	**17.4**	71.0	14.6
Jūlijs	**117.3**	15.7	60.2	16.0	89.0	17.3
Augusts	21.1	**16.8**	33.8	**17.0**	88.0	16.6
Septembris	50.7	12.2	32.4	**14.0**	62.0	12.0
Novērojumu stacija "Priekuļi" / *Observation station "Priekuļi"*						
Maijs	40.9	11.9	33.6	**9.6**	55.0	11.8
Jūnijs	89.3	**18.8**	**99.3**	**18.5**	81.2	14.9
Jūlijs	**97.0**	15.8	**299.1**	16.2	86.0	17.5
Augusts	76.1	**16.7**	39.7	**16.8**	81.6	16.3
Septembris	**113.1**	**12.1**	68.1	**14.0**	65.3	11.3
Novērojumu stacija "Rēzekne" / *Observation station "Rēzekne"*						
Maijs	**69.8**	**12.3**	**84.7**	**9.7**	52.0	11.1
Jūnijs	48.4	**18.9**	73.1	**18.7**	75.0	14.8
Jūlijs	**92.9**	15.3	66.3	16.3	81.0	16.9
Augusts	**105.4**	**15.8**	60.0	**16.7**	71.0	15.5
Septembris	65.3	**11.1**	43.3	**13.6**	62.0	10.7

Visās pētījumu vietās bioloģiskajos saimniekošanas apstākļos tika iekārtots izmēģinājums ar 4 galda kartupeļu šķirnēm – 'Belmonda', 'Almonda', 'Monta' un 'Rigonda' – un 3 cietes kartupeļu šķirnēm – 'Jogla', 'Kuras', 'Papageno' –, attiecīgi 10 m^2, četros atkārtojumos. Kartupeļu stādīšanas norma – 5 bumbuļi m^2. Abos gados izmēģinājumam izmantots A kategorijas sertificēts sēklas materiāls. Kartupeļu šķirnes atšķīrās pēc agrīnuma, izcelsmes valsts un izmantošanas veida (3. tab.).

3. tabula / *Table 3*

Kartupeļu šķirņu raksturojums
Characteristics of potato varieties

Šķirne/*Variety*	**Agrīnums/*Early***	**Valsts/*Country***	**Gads/*Year***	**Izmantošanas veids/ *Type of use***
'Belmoda'	Vidēji agra–vēla	Vācija, Solana	2010	Galda, B vārīšanās tips
'Almonda'	Vidēji agra–vēla	Vācija, Solana	2013	Galda, AB vārīšanās tips
'Monta'	Agra–vidēji agra	Latvija, AREI	2003	Galda, B vārīšanās tips
'Rigonda'	Agra–vidēji agra	Latvija, AREI	2018	Galda, AB vārīšanās tips
'Kuras'	Vēla–ļoti vēla	Holande, Agrico	1999	Cietes
'Jogla'	Vidēji vēla	Latvija, AREI	2018	Cietes
'Papageno'	Vidēji agra–vēla	Vācija, Solana	2018	Cietes, čipsi

Ciete kartupeļu paraugos noteikta dabiski mitram produktam AREI Graudu tehnoloģijas un agroķīmijas laboratorijā, īstenojot polarimetrijas metodi LVS EN ISO 10520:2001. Datu matemātiskai analīzei izmantota dispersijas analīze.

Rezultāti un diskusijas

Vērtējot **galda kartupeļu** šķirņu ražas datus 2019. un 2020. gadā, iespējams secināt, ka būtiska ietekme uz kartupeļu ražu bija šķirnei, audzēšanas vietai un abu faktoru mijiedarbībai. Šīs atšķirības starp šķirnēm vērtējamas atkarībā no izmēģinājumā iekļauto kartupeļu šķirņu ģenētiskajām īpašībām – šķirnes agrīnuma, piemērotības dažādām augsnēm, prasības pēc barības vielām, ko apstiprina arī pētījumu rezultāti citās valstīs (Tiemens–Hulscher, 2013). Tāpat būtiska nozīme ir augsnes agroķīmiskajām īpašībām – pH, organisko vielu saturam, barības vielu nodrošinājumam un priekšaugam, ko zinātnieki pētījuši arī citās Eiropas valstīs (Haverkort, 2018).

Pētījumā SPC Kurzemē divu gadu periodā tika konstatēts visatbilstošākais barības vielu nodrošinājums, abus gadus ir bijis augsts nodrošinājums ar fosforu un kāliju, kas ir ļoti nozīmīgi barības elementi kartupeļu ražas veidošanai (Burtton, 1989). Šajā reģionā iegūtie vidējie ražas dati galda katupeļiem ir visaugstākie. Abos izmēģinājumu gados augstākā raža novērota šķirnei 'Belmonda' – 38.07 un 33.27 t ha^{-1}, kas bija būtiski augstāka, salīdzinot ar citām izmēģinājumu vietām (4. tab.). PPC Vidzemē, augsnē ar zemu kālija saturu, kas ir svarīgs elements ražas veidošanai un slimību izturībai, 2019. gadā visaugstāko ražu jeb 24.85 t ha^{-1} sasniedza šķirne 'Almonda', savukārt 2020. gadā šķirne 'Belmonda' – 30.08 t ha^{-1}. Šķirnei 'Monta' novērota būtiski viszemākā raža – 16.19 t ha^{-1} PPC, ko varēja ietekmēt salīdzinoši zemais nodrošinājums ar augiem nepieciešamajām barības vielām augsnē, jo īpaši kālija, kura saturs augsnē veidoja 88.7 mg kg^{-1}, kā arī organiskās vielas saturs viszemākais no izmēģinājumu vietām. VD Latgalē, izmēģinājuma vietā kartupeļu audzēšanai bija nepietiekams augu barības vielu – fosfora, kālija un organiskās vielas (1.81%, 2019. gads) – nodrošinājums, kas izskaidro salīdzinoši zemo kartupeļu ražu. Visaugstākā raža 2019. gadā konstatēta šķirnei 'Monta', bet 2020. gadā – šķirnei 'Belmonda'.

4. tabula / *Table 4*

Galda kartupeļu raža 2019. un 2020. gadā, t ha^{-1}
Yield of table potatoes in 2019 and 2020, t ha^{-1}

Šķirnes/*Varieties*	2019. gads/*year*			
	PPC*	**SPC****	**VD*****	**$RS_{0.05A}$ = 2.83**
'Almonda'	**24.85**	31.78	15.43	24.02
'Belmonda'	21.55	**38.07**	11.32	23.64
'Rigonda'	21.78	32.74	12.60	22.37
'Monta'	16.19	31.97	**16.63**	21.59
$RS_{0.05B}$ = 2.45	21.09	33.64	13.99	–
$RS_{0.05B}$ = 4.91				
Šķirnes/*Varieties*	2020. gads/*year*			
	PPC	**SPC**	**VD**	**$RS_{0.05A}$ = 3.23**
'Almonda'	27.38	24.38	16.16	22.64
'Belmonda'	**30.08**	**33.27**	**22.17**	28.50
'Rigonda'	27.15	25.49	9.41	20.68
'Monta'	22.48	25.31	10.65	19.48
$RS_{0.05B}$ = 2.79	26.77	27.11	14.60	–
$RS_{0.05AB}$ = 5.589				

Faktors A – šķirne, B – audzēšanas vieta, AB – faktoru mijiedarbība.
Factor A –variety, B – growing place, AB – interaction of factors.
*Stendes Pētniecības centrs / *Stende Research Center,* **Priekuļu Pētniecības centrs / *Priekuli Research Center,* ***Viļānu daļa / *Vilani Division.*

Izvērtējot iegūtos **cietes kartupeļu** šķirņu ražas rezultātus (5. tab.), saglabājas iepriekšējā tendence, ko varējām novērot arī galda kartupeļu gadījumā – attiecīgi visaugstākā kartupeļu raža iegūta SPC, līdzīga tendence konstatēta arī iepriekšējos gados veiktajos izmēģinājumos (Piliksere u. c., 2020).

5. tabula / *Table 5*

Cietes kartupeļu šķirņu raža 2019. un 2020. gadā, t ha^{-1}
Yield of starch potato varieties in 2019 and 2020, t ha^{-1}

Šķirnes/*Varieties*	2019. gads/*year*			
	PPC*	**SPC****	**VD*****	**$RS_{0.05A}$ = 2.29**
'Jogla'	24.07	**33.13**	19.95	25.72
'Kuras'	26.98	**41.35**	15.43	27.92
'Papageno'	26.35	**28.93**	15.48	23.58
$RS_{0.05B}$ = *2.29*	25.80	**34.47**	16.95	
	$RS_{0.05AB}$ = 3.96			
Šķirnes/*Varieties*	2020. gads/*year*			
	PPC	**SPC**	**VD**	**$RS_{0.05A}$ = 2.26**
'Jogla'	26.78	**31.08**	28.44	28.76
'Kuras'	26.45	**33.68**	31.10	30.41
'Papageno'	24.18	**28.06**	22.10	24.78
$RS_{0.05B}$ = *2.26*	25.80	**30.94**	27.22	
	$RS_{0.05AB}$ = 3.92			

*Stendes Pētniecības centrs / *Stende Research Center,* **Priekuļu Pētniecības centrs / *Priekuli Research Center,* ***Viļānu daļa / *Vilani Division.*

Šķirnei 'Kuras' tika konstatēta augstākā raža abos pētījuma gados. PPC starp pētītajām cietes kartupeļu šķirnēm nav novērotas būtiskas atšķirības. VD augstākā raža bija šķirnei 'Jogla' un 2020. gadā – 'Kuras'.

Augstākā kartupeļu raža un kvalitāte iegūta SPC abos izmēģinājumu gados, neskatoties uz to, ka kopējais nokrišņu daudzums gan 2019. gadā (280 mm), gan 2020. gadā (227 mm) bija ievērojami

mazāks nekā ilggadēji vidējie dati (360 mm). Vidējais cietes saturs bumbuļos SPC ir atbilstošs šķirnēm. Nokrišņu un temperatūru atšķirības, kā arī spēcīgas lietus gāzes Vidzemē (PPC jūlijā 2020. gadā – 299.1 mm, kas ir 3.4 reizes vairāk par ilggadējiem vidējiem rādītājiem) kopumā negatīvi ietekmēja kartupeļu ražas veidošanos.

1. att. Galda un cietes kartupeļu šķirņu raža atkarībā no audzēšanas vietas un nokrišņu summas kartupeļu veģetācijas laikā: a – 2019. gads; b – 2020. gads.

Fig. 1. Yield of table and starch potato varieties depending on the trial place and the total amount of precipitation during the growing season: a – 2019; b – 2020.

Kopējo nokrišņu summa un vidējās ražas audzēšanas vietās apliecina šādu tendenci – mazāka kopējā nokrišņu summa dod lielāku ražu, ja augsnē ir pietiekams nodrošinājums ar augam nepieciešamajām barības vielām (skat. 1. att.), ko apliecina arī A. J. Haverkorta pētījumi (2018) Vācijā.

Cietes saturs galda kartupeļu šķirnēm tiek uzskatīts par vienu no galda kartupeļu kvalitātes rādītājiem, kas raksturo šķirnes izmantošanas tipu – miltainība, vāroties jūkoša. Būtiski augstāks cietes saturs galda kartupeļiem tika konstatēts PPC – visaugstākais šķirnēm 'Rigonda', 'Monta' un 'Belmonda' abos izmēģinājumu gadus (6. tab.).

6. tabula / *Table 6*

Cietes saturs galda kartupeļiem 2019. un 2020. gadā, %

Starch content in table potato varieties in 2019 and 2020 year, %

Šķirnes/*Varieties*	**2019. gads/*year***			
	PPC*	**SPC****	**VD*****	**$RS_{0.05A}$ = 0.48**
'Almonda'	15.93	14.43	15.42	15.26
'Belmonda'	**18.72**	**18.64**	16.58	17.98
'Rigonda'	**19.36**	14.09	15.07	16.17
'Monta'	**18.33**	**18.28**	14.98	17.20
$RS_{0.05B}$ = *0.48*	18.09	16.36	15.51	
$RS_{0.05AB}$ = *0.96*				
Šķirnes/*Varieties*	**2020. gads/*year***			
	PPC	**SPC**	**VD**	**$RS_{0.05A}$ = 1.11**
'Almonda'	16.75	16.66	17.46	16.96
'Belmonda'	**19.35**	**19.52**	17.43	18.77
'Rigonda'	**20.08**	17.55	**22.40**	20.01
'Monta'	**20.81**	17.97	**24.35**	21.04
$RS_{0.05B}$ = *0.96*	19.25	17.93	20.41	
$RS_{0.05AB}$ = *1.92*				

*Stendes Pētniecības centrs / *Stende Research Center*, **Priekuļu Pētniecības centrs / *Priekuli Research Center*, ***Viļānu daļa / *Vilani Division.*

Tā kā PPC augsnes ir labāk nodrošinātas ar fosforu nekā kāliju, pēc iegūtā cietes satura kartupeļu bumbuļos iespējams secināt, ka ražas veidošanai kartupeļiem pietrūka nepieciešamās barības vielas – slāpeklis un kālijs, raža bija zemāka, bumbuļi ātrāk nobrieda un vairāk uzkrāja cieti, par ko rūpējās fosfors augsnē. 2020. gadā būtiski augstāks cietes saturs konstatēts VD un PPC – no 19.35% šķirnei 'Belmonda' PPC līdz 24.35% VD šķirnei 'Monta' (7. tab.).

7. tabula / *Table 7*

Cietes saturs cietes kartupeļiem, %
Starch content in starch potato varieties, %

Šķirnes/*Varieties*	**2019. gads/*year***			
	PPC*	**SPC****	**VD*****	**$RS_{0.05A}$ = 1.07**
'Jogla'	**24.29**	20.59	17.89	20.92
'Kuras'	**23.49**	21.97	19.54	21.67
'Papageno'	19.73	19.45	19.27	19.48
$RS_{0.05B}$ = *1.07*	22.50	20.67	18.90	
$RS_{0.05AB}$ = *1.85*				
Šķirnes/*Varieties*	**2020. gads/*year***			
	PPC	**SPC**	**VD**	**$RS_{0.05A}$ = 1.22**
'Jogla'	**23.71**	22.72	**28.01**	24.81
'Kuras'	23.40	23.40	**27.91**	24.90
'Papageno'	21.35	20.00	19.49	20.28
$RS_{0.05B}$ = *1.22*	**22.82**	22.04	25.14	
$RS_{0.05AB}$ = *2.11*				

*Stendes Pētniecības centrs / *Stende Research Center*, **Priekuļu Pētniecības centrs / *Priekuli Research Center*, ***Viļānu daļa / *Vilani Division.*

Augstāks cietes saturs cietes kartupeļiem 2019. gadā tika novērots PPC (22.5%) un SPC (20.67%), turpretī 2020. gadā – VD, Latgalē, sasniedzot 25.14%. Visaugstākais cietes saturs bija šķirnēm 'Jogla' un 'Kuras' – neatkarīgi no audzēšanas vietas. Kartupeļu pārstrādei cietē svarīgs ir tieši cietes saturs bumbuļos, kam jābūt > 13%, lai tos piegādātu uzņēmumam SIA "Aloja Starkelsen". Ieguvumu, audzējot cietes kartupeļus, raksturo iegūtā cietes raža no ha, kas atkarīga no kartupeļu ražas un cietes satura bumbuļos.

2. att. Audzēšanas vietas ietekme uz kartupeļu cietes ražu 2019. un 2020. gadā, t ha^{-1}.
Fig. 2. Starch yield depending on the growing place in 2019 and 2020, t ha^{-1}.

Izvērtējot cietes saturu kartupeļos, viens no svarīgākajiem rādītājiem ir iegūstamā cietes raža no hektāra (skat. 2. att.). Cietes uzkrāšanos kartupeļu bumbuļos ietekmē šķirne un augu barības vielu nodrošinājums augsnē, īpaši augiem pieejamā fosfora saturs, kā arī meteoroloģiskie apstākļi. Pētījumos Nīderlandē un Vācijā ir secināts, ka tieši saules gaismas intensitāte jeb saulaino dienu skaits vasarā ir noteicošais faktors cietes uzkrāšanai bumbuļos – attiecīgi jo vairāk saules tieši bumbuļu briešanas laikā, jo vairāk cietes tajos uzkrājas (Haverkort, 2018). SPC visaugstāko cietes ražu ieguva no šķirnes 'Kuras' – 7.3 t ha^{-1} abos pētījuma gados. PPC visaugstāko cietes ražu ieguva no Agroresursu un ekonomikas institūtā selekcionētās šķirnes 'Jogla' 2019. gadā (5.9 t ha^{-1}) un 2020. gadā (6.4 t ha^{-1}). VD 2019. gadu iezīmēja zema cietes raža, kas bija arī ievērojami zemāka, salīdzinot ar citām pētījuma vietām. Augstākā cietes raža 2019. gadā iegūta šķirnei 'Kuras' (3.9 t ha^{-1}), savukārt 2020. gadā VD izdevās iegūt izcilu cietes ražu šķirnei 'Jogla' (8.0 t ha^{-1}) un 'Kuras' (7.9 t ha^{-1}).

Secinājumi

1. Kurzemē, Stendes Pētniecības centrā, stabili augstākā raža divu gadu periodā tika iegūta no galda kartupeļu šķirnes 'Belmonda', attiecīgi 32.27–38.07 t ha^{-1}. Šai šķirnei ir raksturīgs augsts cietes saturs (18.6–19.5%), tā ir miltaina. No cietes kartupeļu šķirnēm augstākā cietes raža bija šķirnei 'Kuras', no kuras sasniedza 7.3 t ha^{-1} cietes ražu.
2. Vidzemē, Priekuļu Pētniecības centrā, galda kartupeļu šķirnēm augstākā raža iegūta šķirnei 'Almonda' (24.85 t ha^{-1} 2019. gadā) un šķirnei 'Belmonda' (30.08 t ha^{-1}), savukārt augstākais cietes saturs no galda kartupeļu šķirnēm konstatēts šķirnei 'Rigonda' un 'Monta'. Augstāko cietes ražu no cietes kartupeļu šķirnēm abos izmēģinājumu gadus uzrādīja Priekuļos selekcionētā šķirne 'Jogla' (5.9–6.4 t ha^{-1}).
3. Latgalē, Viļānu daļā, galda kartupeļu šķirnēm augstāko ražu ieguva no šķirnēm 'Monta' (16.63 t ha^{-1}) un 'Belmonda' (22.17 t ha^{-1}). Augstākais cietes saturs konstatēts šķirnei 'Belmonda' (16.58%) un 'Monta' (24.35%). No cietes kartupeļu šķirnēm visaugstāko cietes ražu 2019. gadā ieguva no šķirnes 'Kuras' – 3.9 t ha^{-1}, savukārt 2020. gadā no 'Jogla' – 8.0 t ha^{-1}.

Pētījums veikts Zemkopības ministrijas Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai (ELFLA) projekta "Bioloģiskai lauksaimniecībai perspektīvu, Latvijā selekcionētu kartupeļu un graudaugu šķirņu demonstrējums" ietvaros. Pateicamies par sadarbību vācu kompānijai "Solana GmbH & Co. KG".

Izmantotā literatūra

1. Burtton W.G. (1989). *The Potato.* Third edition. The Unitade States: Longman Goup UK Limited, 742 p.
2. Haverkort A. J. (2018). *Potato handbook. Crop of the future*. The Hague: Aardappelwereld BV, 592 p.
3. Tiemens-Hulscher M., Delleman J., Eising J., Lammerts van Bueren E.T. (2013). *Potato Breeding. A practical manual for potato chain*. The Hague: Aardappelwereld BV, 172 p.
4. Piliksere D., Jansone I., Morozova I., Stramkale V., Zariņa L. (2020). Kartupeļu šķirņu salīdzinājums bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā Latvijas reģionos. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība,* Zinātniski praktiskās konferences Raksti (2020. g. 20. febr.). Jelgava: LLU, 110.–111. lpp.

MIKROBIOLOĢISKĀ MĒSLOJUMA *SUBTIMIKSS* EFEKTIVITĀTE CIETES KARTUPEĻU AUDZĒŠANĀ

Līvija Zariņa, Dace Piliksere
Agroresursu un ekonomikas institūts
livija.zarina@arei.lv

Ievads

Mikrobioloģiskais preparāts *Subtimikss* ir viens no jaunākajiem SIA "Bioefekts" produktiem. Tā sastāvā ir augsnes baktērijas *Bacillus subtilis* un *Trichoderma* ģints mikroskopiskās sēnes. *Bacillus subtilis* (siena nūjiņa) ir aeroba baktērija, kas apkārtējā vidē nelielās koncentrācijās izdala antibiotiskās vielas, kuras ierobežo saprofītiskās un patogēnās mikrofloras attīstību. Tām piemīt spēja veidot bioplēvi ap auga saknēm, kas pasargā no patogēnu iekļūšanas. Tās pārveido fosfora savienojumus augam pieejamā formā, kā arī uzlabo slāpekļa fiksāciju, sintezē vielas, kas stimulē augu augšanu un paaugstina rezistenci[11]. Arī *Trichoderma* ģints sēnes sekmē augu augšanu, augam veidojas spēcīgākas saknes, uzlabojas augu izturība pret nelabvēlīgiem vides faktoriem un slimības izraisošām infekcijām[12]. Ņemot vērā minēto mikroorganismu potenciālu augu patogēnu ierobežošanā, jaunais produkts *Subtimikss,* kas ir mikrobioloģiskais mēslojums, uzlabojot barības vielu pieejamību, teorētiski gan veicina augu augšanu, gan arī, inducējot augu aizsargreakcijas, samazina augu inficēšanos ar slimību izraisītājiem.

Viena no svarīgākajām laukaugu sugām Latvijā ir kartupeļi, kas kalpoja par noteicošo faktoru pētījuma objekta izvēlē. Literatūrā jau ir pieejama informācija par *Bacillus subtilis* pozitīvo ietekmi uz kartupeļu ražas veidošanos (Lastochkina et al., 2020) un labo *Trichoderma spp.* efektivitāti bumbuļu slimību ierobežošanā (Hicks et al., 2014), tomēr ražošanas apstākļos veikto pētījumu vēl ir maz. Šajā publikācijā atspoguļoti divu gadu gaitā gūti rezultāti, kas noskaidroti AREI Priekuļu Pētniecības centra bioloģiskajā augsekā.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi ierīkoti Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Priekuļu Pētniecības centra bioloģiskajā augsekā. Katrā no pētījumu gadiem priekšaugs un augsnes agroķīmiskie rādītāji bija atšķirīgi (1. tab.). Ja 2019. gadā attiecīgo augsekas lauku raksturoja labs organisko vielu saturs un augiem pieejamais fosfora un kālija saturs, tad 2020. gadā izmēģinājumu laukā tika konstatēts zemāks augiem uzņemamā kālija saturs nekā optimāli tas nepieciešams. Izmēģinājumu metodika aprakstīta praktiskās pieredzes rakstā "Mikrobioloģiskā mēslojuma *Subtimikss* efektivitāte bioloģiski audzētā kartupeļu stādījumā" (Zariņa u. c., 2020).

1. tabula / *Table 1*

Izmēģinājuma laukus raksturojošie rādītāji
Characteristics of the test fields

Gads/ *Year*	**Priekšaugs/*Pre–crop***	**pH KCl**	**Organiskās vielas saturs, g kg^{-1} / *Organic matter content, g kg^{-1}***	**P_2O_5 , mg kg^{-1}**	**K_2O, mg kg^{-1}**
2019	Griķi, zaļmēslojumam	5.3	23	139	151
2020	Ziemas rudzi	5.7	28	141	95

Rezultāti

Salīdzinot ar 2019. gadu, 2020. gadā kartupeļi sadīga apmēram nedēļu vēlāk, līdz ziedēšanas fāzei augi attīstījās nedaudz lēnāk. 2020. gada augšanas sezonā atšķirības variantiem fenoloģisko fāžu iestāšanās laikos netika konstatētas. Visos variantos bumbuļi sadīga līdzīgi – 31 dienu pēc stādīšanas,

[11] Bacillus subtilis [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 13. jūn.]. Pieejams: https://www.bioefekts.lv/mikroorganisms/bacillus-subtilis/.
[12] Trichoderma [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 13. jūn.]. Pieejams: https://www.bioefekts.lv/mikroorganisms/trichoderma/.

ziedēšanas sākums – 51 dienu pēc stādīšanas, ziedēšanas sākums – 66 dienas pēc stādīšanas, lakstu atmiršanas sākums – 95 dienas pēc stādīšanas, kartupeļu paraugi tika ievākti 103. dienā pēc stādīšanas.

Izmēģinājumā iegūtā vidējā raža 2020. gadā bija 33.9 t ha^{-1}, kas, salīdzinot ar valstī vidējo ražību (27.4 t ha^{-1}), vērtējama kā laba. Tomēr 2020. gadā iegūtā vidējā kartupeļu bumbuļu raža bija būtiski zemāka ($\alpha = 0,05$) nekā 2019. gadā (kad vidēji tika iegūtas 40.2 t ha^{-1}) gan variantā ar preparātu *Subtimikss*, gan kontroles variantā. Arī vidējais bumbuļu skaits cerā 2020. gadā bija būtiski mazāks nekā 2019. gadā. Abos pētījumu gados variantos ar preparāta lietošanu ražas pieaugums tika fiksēts, taču nepārsniedza būtiskuma līmeni. Līdzīgi bija ar cietes saturu bumbuļos. Kopumā tas bija augstāks 2020. gadā, sasniedzot vairāk nekā 18%, kas atbilst izmēģinājumā iekļautās cietes kartupeļu šķirnes 'Imanta' bioloģiskajiem rādītājiem[13]. 2020. gadā konstatēts būtiski augstāks lielās frakcijas bumbuļu (virs 50 mm) iznākums nekā 2019. gadā, ražas struktūrā veidojot 30.6%, tomēr kopumā preparāta *Subtimikss* ietekme uz lielo bumbuļu iznākumu netika fiksēta. Taču jāuzsver fakts, ka jaunais produkts uzrāda labu efektivitāti slimību izraisītāju ierobežošanā (2. tab.).

2. tabula / *Table 2*

Preparāta *Subtimikss* efektivitāte kaitīgo organismu ierobežošanā kartupeļos 'Imanta', ± %
Efficacy of Subtimikss in controlling harmful organisms in the potatoes 'Imanta', ± %

Variants/*Variant*	**Kaitīgo organismu izplatības novirze salīdzinājumā ar kontroli, % / *Deviation of harmful organisms compared to control, %***					
	sausā puve / *fusarium spp*		**melnais kraupis / *Rhizoctonia solani***		**parastais kraupis / *Streptomyces scabies***	
	2019	**2020**	**2019**	**2020**	**2019**	**2020**
Kontrole/*Control*	0	0	0	0	0	0
Apstrāde ar *Subtimikss* / *Treated with Subtimikss*	– 50	– 44	0	– 17	– 1	– 18

Pētījums tiks turpināts arī 2021. gadā.

Secinājumi

Ja 2019. gadā netika konstatētas būtiskas atšķirības starp variantu ar preparātu *Subtimikss* un kontroles variantu, tad 2020. gada veģetācijas sezonā tādas tika novērotas. Variantā ar preparātu *Subtimikss* tika konstatēts būtiski ($\alpha = 0.05$) augstāks vidējās jeb sēklas frakcijas bumbuļu īpatsvars nekā kontroles variantam. 2020. gada sezonā tika novērota preparāta *Subtimikss* efektivitāte atsevišķu kartupeļu bumbuļu slimību (parastais kraupis) un kaitēkļu (sprakšķi) ierobežošanā (atšķirības pārsniedza 6% apmēru, tātad starpība uzskatāma par būtisku).

Izmantotā literatūra

1. Hicks E., Bienkowski D., Braithwaite M., McLean K., Falloon R., Stewart A. (2014). *Trichoderma* strains suppress *Rhizoctonia* diseases and promote growth of potato. *Phytopathologia Mediterranea*, Vol. 53, 3. p. 502–514.
2. Lastochkina O., Baymiev A., Shayahmetova A., Garshina D., Koryakov I., Shpirnaya I., Pusenkova L., Mardanshin I., Kasnak C., Palamutoglu R. (2020). Effects of Endophytic *Bacillus Subtilis* and Salicylic Acid on Postharvest Diseases (*Phytophthora infestans, Fusarium oxysporum*) Development in Stored Potato Tubers. *Plants, Vol* 9, 76 p.
3. Zariņa L., Piliksere D., Keterliņš J., Jefimova L. (2020). Mikrobioloģiskā mēslojuma *Subtimikss* efektivitāte bioloģiski audzētā kartupeļu stādījumā. ***No**: Līdzsvarota Lauksaimniecība*, Zinātniski praktiskās konferences Raksti (2020. gada 20. februāris), Jelgava: LLU, 108.–110. lpp.

[13] Imanta [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 13. jūn.]. Pieejams: https://www.arei.lv/lv/imanta.

LATVIJAS AGROKLIMATISKAJIEM APSTĀKĻIEM PIEMĒROTĀKIE ZAĻMĒSLOJUMA AUGI

THE MOST SUITABLE GREEN MANURE PLANTS FOR THE CONDITIONS OF LATVIA

Aija Rebāne, Sarmīte Rancāne, Aldis Jansons, Ivo Vēzis, Vija Stesele, Gaļina Jermuša
LLU Zemkopības zinātniskais institūts
aijarebane@inbox.lv

Politiskā un ekonomiskā situācija rada izmaiņas arī lauksaimniecības nozarē. Šobrīd visvairāk tiek audzēti kultūraugi, kas spēj apmierināt arvien pieaugošo pieprasījumu pēc labības un eļļas augu sēklām, līdz ar to augsnes kvalitāte samazinās vienveidības rezultātā. Šī iemesla dēļ augsne nesaņem pietiekamu organisko vielu daudzumu, kas izraisa organisko vielu deficīta rašanos, barības vielu līdzsvara zudumu un augsnes kvalitātes samazināšanos. Līdztekus augsnes auglības kritumam, tā zaudē arī spēju piesaistīt un uzglabāt barības vielas, kā arī vispārējās augsnes īpašības. Zaļmēslojums ir kultūraugi, kurus audzē augsnes ielabošanai, lai samazinātu tās sablīvēšanos, barības elementu izskalošanos un eroziju. Zaļmēslojuma augi ir augi, kurus parasti nopļauj ziedēšanas sākumā svaigus vai labāk – nedaudz apvītinātus iestrādā augsnē. Zaļmēslojumam uz lauka vajadzētu atrasties vismaz 6 nedēļas, jo ir svarīgi ļaut augam izaugt un sadalīties. Jo straujāk zaļmēslojuma masa sadalās, jo ātrāk notiek slāpekļa mineralizēšanās, piemēram, siltos un mitros apstākļos. Tā kā zaļmēslojumu nepieciešams iestrādāt augsnē, brīdī, kad tas satur visvairāk slāpekļa, ir jāseko līdzi tam, kas notiek uz lauka, lai šo procesu neveiktu par agru, tādējādi samazinot šī mēslošanas veida efektivitāti. Visbiežāk zaļmēslojumam izmantotie kultūraugi ir tauriņziežu dzimtas augi – āboliņš, baltais amoliņš, lupīna, lucerna, zirņi un pupas. Šo augu gumiņbaktērijas ir spējīgas piesaistīt atmosfērā esošo slāpekli. Tomēr, lai šī metode būtu efektīva, tauriņzieži jāaudzē gandrīz visas sezonas garumā, jo gumiņbaktēriju attīstības process ir laikietilpīgs. Citi zaļmēslojumam derīgie augi ir tie, kam ir plaša un sazarota sakņu sistēma, piemēram, rapsis, sinepes, griķi un facēlija. Šie augi tiek dēvēti par augsnes ielabotājiem, un tiek uzskatīts, ka tie augsni īsti nebagātina, drīzāk nodod tai barības vielas, ko patērējuši savai augšanai. Tomēr ir pierādīts, ka šī metode uzlabo kultūraugu ražu, jo plašā sakņu sistēma irdina augsni, kā arī augu atliekas uzlabo organisko vielu sastāvu augsnē. Latvijas agroklimatiskie apstākļi ir piemēroti dažādu zaļmēslojuma augu audzēšanai. Projektā "Dažādu nektāraugu, zaļmēslojuma un slāpekli piesaistošu augu audzēšana un izmantošana" 2018. gadā tika ierīkoti zaļmēslojuma izmēģinājumi LLU Zemkopības zinātniskajā institūtā (ZZI) Skrīveros un ZS "Adzelvieši" Burtnieku novadā, kur interesenti varēja iepazīt dažādus zaļmēslojuma augus. Demonstrējuma mērķis – praktiski parādīt atsevišķu kultūraugu sugu un maisījumu augšanas dinamiku un ražību. Katru gadu vasarā abās izmēģinājuma vietās tika rīkotas lauku dienas, un visi interesenti bija laipni aicināti piedalīties. Demonstrējums noris no 2018. līdz 2021. gadam. LLU Zemkopības zinātniskajā institūtā, kā arī ZS "Adzelvieši" Burtnieku novadā veiktajā zaļmēslojuma demonstrējumā iesēti dažādi kultūraugi, lai noskaidrotu šo augu maisījumu augšanas dinamiku un ražību, kā arī spēju sēt tos atšķirīgos termiņos. Demonstrējumā var iepazīties ar viengadīgiem un daudzgadīgiem zaļmēslojuma augiem. Abās izmēģinājuma vietās ir iesētas 24 dažādas zaļmēslojuma augu sugas un 4 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), baltās sinepes, vasaras rapsis, auzas, lopbarības pupas, zirņi, vasaras vīķi, ziemas rudzi, saulespuķes un 4 zaļmēslojuma augu maisījumi. Zaļmēslojuma izmēģinājuma lauciņos tika veikta zaļmasas uzskaite, izmantojot mazgabarīta zaļmasas kombainu HALDRUP C–65.

Sarkanajam āboliņam piemīt spēja ar gumiņbaktēriju palīdzību saistīt brīvo gaisa slāpekli un bagātināt ar to augsni. Āboliņa audzēšana palīdz uzlabot augsnes struktūru un attīrīt to no nezālēm. Zaļmēslojumam biežāk izmanto agrīno āboliņu. Tas ir labākais priekšaugs ziemāju un vasarāju labībām, rušināmaugiem un liniem. Labs maisījumos ar viengadīgo aireni. Var sēt pavasarī, bet vasarā ļaut uzkrāt masu un nākamajā gadā līdz ziedēšanai sasmalcināt un ieart augsnē. Citi varianti – vispirms rudenī iesēj ziemājus, un pavasarī, tiklīdz uz lauka var tikt ar sējmašīnu, piesēj āboliņu. Tāpat pavasarī var iesēt vasaras kviešus, un, kad labība sāk cerot, piesēt sarkano āboliņu (tauriņziedis jāsēj vēlāk, lai nepāraugtu graudaugus).

Balto un dzelteno amoliņu kultivē ne tikai kā lopbarības un zaļmēslojuma augu, bet arī kā vērtīgu nektāraugu. Tas ir līdz 2.5 m augsts, ziemcietīgs, izturīgs pret slimībām un kaitēkļiem, arī sausumizturīgs divgadīgs lakstaugs ar ļoti smaržīgiem, sīkiem un baltiem ziediņiem. Baltajam amoliņam

ir spēcīga mietsakne un labi attīstītas sānsaknes, kas sniedzas līdz 2 m dziļumam, un uz tām veidojas daudz gumiņu (Liepniece, 2015).

Griķi – tie nav radniecīgi daudziem no tradicionāli audzētajiem kultūraugiem. Ir pieticīgi, siltumā diezgan ātri attīstās, to saknes spēj piekļūt grūtāk šķīstošajiem savienojumiem. Tiek ieteikts griķus zaļmēslojumam sēt vasarā, lai pēc 6–8 nedēļām, kad augi izveidojuši pamatīgu masu un nomākuši nezāles, varētu sagatavot augsni. Svarīgi ir neļaut griķiem izveidot sēklas (Lejiņš, Lejiņa, 2005).

Vanagnadziņi ir ziemcietīgs tauriņziedis, kurš labi aug arī mitrās vietās un skābākās augsnēs, ir izturīgs pret slimībām un kaitēkļiem. Pateicoties auga dziļajai sakņu sistēmai, tas labi pacieš sausumu. Agrs augs, zied no maija līdz rudenim.

Facēlija – piesaista bites (mednesis). Aizkavē nezāles, patogēno sēnīšu attīstību. Balansē augsnes skābumu. Tāpat kā griķi – nav radniecīgs daudziem tradicionāli audzētajiem kultūraugiem, tātad var izmantot, nesekojot augsekas principiem. Labs priekšaugs krustziežiem (Liepniece, 2015).

Viengadīgais sarkanais āboliņš ir ļoti labi piemērots zaļmēslojumam. Atšķirībā no daudzgadīgā āboliņa aug daudz straujāk, tādēļ ir īpaši izdevīgs. Augums stāvs un spēcīgs, jau pēc 70–80 dienām ir iestrādājams augsnē. Ļoti labi rezultāti iegūstami, sējot maisījumā uz pusēm ar viengadīgo aireni, tad pirmo pļāvumu var novākt kompostēšanai vai mulčēšanai uz dobēm vai apdobēm, bet otro vai pat trešo iestrādāt augsnē kā zaļmēslojumu. Latvijā pieejams zaļmēslojuma maisījumā *AU-SLA*. Līdzīgi var izmantot arī Aleksandrijas vai Ēģiptes balto viengadīgo āboliņu.

Pie zaļmēslojuma augiem pieder arī augi ar plaši sazarotu sakņu sistēmu – **krustzieži** (sinepes, rapsis un eļļas rutki). Zaļmēslojuma augi, kas nepieder tauriņziežu dzimtai, ir augsnes ielabotāji. Pastāv uzskats, ka citi zaļmēslojuma augi augsni ar barības vielām nebagātina un pēc iearšanas labākajā gadījumā atdod augsnei to barības elementu daudzumu, ko patērējuši augšanai. Tomēr prakse rāda, ka pēc krustziežu augu zaļās masas iestrādāšanas augsnē palielinās kultūraugu raža. Tas notiek tāpēc, ka šo sugu augu saknes irdina augsni un uzlabo tās struktūru; augu sakņu izdalījumi vai arī pati zaļā masa attīra augsni no dažiem kaitēkļiem un patogēniem; augu atliekas (sausna) bagātina augsni ar organisko vielu. Baltās sinepes un eļļas rutkus ārzemēs plaši izmanto augsnes dezinfekcijai. Parasti to veic sezonas beigās, kad raža jau novākta, bet laiks vēl ir silts. Trūdēšana norisinās vairāku mēnešu laikā. Sākoties trūdēšanas procesiem, izdalās vairākas ķīmiskās vielas, kuras iznīcina slimību ierosinātājus un pat nematodes. Krustziežu augus audzē teju katrā mazdārziņā, bet, ja zeme ir piesārņota ar krustziežu sakņu augoņiem, eļļas rutku, sinepju un rapša zaļmēslojuma izmantošana nav ieteicama (Narvils, 2017).

Auzas ir mitruma prasīgs kultūraugs. Mazāk cieš no mitruma pārpilnības. Sēklas dīgst jau 1–2 ºC temperatūrā. Veido spēcīgu sakņu sistēmu, tādēļ uzņem grūti šķīstošos barības elementus. Piemīt spēja nomākt augsnes patogēnus. Izsējas norma – līdzīga kā rudziem.

Pupiņas, zirņi – dod lielu zaļo masu, pašos pākšaugos ir daudz proteīna, no kura pēc mineralizācijas atbrīvojas slāpeklis. Saknes uzirdina augsni. Labi nosedz augsnes virskārtu ar lapām, tādējādi nomācot nezāles, kā arī novēršot augsnes sablīvēšanos un izžūšanu. Audzēšanas periods ir visai īss (aptuveni sešas nedēļas), tātad vēl var pagūt izaudzēt un novākt ražu. Mazdārziņos bieži vien nav iespējas atvēlēt tik lielas platības šai dzimtai, bet to var risināt, organizējot jauktos stādījumus.

Vīķi ir tauriņziežu dzimtas augi ar visām tauriņziežiem piemītošajām priekšrocībām: apjomīgu sakņu sistēmu, spēju saistīt atmosfēras slāpekli, lielu proteīna un dažādu vērtīgu minerālvielu daudzumu sausnā u. c. Vīķus tradicionāli izmanto lopbarībai, tomēr, ņemot vērā minētās priekšrocības, tie ir arī vērtīgi zaļmēslojuma augi, ko izmanto augsnes īpašību uzlabošanai.

Rudzi – sakņu izdalījumi dezinficē augsni un ierobežo vairāku patogēno mikroorganismu sugu (tostarp krustziežu augoņu ierosinātāju) attīstību, nomāc nezāles, dziļā sakņu sistēma labi izceļ barības vielas, ja augsnes virskārta tiek uzrušināta ne dziļāk par 10–15 cm vai tā tiek frēzēta. Mazdārziņos rudzus pārsvarā izmanto ar mērķi atveseļot un dezinficēt augsni siltumnīcās (zem seguma neaudzē labību, līdz ar to rudzi nav radniecīgi augi tomātiem, gurķiem). Jebkura auga attīstībai nepieciešams siltums, tāpēc siltumnīcā rudzus sēj, tiklīdz novākta raža un likvidētas iepriekšējo augu atliekas. Jo ātrāk iesēj, jo drīzāk rudzi sacero, veido maksimālo masu un tos var ierakt zemē (nedrīkst pieļaut, ka augi sagāžas veldrē). Taču ir jāņem vērā būtisks fakts – rudzos pārziemo un nākamajā gadā savairojas kailgliemeži, uz saknēm patīk mieloties drātstārpiem.

Saulespuķes ir viengadīgs augs, kuru bieži iekļauj dažādos zaļmēslojuma maisījumos. Saknes iestiepjas augsnē 2–5 m dziļumā. Nevar audzēt smagās un blīvās, arī skābās augsnēs. Saulespuķēm zaļā masa ir gatava pēc 90–105 dienām, lai to iestrādātu augsnē. Zaļmēslojumu augsnē var iestrādāt jūlija beigās, augusta sākumā, ja iesēj agri. Der maisījumā ar zirņiem un vasaras vīķiem.

Tabula / *Table*

Zaļmēslojuma augu garums un zaļmasas raža Skrīveros un Burtniekos 2020. gadā
Green mass yield and lengths of green manure plants in Skriveri and Burtnieki in 2020

Nr./ *No.*	Suga, šķirne / *Species, cultivar*	Skrīveri, 28.07.2020.		Burtnieki, 24.07.2020.	
		Auga garums / *Plant length*, cm	Zaļmasas raža / *Green mass yield*, t ha^{-1}	Auga garums / *Plant length*, cm	Zaļmas as raža / *Green mass yield*, t ha^{-1}
1	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Marita'	33.00	22.60	32.50	24.20
2	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Jancis'	19.50	17.90	37.50	20.70
3	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Sandis'	33.00	16.90	25.50	25.60
4	Sarkanais āboliņš / *Red clover* 'Skrīveru tetra'	23.00	16.30	31.50	24.60
5	Bastardāboliņš /*Alsike clover* 'Menta'	33.00	17.70	18.00	15.90
6	Baltais āboliņš / *White clover* 'Suduviai'	23.50	15.40	31.50	26.80
7	Lucerna/*Alfalfa* 'Skrīveru'	45.50	21.30	40.00	20.50
8	Baltais amoliņš / *White amolin*	54.50	26.20	49.50	23.60
9	Dzeltenais amoliņš / *Yellow amolin*	60.50	27.30	63.50	30.80
10	Vanagnadziņi/*Hawthorns*	29.00	15.10	32.00	22.30
11	Facēlija/*Phacelia*	63.50	38.00	79.50	38.20
12	Viengadīgais āboliņš / *Annual clover* 'Rosa'	48.00	21.50	40.50	24.00
13	Viengadīgā airene / *Annual ryegrass*	66.50	19.70	85.00	18.90
14	Eļļas rutks, lapu / *Oil radish, leaf*	105.00	37.00	120.00	36.30
15	Eļļas rutks, sakņu / *Oil radish, root*	97.00	29.20	100.00	25.20
16	Baltās sinepes / *White mustard*	104.00	18.20	104.00	14.40
17	Vasaras rapsis / *Summer rape*	100.00	28.00	98.50	29.20
18	Auzas/*Oats*	80.50	35.60	86.50	37.60
19	Griķi/*Buckwheat* 'Aiva'	107.50	41.00	118.00	42.50
20	Lopbarības pupas / *Fodder beans*	80.50	16.60	95.00	31.60
21	Zirņi/Peas 'Casablanca'	69.50	19.60	83.00	31.90
22	Vasaras vīķi / *Summer vetch*	45.00	15.40	68.00	24.60
23	Rudzi/*Rye*	35.00	13.00	31.50	29.40
24	Saulespuķes/*Sunflowers*	65.00	23.80	95.00	47.20
25	Maisījums/*Mixture* Nr. 1	102.00	27.50	126.00	36.90
26	Maisījums/*Mixture* Nr. 2	94.50	22.50	116.00	38.00
27	Maisījums/*Mixture* Nr. 3	95.00	14.00	102.50	23.60
28	Maisījums/*Mixture* Nr. 4	101.50	24.80	112.50	43.90

Skrīveros zaļmēslojuma demonstrējumā augstas zaļās masas ražas tika iegūtas griķiem, facēlijai, eļļas rutkiem (lapu) un auzām. Burtniekos zaļmēslojuma demonstrējumā augstas zaļās masas ražas bija saulespuķēm, griķiem, facēlijai, eļļas rutkam (lapu), kā arī sēklu maisījumiem Nr. 1, Nr. 2, un Nr. 4 (Tab.). Zaļmēslojuma izmēģinājums Burtniekos tika iesēts maija beigās, respektīvi, nedēļu ātrāk nekā ZZI. Tas varētu kalpot par izskaidrojumu, kāpēc tur tika iegūtas augstākas zaļmasas ražas. Burtniekos

bija arī labvēlīgāki klimatiskie apstākļi, jo tur pirms un pēc izmēģinājuma sējas nolija lietus. Latvijas klimatiskajos apstākļos augu sēklas ir svarīgi iesēt agrāk pavasarī, kad augsne ir mitrāka.

Izmēģinājumā arī tika iekļauti dažādu sugu starpkultūru maisījumi, kas paredzēti augsnes dziļirdināšanai un bagātināšanai ar slāpekli un organiskām vielām. Maisījums Nr. 1 – augsnes dziļirdināšanai (eļļas rutks 30%; baltās sinepes 20%; viengadīgā airene 15%; dzeltenie zirņi 35%). Maisījums Nr. 2 – augsnes bagātināšanai ar slāpekli ar augstu tauriņziežu īpatsvaru (eļļas rutks 25%; baltās sinepes 10%; griķi 15%; vasaras vīķi 35%; dzeltenie zirņi 15%). Maisījums Nr. 3 – bez krustziežiem (griķi 40%, viengadīgā airene 15%; facēlija 5%, vasaras vīķi 25%; dzeltenie zirņi 15%). Maisījums Nr. 4 (eļļas rutks 50%; sinepes 40%; facēlija 10%) ir piemērots augsnes ielabošanai. Sinepes, eļļas rutks un facēlija ātri veido spēcīgu sakņu sistēmu, kas labi uzirdina augsni. Kultūraugi izdala fitoncīdus, kas ierobežo slimību un kaitēkļu izplatību. Sinepes bagātina augsni ar fosforu un sēru, facēlija augsnē piesaista kāliju. Pēc augu iestrādāšanas saknes satrūd, veidojot kanālu tīklu, kas uzlabo gaisa cirkulāciju augsnē.

Audzējot zaļmēslojuma augus, ir jāievēro augseka. Vienā laukā vairākus gadus pēc kārtas audzējot radniecīgus augus, savairojas viena veida patogēni. Ir jāplāno, ko pēc esošā kultūrauga sēt nākamajā gadā un kurš zaļmēslojuma augs palīdzēs sagatavot augsni nākamajam gadam (Zaļmēslojuma augu audzēšana, 2019).

Lielākais ieguvums no zaļmēslojuma ir trūdēšanas procesu uzsākšanās, jo tad izdalās vairākas ķīmiskas vielas, kuras ierobežo slimību ierosinātājus un pat nematodes. Šī iemesla dēļ, nopļaujot zaļo masu, nav ieteicams to nest prom no dobes vai lauka. Augi attīra augsni arī tad, ja tos vienkārši atstāj augsnē kā mulču, un trūdēšana norisinās mazāk intensīvi vairāku mēnešu laikā. Mazdārziņā dobi rudenī var apsegt ar plēvi. Trūdēšanas laikā augsnes temperatūra zem plēves parasti paaugstinās, un tādējādi tiek iznīcināta daļa nezāļu sēklu.

Secinājumi

1. Skrīveros un Burtniekos augstas zaļmēslojuma augu zaļmasas ražas 2020. gada bija griķiem, facēlijai un eļļas rutkam (lapu). Savukārt sakņu tipa eļļas rutks veidoja lielu sakņu masu, kas labvēlīgi ietekmēja augsnes auglību un mikrobioloģiskos procesus augsnē.
2. Analizējot dažādo zaļmēslojuma augu daudzveidību, katrs saimnieks var izvēlēties savai augsnei, klimatiskajiem apstākļiem un mērķim atbilstošākos zaļmēslojuma augus, lai iegūtu augstāku zaļo masu un uzlabotu augsnes auglību.
3. Projekts "Dažādu nektāraugu, zaļmēslojuma un slāpekli piesaistošu augu audzēšana un izmantošana" turpinās, jo cilvēkiem ir liela interese par nektāraugiem un zaļmēslojuma augiem, to audzēšanu un izmantošanas iespējām.

Pateicība. Pētījums veikts projekta "Dažādu nektāraugu, zaļmēslojuma un slāpekli piesaistošu augu audzēšana un izmantošana" ietvaros, 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. Lejiņš A., Lejiņa B. (2005) Griķu nozīme augu maiņā un nezāļu ierobežošanas iespējas šajos sējumos. *Saimnieks LV*. Nr. 4 (10), 20–23. lpp.
2. Liepniece M. (2015). *Nektāraugi.* Jelgava: Latvijas Biškopības biedrība. 103 lpp.
3. Narvils M. (2017). Padoms zemniekam. Zaļmēslojuma maisījumi dārzkopībā. *Agrotops,* Nr. 11, 78.–80. lpp.
4. 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.

KUSTĪGĀ KĀLIJA UN FOSFORA NOTEIKŠANA AUGSNĒ AR EGNERA-RĪMA METODI UN KALCIJA HLORĪDA IZVILKUMĀ, REZULTĀTU SALĪDZINĀŠANA UN PĀRRĒĶINA VIENĀDOJUMU IZSTRĀDE

MOBILE POTASSIUM AND PHOSPHORUS ANALYSIS IN SOIL WITH EGNER-RIEHM METHOD AND CALCIUM CHLORIDE EXTRACT, RESULT COMPARISON AND TRANSFER FUNCTION DEVELOPMENT

Sanita Vucāne[1], Lauris Leitāns[1], Lauma Prindule[1]
[1]Valsts augu aizsardzības dienests
sanita.vucane@vaad.gov.lv

Abstract. *Data from WEPAL/QUASIMEME International Soil Exchange proficiency testing programme was used to develop transfer functions between results with Egner-Riehm method calcium chloride extraction. For potassium, the least square method, Deming and York regression were used, for which* R^2 *= 0.82. For phosphorus, the least square method and York regression were used,* R^2 *= 0.49. Calculated transfer functions were validated by analysing 70 soil samples. The developed equation is suitable for potassium, more experiments are required for phosphorus.*
Key words: *Egner–Riehm,* $CaCl_2$ *extraction, soil analysis, transfer function, linear regression*

Ievads

Latvijā, nosakot kustīgo kāliju un fosforu, pārsvarā izmanto Egnera-Rīma metodi. Metode ir izstrādāta 1960. gados un mūsdienās galvenokārt tiek lietota Latvijā un Polijā. Kustīgā kālija un fosfora saturam ar Egnera-Rīma metodi veikti plaši lauku izmēģinājumi, uz kuru pamata ir izstrādātas novērtējuma grupas. Rezultātus, kas iegūti ar Egnera-Rīma metodi, un to novērtējuma grupas nav iespējams tieši salīdzināt ar citu metožu rezultātiem. Tāpat, lai iegūtu ticamus datus no lauku izmēģinājumiem, ir nepieciešams liels darba un laika ieguldījums. Efektīvākā pieeja, kā salīdzināt dažādu metožu rezultātus, ir veikt reprezentatīva paraugu skaita analīzi ar abām metodēm un izstrādāt matemātiskus vienādojumus, lai saistītu abu metožu rezultātus (Vucāns et al., 2008).

Pastāv citi plašāk lietoti izvilkumi, kuros var noteikt kālija un fosfora saturu. Viens no šādiem izvilkumiem ir kalcija hlorīds. Kalcija hlorīdam ir vairākas priekšrocības (Van Erp, 2002), no kurām galvenā ir šāda – izvilkums ir piemērots plašāka elementu klāsta noteikšanai nekā Egnera-Rīma metodē lietotais kalcija laktāta izvilkums.

Publikācijas mērķis ir noskaidrot, vai pastāv sakarība starp kālija un fosfora rezultātiem kalcija laktāta un kalcija hlorīda izvilkumos, un, ja sakarības pastāv, iegūt un validēt vienādojumus, lai matemātiski pārrēķinātu rezultātus starp abām metodēm.

Materiāli un metodes

Vienādojumu izstrādei kā izejas dati tika lietoti WEPAL/QUASIMEME *International Soil Exhcange* prasmes pārbaudes programmas rezultāti no 1989. līdz 2020. gadam. Šajā laika periodā prasmes pārbaudes programmas ietvaros tika analizēti 187 paraugi kālijam un 234 paraugi fosforam, kur katram paraugam ir rezultāti gan kalcija laktāta, gan kalcija hlorīda izvilkumos, ko ir analizējušas no vienas līdz 24 neatkarīgām laboratorijām. Katram paraugam ir pieejami līdz 338 dažādiem augsnes rādītājiem, kas tiek analizēti *International Soil Exhcange* prasmes programmas ietvaros (Wepal/Quasimeme, 2020). Katru rezultātu veido tā pieņemtā vērtība un kļūda. Pieņemtā vērtība atkarībā no dalībnieku skaita ir vidējais aritmētiskais, mediāna vai (viena rezultāta gadījumā) šis rezultāts. Rezultāta kļūda atkarībā no dalībnieku skaita ir standartnovirze, absolūto noviržu mediāna vai maksimālā pieļaujamā relatīvā novirze no vidējās vērtības (Van Montfort, 1996).

Prasmes pārbaudes programmas dati tika apstrādāti *Octave v.5.2.0* programmā, izmantojot trīs lineārās regresijas metodes – mazāko kvadrātu regresiju, Deminga regresiju (Browaeys, 2021; Deming, 1943) un Jorka regresiju (York et al., 2004; Wien, 2021). Mazāko kvadrātu regresijā tika izmantotas tikai paraugu pieņemtās vērtības kalcija laktāta un kalcija hlorīda izvilkumos. Šajā modelī netiek ņemtas vērā izejas datu kļūdas. Rezultātā iegūst lineāru vienādojumu ar slīpumu un taisnes brīvo locekli. Aprēķinot Deminga un Jorka regresijas, tika izmantotas ne tikai pieņemtās vērtības, bet ņemtas vērā arī

paraugu kļūdas. Šādā gadījumā tika iegūts lineārs vienādojums, kura slīpumam un brīvajam loceklim ir aprēķinātas kļūdas. Lai novērtētu iegūtos vienādojumus, tika aprēķināts determinācijas koeficients (1) un vidējā kvadrātiskā kļūda (2).

$$R^2 = 1 - \frac{\Sigma(y_i - \hat{y}_i)^2}{\Sigma(y_i - \bar{y})^2} \quad , \qquad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\Sigma(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad , \qquad (2)$$

kur R^2 – determinācijas koeficients;
y_i – izejas datu rezultāts, mg kg^{-1};
$\hat{y}_i$ – pēc vienādojuma aprēķinātais rezultāts, mg kg^{-1};
$\bar{y}$ – vidējais aritmētiskais rezultāts, mg kg^{-1};
RMSE – vidējā kvadrātiskā kļūda, mg kg^{-1};
n – rezultātu skaits.

Ar lineārās regresijas metodēm iegūtie vienādojumi tika validēti ar augsnes paraugu analīzi. Tika analizēti 70 augsnes paraugi. Egnera-Rīma metodē kālijs un fosfors tika ekstrahēts no augsnes ar 0.02 M kalcija laktātu, kurš paskābināts līdz pH 3.5–3.7, augsnes un ekstrahenta attiecība 1:50. Ekstrakcija tika veikta 2 stundas 20 ± 2 °C temperatūrā, nodrošinot maisīšanu 45° leņķī ar 35 apgr./min. un 50–90 cm rotācijas diametru (Egner et al., 1960; Zemkopības ministrija, 2014). Kālijs un fosfors tika ekstrahēts no augsnes arī ar 0.01 M kalcija hlorīdu, augsnes un ekstrahenta attiecība ir 1:10. Ekstrakcija tika veikta 2 stundas un 30 minūtes 20 ± 2 °C temperatūrā, nodrošinot maisīšanu ar 130 apgr./min. un 26 mm rotācijas diametru (Houba et al., 2000). Abos izvilkumos tika noteikts kālijs un fosfors. Kālijs tika noteikts ar *Sherwood 425* liesmas fotometru. Fosfors tika noteikts ar *Tecan Infinite M200PRO* spektrofotometru, veicot krāsas reakciju ar amonija molibdāta un askorbīnskābes šķīdumu. Pēc Egnera-Rīma metodes iegūtie rezultāti un aprēķinātie vienādojumi tika izmantoti, lai matemātiski pārrēķinātu rezultātus, lietojot kalcija hlorīda izvilkumu. Aprēķinātie rezultāti tika salīdzināti ar kalcija hlorīda izvilkumā praktiski noteiktajiem rezultātiem.

Rezultāti un diskusijas

Pirms aprēķinu veikšanas tika noskaidrots, ka pastāv būtiska pozitīva korelācija starp rezultātiem kalcija laktāta un kalcija hlorīda izvilkumos (kālijam $r = 0.85 > r_{0.01} = 0.19$, $n = 187$; fosforam $r = 0.63 > r_{0.01} = 0.17$, $n = 234$).

Analizējot kālija rezultātus, izmantojot mazāko kvadrātu regresiju, tika iegūts atšķirīgs vienādojums, nekā lietojot Deminga un Jorka regresiju. Ar abām šīm regresiju metodēm tika iegūti salīdzināmi vienādojumi (skat. 1., 2. att.).

1. att. Mazāko kvadrātu regresija kālija rezultātiem kalcija laktātā un kalcija hlorīdā.

Fig. 1. The least square regression for potassium results in calcium lactate and calcium chloride.

2. att. Deminga (1) un Jorka (2) regresija kālija rezultātiem kalcija laktātā un kalcija hlorīdā.
Fig. 2. Deming (1) and York (2) regression for potassium results in calcium lactate and calcium chloride.

Visām trim regresijām tika iegūts salīdzināms determinācijas koeficients un vidējā kvadrātiskā kļūda (1. tab.). Deminga un Jorka regresija ļauj aprēķinos ņemt vērā izejas datu un iegūtā vienādojuma kļūdas, kas sniedz labāku determinācijas koeficientu un zemāku vidējo kvadrātisko kļūdu. Ar Deminga un Jorka regresijām iegūtie vienādojumi ir piemēroti, lai pārrēķinātu rezultātus starp Egnera-Rīma un kalcija hlorīda metodēm 82% izejas datiem. Izejas datu vidējais aritmētiskais rādītājs kalcija hlorīda izvilkumā ir 76.8 mg kg^{-1}. Ja rezultātus pārrēķina no kalcija laktāta uz kalcija hlorīda izvilkumu, izmantojot Deminga vai Jorka regresijas vienādojumu, izejas datiem vidējā kvadrātiskā kļūda ir 23.1 mg kg^{-1}. Apskatot izmantotos datus un atlikumus, visi rezultāti sniedz samērīgu ieguldījumu šajā kļūdā.

1. tabula / *Table 1*

Lineāro regresiju piemērotības salīdzinājums kālija rezultātiem
Comparison of linear regression goodness-of-fit for potassium results

Iekļautās kļūdas / *Included errors*	**Mazāko kvadrātu regresija / *Least square regression***		**Deminga regresija / *Deming regression***		**Jorka regresija / *York regression***	
	R^2	**RMSE, mg kg^{-1}**	**R^2**	**RMSE, mg kg^{-1}**	**R^2**	**RMSE, mg kg^{-1}**
Nav/*None*	0.73	28.4	0.72	28.8	0.72	28.8
Rezultātu/*Result*	–	–	0.80	24.5	0.80	24.5
Vienādojuma/*Equation*	–	–	0.75	27.1	0.75	27.1
Rezultātu un vienādojuma / *Result and equation*	–	–	0.82	23.1	0.82	23.1

Analizējot fosforu, tika izmantota tikai mazāko kvadrātu regresija un Jorka regresija, abas sniedz būtiski atšķirīgus vienādojumus (skat. 3. att.). Netika lietota Deminga regresija, jo, pamatojoties uz kālija rezultātiem, tā sniegtu salīdzināmus rezultātus ar Jorka regresiju. Izejas datiem ir novērojama lielāka izkliede nekā kālija gadījumā. Fosfora rezultātiem Jorka regresija, ja tiek ņemtas vērā izejas datu un regresijas vienādojuma kļūdas, sniedz labāku determinācijas koeficientu. Iegūtais vienādojums spēj raksturot 49% no visiem izejas datiem. Ja apskata pašus izejas datus, vidējais aritmētiskais kalcija hlorīda izvilkumā ir 2.17 mg kg^{-1}, bet vidējā kvadrātiskā kļūda ir 1.49 mg kg^{-1} (2. tab.). Analizējot izejas datus un iegūtos grafikus, lielāko ieguldījumu vidējā kvadrātiskajā kļūdā sniedz salīdzinoši mazs skaits rezultātu ar fosforam netipiski augstiem rezultātiem.

Grupējot kālija un fosfora datus pēc citiem augsnes rādītājiem, piemēram, organiskā oglekļa satura vai reakcijas, tiek būtiski samazināta vienādojumu izstrādei izmantotā datu kopa. Lineārās regresijas veikšana ar mazāko datu kopu sniedz sliktākus vai salīdzināmus determinācijas koeficientus un vidējā kvadrātiskās kļūdas.

3. att. Mazāko kvadrātu (1) un Jorka (2) regresija fosfora rezultātiem kalcija laktātā un kalcija hlorīdā.
Fig. 3. The least square (1) and York (2) regression for phosphorus results in calcium lactate and calcium chloride.

2. tabula / *Table 2*

Lineāro regresiju piemērotības salīdzinājums fosfora rezultātiem
Comparison of linear regression goodness-of-fit for phosphorus results

Iekļautās kļūdas / *Included errors*	**Mazāko kvadrātu regresija / *Least square regression***		**Jorka regresija / *York regression***	
	R^2	**RMSE**	**R^2**	**RMSE**
Nav/*None*	0.40	1.61	0.19	1.87
Rezultātu/*Result*	–	–	0.47	1.51
Vienādojuma/*Equation*	–	–	0.21	1.85
Rezultātu un vienādojuma / *Result and equation*	–	–	0.49	1.49

Validēšanai analizētos paraugus raksturo plašs vērtību intervāls (3. tab.). Kālija analizētie paraugi labi raksturo Latvijas augsni. Fosfora analizētajiem paraugiem konstatētas salīdzinoši augstas vērtības, kas nav uzskatāms par tipisku fosfora saturu Latvijas augsnēm. Tā kā ar lineārās regresijas metodēm iegūtie vienādojumi neņem vērā citus augsnes rādītājus, arī validēšanā netika apskatīti citi augsnes rādītāji.

3. tabula / *Table 3*

Kālija un fosfora rezultātu validēšana
Potassium and phosphorus result validation

Rādītāji/ *Indicators*	**Kālijs (K_2O), mg kg^{-1} / *Potassium***			**Fosfors (P_2O_5), mg kg^{-1} / *Phosphorus***		
	Analīžu rezultāti / *Lab results*		**Aprēķināts/ *Calculated***	**Analīžu rezultāti / *Lab results***		**Aprēķināts/ *Calculated***
	Ca laktāts / *Ca lactate*	**$CaCl_2$**	**$CaCl_2$**	**Ca laktāts / *Ca lactate***	**$CaCl_2$**	**$CaCl_2$**
Vidējais aritmētiskais / *Mean*	160	91	96	385	5.41	5.75
Mediāna/*Median*	132	71	82	247	4.19	4.03
Mazākā vērtība / *Minimum*	42	36	37	16	1.01	1.16
Lielākā vērtība / *Maximum*	801	439	415	2278	25.73	29.36
Standartnovirze / *Standard deviation*	117	62	58	407	4.80	5.07
RMSE	–	20.0		–	1.91	

Kālija rezultātiem vidējā kvadrātiskā kļūda veido 20.0 mg kg^{-1}, kas ir zemāka salīdzinājumā ar to, kas tika iegūta, veicot lineāro regresiju. Tas nozīmē, ka teorētiski aprēķinātais modelis atbilst reāliem augsnes rezultātiem. Fosforam vidējā kvadrātiskā kļūda veido 1.91 mg kg^{-1}, kas ir lielāka nekā lineārās regresijas vidējā kvadrātiskā kļūda. Izvērtējot regresijai izmantotos izejas datus un validēšanai lietotos paraugus, iespējams konstatēt, ka lineārās regresijas datos nebija paraugu ar tik augstām vērtībām kā praktiski analizētajiem paraugiem, un lielāku ieguldījumu vienādojuma vidējā kvadrātiskajā kļūdā sniedza paraugi ar augstām vērtībām.

Secinājumi

1. Analizējot kālija un fosfora saturu augsnē, pastāv statistiski būtiskas sakarības starp rezultātiem, kas noteikti ar Egnera-Rīma metodi un kalcija hlorīda izvilkumā.
2. Izstrādātais vienādojums kālija satura rezultātu aprēķināšanai ir izmantojams, lai pārrēķinātu rezultātus starp Egnera-Rīma metodi un kalcija hlorīda izvilkumā.
3. Iegūtais vienādojums fosfora rezultātu aprēķināšanai starp Egnera–Rīma metodi un kalcija hlorīda izvilkumu sniedz apmierinošus rezultātus, bet pilnībā neraksturo sakarību starp šīm abām metodēm, īpaši augstu rezultātu gadījumā. Nepieciešama plašāka datu kopa vienādojumu izstrādei vai plašāka validēšana ar lielāku paraugu skaitu.
4. Veicot lineāro regresiju, labākus rezultātus sniedz regresijas metodes, kas ņem vērā izejas datu kļūdas.

Pateicība. WEPAL/QUASIMEME un Winnie van Vark par pieeju *International Soil Exhange* prasmes pārbaudes programmas rezultātiem.

Izmantotā literatūra

1. Browaeys J. (2021). Linear fit with both uncertainties in x and in y. MATLAB Central File Exchange. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 16. febr.]. Pieejams: https://se.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/45711-linear-fit-with-both-uncertainties-in-x-and-in-y.
2. Deming W. E. (1943). Statistical Adjustment of Data. New York: J. Wiley & Sons, p. 14–36.
3. Egner H., Riehm H., Domingo W. R. (1960). Untersuchungen uber die chemische Bodenanalyse als Grundlage fur die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *K. Lantbrhogsk. Annlr.*, Vol. 20, p. 199–216.
4. Houba V. J. G., Temminghoff E. J. M., Gaikhorst G. A., van Wark W. (2000). Soil Analysis Procedures Using 0.01 M Calcium Chloride as Extracting Reagent. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, Vol. 31, p. 1299–1396.
5. Van Erp P. J. (2002). *The potentials of multi-nutrient soil extraction with 0.01 M $CaCl_2$ in nutrient management*. Netherlands: Wageninge University, p. 49–70.
6. Van Montfort M. A. J. (1996). Statistical remarks on laboratory-evaluating programs for comparing laboratories and methods. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, Vol. 27, p. 463–478.
7. Vucāns R., Līpenīte I., Livmanis J. (2008). Comparison of methods for determination of phosphorus in carbonatic soils. *Agronomijas Vēstnesis*, No.11, p. 209–304.
8. Wepal/Quasimeme. Proficiency Testing Scope (2020). [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 1. aprīlī]. Pieejams: https://participants.wepal.nl/scope.
9. Wien T. (2021). Linear Regression with Errors in X and Y. MATLAB Central File Exchange. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 16. febr.]. Pieejams: https://se.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/26586-linear-regression-with-errors-in-x-and-y.
10. York D., Evensen N. M., Martınez M. L., Delgado J. D. B. (2004). Unified equations for the slope, intercept, and standard errors of the best straight line. *Am. J. Phys.*, Vol. 72, p. 367–375.
11. Zemkopības ministrijas 2014. g. 29. aug. Kārtības Nr. 21 Augšņu agroķīmiskās izpētes un izpētes rezultātu novērtēšanas kārtība, 6. pielikums, Augsnes agroķīmisko analīžu metodes.

BIOLOĢISKI AKTĪVU SAVIENOJUMU NOTEIKŠANA AUGU EĻĻĀS AR VIEDTĀLRUNĪ IEGŪTU ATTĒLU ANALĪZI

DETERMINATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS IN VEGETABLE OILS BY SMARTPHONE IMAGE ANALYSIS

Sanita Vucāne, Ingmārs Cinkmanis, Mārtiņš Šabovics
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte
sanitavucane@inbox.lv

Abstract. *Vegetable oils contain biologically active compounds that can be detected using a smartphone as an alternative to classical optical analytical methods. One of such vegetable oils of biologically active compounds are antioxidants, which inhibit the oxidation of fats, prolonging the shelf life and preserving the original properties of the sensors. Antioxidants react with radicals in vegetable oils to form new, more stable radicals that have oxidation reactions that are slowed down. To determine the antiradical activity of vegetable oils, a method based on 2.2–diphenyl–1–picryl hydrazil, or DPPH reagent, is proposed. Huawei P30 lite smartphone was used for image analysis. The free radical scavenging activity was detected by using Android application "ColorPicker" with the image matching algorithm for RGB model. Chromatography vials, PS cuvettes (PSK) and UV / Vis spectrophotometer was used for data comparison. Eleven vegetable oils: sea buckthorn, sunflower, rice, macadamia nut, hemp, corn, grape, linseed, rapeseed, olive and milk thistle oils were selected for the analysis. The aim of the study is to determine whether it is possible to determine antiradical activity using glass chromatography vials compared to polystyrene cells with a smartphone image analysis. Based on the smartphone-based image analysis, the results showed that RG color values can be determined in RSA vegetable oils by chromatography vials with the same accuracy as PSK.*
Key words: *radical scavenging activity, DPPH, digital image analysis, vegetable oils, Android, Huawei*.

Ievads

Lai konstatētu bioloģiski aktīvu savienojumu izmaiņas, ikdienā tiek lietotas klasiskās noteikšanas metodes, kuras ir vidēja vai liela izmēra un apgrūtina to pārvietošanu (mobilitāti) lauku apstākļos. Kā viens no risinājumiem ir meklēt alternatīvas, kuras būtu analogas klasiskām optiskām metodēm, lētākas, vieglāk kopjamas un pārvietojamas, piemēram, viedtālrunis. Tāpat kā spektrometrijā, viedtālruņa augstas izšķirtspējas kameras un operētājsistēmas "Android" programmu algoritms var absorbēt krāsu saskaņā ar Bugēra-Lamberta-Bēra likumu (Anderson u.c., 2014). Cilvēka acs redzamās gaismas viļņa garumus var redzēt kā atšķirīgu krāsu. Tikai trīs krāsas – sarkanā (R), zaļā (G) un zilā (B) – ir primārās, kas nepieciešamas baltās krāsas veidošanā. Šādu triju krāsu izteikšana digitālā attēlu analīzē sauc par RGB krāsu modeli. Šis modelis raksturo redzamās gaismas intensitāti pikseļos, kas var svārstīties robežās no 0 līdz 255 (Rhyne, 2016). Viedtālrunis tiek plaši izmantots dažādās ķīmiskajās analīzēs (Coskun et al., 2012; Zhu et al., 2011; Masawat et al., 2015), testa strēmelītēs (Yetisena et al., 2014), dermatoloģijā (Kroemer et al., 2011; Jamalipour, Hossain, 2019) un citās nozarēs. Viedtālruņa lietošana bioloģisko savienojumu noteikšanā paplašina ne tikai augu eļļu izstrādāto metožu iekārtu daudzveidību, bet to var arī izmantot dažādu citu pārtikas produktu zemākai izmaksu vielu detektēšanai, piemēram, augļu, ogu un dārzeņu bojāšanās pakāpes noteikšanai, testa strēmelīšu izveidei u. tml. Liels ieguldījums var būt arī farmācijas rūpniecībai, izstrādājot dažādas noteikšanas metodes, kas tiešā veidā var būt saistītas ar cilvēka veselību, piemēram, ādas vēža diagnosticēšanu vai citu ādas slimību noteikšanu. Augu eļļas satur bioloģiski aktīvus savienojumus, kuru noteikšanai var izmantot viedtālruni kā alternatīvu klasiskām, optiskām, analītiskām ķīmijas iekārtām. Vieni no šādiem bioloģiski aktīviem savienojumiem augu eļļās ir antioksidanti, kas kavē tauku oksidēšanos, pagarina uzglabāšanas laiku un saglabā tās sākotnējās sensorās īpašības. Antioksidanti, reaģējot ar radikāļiem, kas atrodas augu eļļās, veido jaunus, stabilākus radikāļus, kā rezultātā oksidēšanās reakcijas tiek palēninātas (Brand–Williams et al., 1995; St. Angelo, 1996). Lai konstatētu augu eļļu antiradikālo aktivitāti, par pamatu lieto metodi, kur aktīvais reaģents ir 2.2-difenil-1-pikrilhidrazils jeb DPPH reaģents (Ahmed, Khan, Saeed, 2015). Pētījuma mērķis ir noskaidrot, vai ir iespējams noteikt antiradikālo aktivitāti, izmantojot stikla hromatogrāfijas pudeles, tās salīdzinot ar polistirola kivetēm kā klasiskajā spektrofotometrijā.

Materiāli un metodes

Pētījumi tika veikti Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātes Ķīmijas katedrā.

Paraugi: Analīzei tika izvēlētas vienpadsmit nerafinētas augu – smiltsērkšķu (*Hippophae rhamnoides*), saulespuķu (*Helianthus annuus*), rīsu (*Oryza sativa*), makadamijas riekstu (*Macadamia integrifolia*), kaņepju (*Cannabis sativa*), kukurūzas (*Zea mays*), linsēklu (*Oleum Lini*), rapšu (*Brassica napus*), olīvu (*Olea europaea*) un mārdaža (*Silybum marianum*) – eļļas oriģinālajā komerciālajā iepakojumā.

Analīzes aprīkojums: attēlu iegūšanai tika izmantots viedtālrunis "Huawei P30 Lite" ("Huawei Technologies Co.", Ltd., Ķīna), kas ražots 2019. gada 25. aprīlī, operētājsistēma "EMUI 10" ("Android 10"), 48 megapikseļu trīskāršā kamera ar attēlu iegūšanas sistēmu un analīzi, kas aprakstīta saskaņā ar S. Vucānes un kolēģu publikāciju (2020).

Antiradikālās aktivitātes noteikšana, izmantojot 2.2-difenil-1-pikrilhidrazilu (DPPH): DPPH antiradikālā aktivitāte augu eļļās tika noteikta saskaņā ar D. Ahmed, M. M. Khan un R. Saeed (2015) metodi, ar nelielām izmaiņām. DPPH reaģents (Aldrich, Vācija) ar koncentrāciju 0.02 g L^{-1} 96% etanolā tika iegūts analīzes dienā, ievietots 4 °C temperatūrā ledusskapī līdz turpmākai lietošanai.

Antiradikālās aktivitātes noteikšana augu eļļās: 0.1 mL augu eļļas sajauca ar 3 mL DPPH reaģenta 15 mL 120 × 17 mm koniskā PP mēģenē (Sarstedt AG & Co.KG, Vācija) un maisīja 30 sek. ar IKA Vortex 3 (KA®–Werke GmbH & Co. KG, Vācija) ar 7. ātrumu. Pēc 30 minūšu inkubācijas tumšā vietā istabas temperatūrā (21 ± 1 °C), mēģenes centrifugēja (Pro-Research, Centurion Scientific Ltd., Lielbritānija) ar 3000 apgriezieniem minūtē 5 minūtes, un krāsainu šķīdumu pārnesa uz PS 2.5 mL vienreizlietojamām kivetēm (BrandTech Scientific, Inc., ASV), kuru izmērs bija 12.5 × 12.5 × 45.0 mm. Parauga absorbcija pret kontroli (96% etanola) tika mērīta pie 517 nm, izmantojot UV/VIS spektrofotometru "Agilent Cary 60" (Agilent Technologies, Inc., ASV). Augu eļļas paraugu attēlu iegūšanai ar DPPH reaģentu un kontroles (96% etanola) šķīdumu PS kivetēs un stikla hromatogrāfijas pudelēs tika izmantota viedtālrunī iebūvēta oriģinālā kamera un programmatūra "Color Picker", kas iegūst datus, izmantojot RGB (R – sarkans, G – zaļš, B – zils) krāsu modeli (skat. 1. att.).

1. att. Eksperimentālā mini fotostudija digitālo bilžu iegūšanai ar viedtālruni.

Fig. 1. Experimental Mini–Photo Studio for digital photo acquisition with a smartphone.

Aprēķināšanas metode:

1) Izmantojot viedtālrunī esošo programmu "Color Picker", tika iegūta vidējā RG (sarkans, zaļš) krāsu vērtība saskaņā ar E. Jansona un J. Meijas (2002) vienādojumu, kas modificēts, piemērojot to RG krāsu modelim (1. vienādojums).

$$RG_{avg} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n} + \frac{\sum_{i=1}^{n} G_i}{n}}{2}, \qquad (1)$$

sarkans – zaļš (RG_{avg}).

2) RG_{avg} vidējā krāsu vērtība tika pārvērsta absorbcijā pēc Bugēra-Lamberta-Bēra likuma saskaņā ar 2. un 3. vienādojumu (Firdaus et al., 2014).

$$Abs_{DPPH} = -\log\left(\frac{I_{DPPH}}{I_0}\right), \quad (2)$$

kur:

I_{DPPH} – RG_{avg} vidējā krāsu vērtība DPPH reaģentam pēc 30 min.

I_0 – RG_{avg} vidējā krāsu vērtība kontroles šķīdumam (96% etanols).

$$Abs_{DPPH} = -\log\left(\frac{I_{oil}}{I_0}\right), \quad (3)$$

kur:

I_{oil} – RG_{avg} augu eļļu vidējā krāsu vērtība ar DPPH pēc 30 min.

I_0 – RG_{avg} kontroles (96% etanola) vidējā krāsu vērtība.

3) Antiradikālā aktivitāte (ARA) tika aprēķināta saskaņā ar 4. vienādojumu pēc D. Ahmed, M. M. Khan un R. Saeed (2015) metodes, piemērojot to viedtālruņa attēlu analīzei.

$$ARA = \left(\frac{Abs_{DPPH} - Abs_{oil}}{Abs_{DPPH}} * 100\right) = (\%), \quad (4)$$

kur:
Abs_{DPPH} – RG_{avg} DPPH absorbcija pēc 30 min.
Abs_{oil} – RG_{avg} DPPH + augu eļļas pēc 30 min.

Datu apstrāde / statistiskā analīze: pētījuma dati tika analizēti ar statistikas un matemātikas metodēm (vidējā, standartnovirze). Datu analīzei tika izmantota "Microsoft Excel" programmatūras 2016. gada versija. Paraugi tika analizēti piecos atkārtojumos.

Rezultāti un diskusijas

Viedtālruņa attēla sensori uztver RGB jeb R – sarkanās, G – zaļās un B – zilās krāsas modeļu sistēmu (Kong et al., 2019). Dabā baltā krāsa sastāv no visām trim pamatkrāsām, tādēļ analīžu veikšanai un DPPH šķīduma un kontroles mēģinājumam tika izmantots baltās krāsas fons. Katra RGB modeļu sistēmas krāsa (sarkana, zaļa, zila) tiek izteikta pikseļos, kas svārstās robežās no 0 līdz 255, līdz ar to baltās krāsas pikseļu diapazonam ir jāsakrīt ar pamatkrāsām jeb 255 pikseļiem. Teorētiski, ja tiek izmantots baltās krāsas fons, visu trīs pamatkrāsu pikseļu rādītājam jābūt 255, tomēr pētījumā tika konstatēts, ka kontroles jeb 96% etanola šķīduma RGB uzrādīja 180 pikseļus. Šāds pikseļu diapazona samazinājums var būt skaidrojams ar izmantoto etanola koncentrāciju, gaismu un viedtālruņa attēla kameras parametriem. Viedtālruņa bilžu iegūšanai fotostudijā PULUZ tiek izmantotas LED diodes ar krāsas temperatūru 3200 K, kas ir tumšāka par pilnīgas baltās krāsas izgaismošanu, kas atbilst 8000 Kelvinu (Held, 2016).

Antiradikālās aktivitātes noteikšanai ar 2.2-defenil1-pikrilhidrazila (DPPH) reaģentu augu eļļās tika izmantotas tikai sarkanās un zaļās krāsas spektrs jeb RG modelis, kas iepriekšējā pētījumā uzrādīja vislabākos rezultātus (Vucane et al., 2020).

Ol – Olīvu/Olive, Ka – Kaņepju/Hemp, Mār – Mārdadžu /Milk thistle, Sm – Smiltsērkšķu /Sea buckthorn, Ra – Rapšu/Rapeseed, Sa – Saulespuķu/Sunflower, Vī – Vīnogu/Grape, Li – Linskēklu/Linseed, Rī – Rīsu/Rice, Ku – Kukurūzas/Corn, Mak – Makadamijas riekstu /Macadamia nut.

2. att. HMP, PSK, UV/Vis antiradikālās aktivitātes salīdzināšana, izmantojot viedtālrunī iegūtā attēla analīzi, lietojot RG moduli.

Fig. 2. Comparison of free radical scavenging activity (%RSA) by HMP, PSK, UV/Vis and Smartphone–based image analysis with RG module.

Lai salīdzinātu stikla hromatogrāfijas pudeles (HMP) ar polistirola kivešu (PSK) ietekmi uz rezultātu datiem, kā kontrole tika izmantota UV/Vis spektroskopija. Pētījuma rezultāti apliecināja (skat. 2. att.), ka ARA RG moduļa, un aprēķinātā t vērtība viedtālrunī balstītai attēlu analīzei bija zemāka par kritisko t vērtību (0.47, $p > 0.05$), tāpēc netika novērota statistiska atšķirība 95% ticamības līmenī starp antiradikālo aktivitāti, izmantojot analīzei HMP, PSK un UV/Vis spektroskopiju. Visaugstākā antiradikālā aktivitāte augu eļļās tika noteikta, izmantojot UV/Vis spektroskopiju, HMP un PSK olīvu 95.7 ± 0.1% – 95.3 ± 0.7%, kaņepju 95.7 ± 0.1% – 95.4 ± 0.7%, mārdadža 94.3 ± 0.1% – 94.6 ± 0.6%, smiltsērkšķu 93.5 ± 0.1% – 93.1 ± 0.7% un rapšu sēklu 91.4 ± 0.1% – 91.7 ± 0,7% eļļā, bet zemākā aktivitāte tika konstatēta makadamijas riekstu 45.9 ± 0.1% – 45.0 ± 0.6%, kukurūzas 61.5 ± 0.1% – 61.2 ± 0.6% un rīsu 67.6 ± 0.1% – 67.1 ± 0.6% eļļā. Attēlu veidošanas metodes precizitāte tika vērtēta pēc relatīvās standartnovirzes (% RSD). Analīzei izmantojot UV/Vis spektroskopiju, RSD vērtība bija mazāka un uzrādīja labāku jutību – 0.1%. Izmantojot ar viedtālruni iegūtu attēlu analīzi, tika konstatēts, ka RSD bija augstāka, salīdzinot ar UV/Vis spektroskopiju un atradās robežās no 0.6 līdz 0.7% gan ar HMP, gan ar PSK. Diemžēl literatūrā trūkst zinātnisku pētījumu par antiradikālās aktivitātes noteikšanu ar PSK un HMP, izmantojot viedtālrunī balstītu attēlu analīzi.

Secinājumi

Pētījumā tika iegūta jauna metodika antiradikālās aktivitātes noteikšanai, aizstājot klasiskajā spektroskopijā izmantotās PSK ar HMP. Pamatojoties uz viedtālrunī balstītu attēlu analīzi, iegūtie rezultāti apliecināja, ka, izmantojot RG krāsu vērtības, augu eļļās iespējams noteikt ARA ar tādu pašu precizitāti kā PSK. Lai gan UV/Vis spektroskopijai raksturīga labāka jutība, tomēr rezultāti apliecināja, ka ARA noteikšanai var izmantot attēlu analīzi, lietojot viedtālruni. Viedtālrunī balstīta attēlu iegūšana ir vienkārša, viegli transportējama un par salīdzinoši zemākām izmaksām, tāpēc ir jāizstrādā jaunas noteikšanas metodes dažādām ķīmiskām analīzēm, pamatojoties uz viedtālruņa digitālo attēlu analīzi.

Pateicība

Zinātniskais darbs tiek īstenots LLU programmas "Zinātniskās kapacitātes stiprināšana LLU" zinātniskā projekta Nr. 3.2.-10/126, Z46 ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Ahmed D., Khan M. M., Saeed R. (2015). Comparative Analysis of Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant and Antibacterial Potential of Methanolic, Hexanic and Aqueous Extracts from Adiantum caudatum Leaves. *Antioxidants* 2015, 4, p. 394–409.
2. Anderson R. J., Bendell D. J., Groundwater P. W. (2004). *Organic Spectroscopic Analysis*. Royal Society of Chemistry; 1 edition, 8. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 182 p.
3. Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. – Lebensmittel – Wissenschaft &. Tehnologie, Vol. 28, No.1, p. 25–30.
4. Coskun A., Wong J., Khodadadi D., Nagi R., Tey A., Ozcan A. (2012). A personalized foodallergen testing platform on a cellphone, Lab Chip 13, 636–640.
5. Firdaus M. L., Alwi W., Trinoveldi F., Rahayu I., Rahmidar L., Warsito K. (2014). Determination of Chromium and Iron Using Digital Image-based Colorimetry. *Procedia Environmental Sciences*, 20, p. 298–304.
6. Held G. (2016). *Introduction to Light Emitting Diode Technology and Applications*. CRC Press, p. 49.
7. Jamalipour A., Hossain M. A. (2019). Smartphone Instrumentations for Public Health Safety. Springer Nature Switzerland, 98.
8. Janson E., Meija J. (2002). *Kļūdas kvantiatīvajās noteikšanās* (Errors of quantitative determinations). Rīga: Rasa ABC.
9. Kong T., You J. B., Zhang B., Nguyen B., Tarlan F., Jarvi K., Sinton D. (2019). Accessory-free quantitative smartphone imaging of colorimetric paper-based assays. Lab on a Chip. 19(11), p. 1991–1999.
10. Kroemer S., Fruhauf J., Campbell T. M., Massone C., Schwantzer G., Soyer H.P. (2011). Mobile teledermatology for skin tumour screening: diagnostic accuracyof clinical and dermoscopic image tele-evaluation using cellular phones, *British Journal of Dermatology* 164. 973–979.
11. Masawat P., Harfield A., Namwong A. (2015). An iPhone–based digital image colorimeter for detecting tetracycline in milk. *Food Chemistry* 184 (2015), p. 23–29.
12. Rhyne T. M. (2016). *Applying Color Theory to Digital Media and Visualization*. Boca Raton: CRC Press, 206 p.
13. St. Angelo A. J. (1996). *Lipid oxidation in foods*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 36, p. 175–224.
14. Vucane S., Sabovics M., Leitans L., Cinkmanis I. (2020). Smartphone-based colorimetric determination of DPPH free radical scavenging activity in vegetable oils. ***In:*** *Research for Rural Development 2020: annual 26th International scientific conference proceedings*, Jelgava, Latvia, 13–15 May, 2020 / Latvia University of Life Sciences and Technologies. Jelgava, 2020. Vol.35, p. 106–111.
15. Yetisena A. K., Martinez-Hurtadoa J. L., Garcia-Melendrezb A., da Cruz Vasconcellosa F., Lowea C. R. (2014). A smartphone algorithm with inter-phone repeatability for the analysis of colorimetric tests. *Sensors and Actuators B* 196, p.156–160.
16. Zhu H., Mavandadi S., Coskun A. F., Yaglidere O., Ozcan A. (2011). Optofluidic fluores-cent imaging cytometry on a cell phone. *Analytical Chemistry* 83, p. 6641–6647.

TRADICIONĀLI AUDZĒTAS VECĀS ĀBEĻU ŠĶIRNES INTENSĪVA TIPA STĀDĪJUMOS

TRADITIONALLY GROWN OLD APPLE VARIETIES IN INTENSIVE TYPE ORCHARD

Edgars Rubauskis, Indra Borisova
Dārzkopības institūts
edgars.rubauskis@llu.lv

Abstract. *The challenge of this investigation was in the recovery of old-fashioned apple cultivars. The original location of cultivars 'Trebū sēklaudzis', 'Mālābele' and 'Ničnera zemeņu' is the Baltic region dated back to the 18th – 19th century. In Latvia the oldest known apple cultivar is 'Ničnera zemeņu' ('Edrbeerapfel Nitschners'). Some of cultivars were excluded from the list of recommended cultivars due the lack of diseases resistance, poor productivity, precocity, etc. The aim of the research was to discover old-fashioned cultivar performance in the modern orchard systems. The trial was established in the spring of 2011. Cultivars were grafted on the rootstock MM 106 in the row planting distances of 1.5 and 3.0 m. The formation of the canopy was in the shape of a slender spindle and a flat canopy with scaffolds, respectively. A part of plots under the trees was covered with wood chip mulch creating 1 m wide and 5 – 10 cm thick strips. Some of the conclusions are as follows: in Latvia the cultivar 'Mālābele' is more considered to be a late summer cultivar with consequences for the timely fruit collection. The cultivar 'Trebu sēklaudzis' is recommended to be planted at a distance 1.5–2.0 m in a row on the semi-dwarf rootstock MM 106, and the canopy performing like a slender spindle; in addition, hard work with fruitlet thinning is recommended to maintain the quality of fruit. The cultivars 'Mālābele' and 'Ničnera zemeņu' on rootstock MM 106 are more precocious than on seedling rootstocks. 'Ničnera zemeņu' should also be developed as the most perspective of the historical cultivars, and it requires additional in-depth research in order to find a more suitable technology.*
Key words: *production precocity, biannual yielding, fruit size, orchard systems*

Ievads

Iedvesmas avots – portugāļu bumbieru šķirne 'Rocha'. Portugālē pazīstama kopš 19. gs. sākuma (1836), izcelsme kā sēklaudzim netālu no Lisabonas (Silva et al., 2005; The ANP, 2020). Tā ir vasaras šķirne ar nedaudz dzeltenīgiem augļiem, kuri derīgi garam realizācijas periodam, glabājami 0–1 ºC temperatūrā līdz pat 6–7 mēnešiem un ilgāk, laba plaukta (*shelf life*) izturība. Plašāk pazīstama kopš 20. gs. 90 gadu sākuma. Tiek audzēta 5000 dažāda lieluma saimniecībās, kopumā ap 11 000 ha platībā, iegūstot vidēji ap 173 000 t augļu, un 60% augļu tiek eksportēti (2020. gada dati (The ANP, 2020)). Šīs šķirnes pozitīvās īpašības izpaudās vairāk tad, kad augļkopji modernās tehnoloģijas sāka izmantot ne tikai audzēšanā, bet arī glabāšanas un realizācijas laikā (Skrīvele, 2010). Rezultātā tās augļus var lietot ne vien tikai vasarā un rudenī, bet gan visu ziemu, tostarp arī nākamā gada maijā vai jūnijā. Jāatzīst, ka šī šķirne kļuvusi par bumbieru audzēšanas zīmolu.

'Rocha' ne vien tiek eksportēta uz dažādām pasaules valstīm, bet arī tiek plaši audzēta. Tāpat turpinās dažādi pētījumi par šīs šķirnes piemērotību dažādām dārzu sistēmām un veidošanai, tiek pārbaudīti potcelmi, risināti jautājumi, kas saistīti ar augļu aizmešanos, lai paaugstinātu ražību, piemēram, Brazīlijā (Abreu et al., 2021; Carra et al., 2021; Pasa et al., 2021; Rufato et al., 2021). Pieaugot šķirnes platībām, arvien lielāku aktualitāti iemanto dažādi slimību ierosinātāji, kas mudina turpināt pētījumus Portugālē (Reis et al., 2021). Neskatoties uz šķirnei raksturīgajām atklātajām īpašībām, dažādu faktoru ietekmi uz ražas kvalitāti, augļu uzglabāšanu, t. sk. kontrolētas atmosfēras apstākļos, pētījumi veikti arī Itālijā (Bonora et al., 2021).

Tādējādi var pieņemt, ka, pievēršot uzmanību tehnoloģijām, dažādiem risinājumiem un ar to palīdzību novēršot šķirņu trūkumus, pastāv iespējamība, ka popularitāti atkal piedzīvotu tādas ābeļu šķirnes kā 'Trebū sēklaudzis', 'Mālābele' (sin. 'Serinka') un 'Ničnera zemeņu'. Zināms, ka 'Mālābele' bijusi otrā visplašāk audzētā šķirne pēc 'Antonovkas'. Savukārt 'Ničnera zemeņu' ir senākā zināmākā Latvijas izcelsmes šķirne.

'Mālābele' – tās izcelsmes vieta ir Baltijas reģions, zināmi vairāki dažādu augļu krāsu kloni, populārākais – mālkrāsas klons (Kārkliņš, 1977). Trūkumi – slimo ar lapu koku vēzi, kā rezultātā audzēšana pārtraukta, augļi un lapas nav izturīgas pret kraupi, uz sēklaudžu potcelma ražot sāk 8.–10. gadā pēc stādīšanas, ražas mazas, un to kāpums lēns, periodiska ražošana, augļi var birt,

sasniedzot gatavību. Aug samērā lēni, veido platu vainagu, var būt liela izmēra koki. Augļus iespējams saglabāt līdz decembra vidum, ievērojot vienkāršus augļu glabāšanas principus.

'Trebū sēklaudzis' – izcelsmes valsts ir Igaunija (Pērnavas apkaime), ap 19. gs. beigām (Kārkliņš, 1977, Skrīvele u. c., 1999). Trūkumi – var būt nepietiekama stumbru ziemcietība, augļi mīksti (irdenas struktūras augļi), augļiem plāna miza – vācot un transportējot jutīgi. Šķirne ir ātrražīga, ar labas kvalitātes augļiem, kas lietojami līdz oktobrim, novembrim (ražas vākšanas laiks – septembris). Var ražot periodiski. Koks vidēja auguma, raksturīga laba zarošanās, tendence vainagam sabiezināties, vainags var kļūt nokarens. Augšanas apstākļiem pieticīga šķirne. Pret potcelmu šķirne neizvēlīga. Augļiem un lapām raksturīga laba izturība pret kraupi, Piejūrā ieņēmīga pret lapu koku vēzi.

'Ničnera zemeņu' izcelsme datēta ap 18. gs. beigām, izcelsmes vieta – Bauskas apriņķa Bruknas pagasta "Mazmeldri" (Kārkliņš, 1977; Ikase, 2015). Mazražības dēļ savulaik izņemta no standartšķirņu saraksta. Trūkumi – liela auguma koki, veidojas atkailināti zari, auglīgās augsnēs ražot sāk 5–6. gadā, ražas kāpums lēns, mazāk auglīgās augsnēs izteikta arī periodiska ražošana. Augļi izturīgi pret kraupi, lapām izturība mazāka. Piejūras reģionos ļoti neizturīga pret lapu koku vēzi. Augļi lietojami līdz februārim, martam.

Uzsāktā pētījuma mērķis ir noskaidrot tradicionāli audzēto veco ābeļu šķirņu 'Trebū sēklaudzis', 'Mālābele' un 'Ničnera zemeņu' piemērotību intensīvām audzēšanas sistēmām. Pētījums veikts ZM finansēta projekta Nr. 70515/S2P "Integrētai un bioloģiskai audzēšanai piemērotu ābeļu, plūmju un ķiršu šķirņu un potcelmu pārbaude dažādos reģionos un to audzēšanas tehnoloģiju izstrāde" ietvaros.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums tika ierīkots 2011. gada pavasarī, stādot ābeles uz potcelma MM 106 divās atšķirīgās dārzu sistēmās, kur attālums starp rindām līdzīgs, bet rindā starp kokiem īstenots 1.5 un 3.0 m atstatums, attiecīgi piemērota vainagu veidošana – slaidā vārpsta un plakanais vainags. Papildu lauciņi dalīti uz pusēm, daļā stādījuma apdobi mulčējot 1 m platumā un 5–10 cm biezumā ar zaru šķeldu.

Augsne pētījuma vietā: velēnu karbonātiska (Vki); viegls morēnu smilšmāls (sM3); organisko vielu saturs 2.0–2.6 %; augsnes reakcija (pH KCl) 6.6; kustīgā fosfora un kālija daudzums attiecīgi 77–81 un 154–194 mg kg^{-1} augsnes; augsnes agroķīmiskās iekultivēšanas indekss 0.82 un pakāpe – vidēja; kalcija saturs 857 $mg \cdot kg^{-1}$ un magnija – 234 mg kg^{-1} augsnes.

Datu statistiskai analīzei izmantots "IBM SPSS Statistics 25". Noskaidrojot faktoru ietekmi, veikta dispersijas analīze. Statistiski nozīmīgas atšķirības ar ticamību 95% grupētas, izmantojot "Tukey" testu. Veikta datu korelācijas analīze, lai noskaidrotu iespējamās sakarības.

Rezultāti un diskusijas

Būtiski lielāka auguma kokus veido šķirne 'Ničnera zemeņu', salīdzinot ar 'Trebū sēklaudzis' un 'Mālābele'. Stumbra šķērsgriezuma laukuma (*trunk cors-sectional area* (TCSA)) izmaiņu atšķirības kopš ābeļu stādīšanas sasniedz gandrīz divas reizes, savukārt atšķirības vainaga tilpumā devītajā gadā pēc stādīšanas sasniedz trīs reizes (1. tab.). Vidēji ābeļu šķirnes augušas spēcīgāk (atšķirības statistiski nozīmīgas), ja tās stādītas tālāk viena no otras rindā un attiecīgi veidotas (piemēram, ieveidojot skeletzarus – īsināti attiecīgi potenciālie tiem paredzētie zari). Apdobju mulčēšanai nav bijusi nozīmīga ietekme.

Lai gan kopraža no koka variē nedaudz un pat ir mazāka blīvākā stādījumā, vidējā ražība tieši blīvā stādījumā rezultātā ir divas reizes augstāka (2. tab.). Lielākā kopraža (2011.–2020. gadā) iegūta šķirnei ar vislielāko augumu 'Ničneru zemeņu' (r = 0.62, vidēji kopraža un TCSA). Vismazākā vidējā raža iegūta šķirnei 'Mālābele' – ražība ražošanas sākuma periodā 8.6 t ha^{-1} blīvākā stādījumā ar mulču (faktoru kopuma labākā kombinācija). Vismazākā vidējā ražība izteikti periodiski ražojošām šķirnēm kā 'Trebū sēklaudzis' un 'Mālābele' iegūta retākā stādījumā, kas daļēji skaidrojams ar faktu, ka pilnībā netiek aizņemta vainagam atvēlētā zona (r = 0.41, vainaga platums rindā un kopraža). Vērtējot dārzu sistēmu ietekmi, ražības potenciāls ir lielāks tieši blīvākā stādījumā. Visaugstākā potenciālā ražība dārza pastāvēšanas 10. gadā sasniedzama šķirnei 'Ničnera zemeņu' – 19.4 t ha^{-1}, ja nodrošināta stādījumu mulčēšana. Līdzīgi arī 'Mālābelei' – 18.0 t ha^{-1}.

Tajā pašā laikā šķirnei 'Trebū sēklaudzis' iegūtas vismaz četras ražas kopš stādījuma ierīkošanas 10 gadu periodā. 'Mālābelei' tikai trīs, kur divas pēdējās ir vērā ņemamas, kas raksturo šo

kultūrvēsturisko šķirņu trūkumu, lai gan uz vidēja auguma potcelma ražošanas sākums ir vismaz par divām–trim sezonām agrāks, salīdzinot ar ražām uz sēklaudžu potcelmiem (Kārkliņš, 1977). Potenciāli labāk vērtējama ir vissenākā no Latvijas izcelsmes šķirnēm 'Ničnera zemeņu', kurai blīvā stādījumā bez mulčas apdobē iegūta vidējā ražība 14.5 t ha^{-1}. Līdzīgi vērtējama 'Trebū sēklaudzis' blīvā stādījumā, nodrošinot augšanai labvēlīgus apstākļus, lai gan jārēķinās ar izteikti periodisku ražošanu.

1. tabula / *Table 1*

Ābeļu auguma atšķirības šķirnēm un dārzu sistēmu ietekmes novērtējums, noslēdzoties 2020. gada sezonai

Differences of apple cultivar vigour and influence of orchard system at the end of season 2020

Šķirnes/ *Cultivars*	Stādīšanas attālums, m / *Planting distance*	Stumbra šķērsgriezuma laukuma izmaiņas kopš stādīšanas, cm^2 / *ΔTCSA since planting of trees*			Vainaga tilpums, m^3 / *Canopy volume*		
		kontrole/ *control*	mulča/ *mulch*	vidēji/ *average*	kontrole/ *control*	mulča/ *mulch*	vidēji/ *average*
'Trebū sēklaudzis'	1.5	6.8	9.2	8.1	3.0	5.3	4.1
	3.0	8.2	11.7	10.4	1.9	3.8	2.9
	vidēji/*aver.*	7.3	10.3	9.1 [b]	2.5	4.5	3.5 [b]
'Ničnera zemeņu'	1.5	17.7	14.9	16.5	8.9	9.1	9.0
	3.0	19.0	-	19.0	11.9	-	11.9
	vidēji/*aver.*	18.4	14.9	17.6 [a]	10.4	9.1	10.1 [a]
'Mālābele'	1.5	8.3	10.0	9.1	3.0	3.1	3.0
	3.0	8.9	12.4	10.7	3.1	4.4	3.7
	vidēji/*aver.*	8.6	11.1	9.8 [b]	3.0	3.7	3.3 [b]
Vidēji/ *Average*	1.5	9.6	10.3	9.9 [B]	4.3	4.7	4.5
	3.0	11.8	12.1	12.0 [A]	5.0	4.1	4.6
	vidēji/*aver.*	10.6	11.1		4.6	4.5	

a, b, c vai / *or A, B* – apzīmē statistiski nozīmīgas (p-vērtība < 0.05) atšķirīgas grupas / *mark statistically significant different groups*.

2. tabula / *Table 2*

Kopraža un vidējā ražība periodā kopš dārza ierīkošanas (2011.–2020. gads)

Cumulative yield and average productivity in the period of 2011–2020 since planting of orchard

Šķirnes/ *Cultivars*	Stādīšanas attālums, m / *Planting distance*	Vidējā ražība, $t \cdot ha^{-1}$ / *Average productivity*			Kopraža no koka, kg / *Cumulitive yield per tree*		
		kontrole/ *control*	mulča/ *mulch*	vidēji/ *average*	kontrole/ *control*	mulča/ *mulch*	vidēji/ *average*
'Trebū sēklaudzis'	1.5	9.3	9.6	9.5	44.7	46.2	45.5
	3.0	3.5	5.3	4.5	42.2	64.3	54.5
	vidēji/*aver.*	6.7	7.7	7.2 [b]	43.6	54.4	49.5 [b]
'Ničnera zemeņu'	1.5	14.5	8.9	12.2	69.5	42.5	58.7
	3.0	5.6	-	5.6	67.4	-	67.4
	vidēji/*aver.*	9.4	8.9	9.3 [a]	68.3	42.5	62.5 [a]
'Mālābele'	1.5	7.4	8.6	7.9	35.3	41.5	38.2
	3.0	4.1	3.6	3.8	39.0	42.7	40.8
	vidēji/*aver.*	6.0	6.3	6.1 [b]	36.9	42.0	39.4 [c]
Vidēji/ *Average*	1.5	9.3	9.0	9.2 [A]	44.7	43.5	44.1
	3.0	4.4	4.4	4.4 [B]	48.0	52.5	50.0
	vidēji/*aver.*	7.0	7.1		46.2	47.3	

a, b, c vai / *or A, B* – apzīmē statistiski nozīmīgas (p-vērtība < 0.05) atšķirīgas grupas / *marked statistically significant different groups*.

3. tabula / *Table 3*

Ražošanas efektivitāte šķirnēm atšķirīgu dārzu sistēmu ietekmē
Influence of orchard systems on production efficiency of cultivars

Šķirnes/ *Cultivars*	Stādīšanas attālums, m / *Planting distance*	Ražošanas efektivitāte, attiecinot kopražu (2020) / *Production efficiency calculating cumulative yield (2020)*					
		pret stumbra šķērsgriezuma laukumu (kg·cm^{-2}) / *to TCSA*			pret vainaga tilpumu (kg·m^{-3}) / *to volume of canopy*		
		kontrole/ *control*	mulča/ *mulch*	vidēji/ *average*	kontrole/ *control*	mulča/ *mulch*	vidēji/ *average*
'Trebū sēklaudzis'	1.5	5.5	4.5	4.9	14.9	18.1	16.6
	3.0	4.3	4.8	4.6	18.9	17.0	17.7
	vidēji/*aver.*	5.0	4.6	4.8 [a]	16.4	17.6	17.1 [a]
'Ničnera zemeņu'	1.5	3.6	2.6	3.2	8.5	6.7	7.8
	3.0	3.4	-	3.4	6.4	-	6.4
	vidēji/*aver.*	3.5	2.6	3.3 [b]	7.3	6.7	7.2 [b]
'Mālābele'	1.5	3.7	3.7	3.7	13.9	17.6	15.6
	3.0	3.8	3.3	3.5	14.2	16.7	15.4
	vidēji/*aver.*	3.8	3.5	3.6 [b]	14.0	17.2	15.6 [ab]
Vidēji/ *Average*	1.5	4.3	3.9	4.1	13.2	16.4	14.7
	3.0	3.8	4.0	3.9	12.9	16.9	14.7
	vidēji/*aver.*	4.0	3.9		13.0	16.6	

a, b, c – apzīmē statistiski nozīmīgas (p-vērtība < 0.05) atšķirīgas grupas / *marked statistically significant different groups.*

Salīdzinoši mazā auguma (1. tab.) un attiecīgi iegūtās kopražas dēļ, visaugtākie ražošanas efektivitātes (raža pret auguma parametriem) rādītāji konstatēti šķirnei 'Trebū sēklaudzis', salīdzinot ar abām pārējām šķirnēm (3. tab.).

4. tabula / *Table 4*

Ražošanas periodiskuma novērtējums un augļu kvalitāte
Estimated production regularity and fruit quality

Šķirnes/ *Cultivars*	Stādīšanas attālums, m / *Planting distance*	Ražošanas periodiskuma indekss (2019–2020) / *Index of biannual yielding*			Augļu lielums (2020), g / *Fruit size (2020)*		
		kontrole/ *control*	mulča/ *mulch*	vidēji/ *average*	kontrole/ *control*	mulča/ *mulch*	vidēji/ *average*
'Trebū sēklaudzis'	1.5	1.00	1.00	1.00	146	146	146
	3.0	0.67	1.00	0.88	144	146	145
	vidēji/*aver.*	0.90	1.00	0.95 [a]	145	146	146 [a]
'Ničnera zemeņu'	1.5	0.48	0.68	0.56	152	156	153
	3.0	*0.38*	-	0.38	150	-	150
	vidēji/*aver.*	0.42	0.68	0.48 [b]	151	156	152 [a]
'Mālābele'	1.5	1.00	1.00	1.00	120	117	118
	3.0	1.00	1.00	1.00	125	122	123
	vidēji/*aver.*	1.00	1.00	1.00 [a]	122	119	121 [b]
Vidēji/ *Average*	1.5	0.91	0.96	0.93	137	134	136
	3.0	0.73	1.00	*0.85*	138	133	136
	vidēji/*aver.*	0.84 [b]	0.98 [a]		137	133	

a, b, c – apzīmē statistiski nozīmīgas (p-vērtība < 0.05) atšķirīgas grupas / *marked statistically significant different groups.*

Līdzīgi kā iegūtai ražai no koka, ražošanas efektivitātes ziņā (attiecinot ražu pret stumbra šķērsgriezuma laukumu) to nav būtiski ietekmējusi nedz dārzu sistēma (stādījuma blīvums un attiecīgi veidoti vainagi), nedz arī apdobes mulčēšana. Savukārt kopražu attiecinot pret vainagu tilpumu, būtiski mazāka ražošanas efektivitāte konstatēta šķirnei 'Ničnera zemeņu', jo sevišķi salīdzinājumā ar šķirni 'Trebū sēklaudzis'.

Nedaudz mazāk izteikts ražošanas periodiskums 2019.–2020. gadā novērots šķirnei 'Ničnera zemeņu'. Tāpat, tikai nedaudz mazāk, periodiskums noteiktajā periodā vērojams šķirnēm bez tādiem augšanu veicinošiem apstākļiem kā mulča (4. tab.). Šīs atšķirības ir statistiski nozīmīgas ar 95% ticamību. Līdzīgas tendences ražošanas periodiskumā konstatētas, arī skatot visu pētījuma laiku.

Ražošanas apstākļos šķirnei 'Trebū sēklaudzis' jāveic pasākumi, kas nodrošinās augļu kvalitāti – nedrīkst atstāt augļaizmetņus tuvāk par 15–20 cm jeb faktiski ne vairāk kā vienu augli katrā otrajā ziedkopā. Tādējādi tiks nodrošināts līdzvērtīgs augļu lielums (144–146 g) – līdzīgi kā šķirnei 'Ničnera zemeņu' (150–156 g), kurai nav nepieciešama tik intensīva augļaizmetņu retināšana (4. tab.). Salīdzinoši liela raža var būt iemesls pasīkiem augļiem arī šķirnei 'Mālābele' (piemēram, 2020. gada sezonā – 118–125 g). Tā drīzāk uzskatāma par vēlu vasaras šķirni, kurai ražas vākšana uzsākama daudz ātrāk un raža vācama dalīti.

Secinājumi

1. Līdzīgos apstākļos šķirne 'Trebū sēklaudzis' uz vidēja auguma potcelma stādāma rindā 1.5–2.0 m attālumā, koku veidojot slaidas vārpstas formā un veicot drastisku augļaizmetņu retināšanu.
2. Neskaitot šķirni 'Trebū sēklaudzis', kā perspektīvākā no vēsturiskajām šķirnēm izceļama arī 'Ničnera zemeņu', kuras izpētei būtu veicami papildu pētījumi, lai atrastu piemērotāku audzēšanas tehnoloģiju.
3. Šķirne 'Mālābele' drīzāk uzskatāma par vēlu vasaras šķirni, kurai ražas vākšana uzsākama daudz ātrāk un raža vācama dalīti.

Izmantotā literatūra

1. Abreu E. S., Carra B., Dini M., Silva T. A., Simões F., Pasa M. S., Brighenti A. F., Chaves A. L. S., Mello-Farias P. C., Herter F. G. (2021). Native embolism in 'Rocha' pear under different rootstocks and their relationship with plant vigor. *Acta Horticulturae*, Vol. 1303, p. 221–226.
2. *Augļkopība* (2015). L. Ikases red. Dobele: LVAI: 544. lpp.
3. Bonora A., Noronha H., Grappadelli C. L., Sánchez C. (2021). Preharvest factors affecting quality during 'Rocha' pear long-term storage. *Acta Horticulturae*, Vol. 1303, p. 451–460.
4. Carra B., Abreu E. S., Dini M., Pasa M. S., Pasa C. P., Francescatto P., Herter F. G., Mello-Farias P. C. (2021). Increase of fruit set and yield of 'Rocha' pear trees. *Acta Horticulturae*, Vol. 1303, p. 271–278.
5. Kārkliņš J. (1977). *Ābeļu šķirnes*. Rīga: Zvaigzne. 264. lpp.
6. Pasa M. S., Brighenti A. F., Ciotta M. N., Carra B. (2021). Performance of 'Rocha' pears on three rootstocks planted in high-density. *Acta Horticulturae*, Vol. 1303, p. 20–210.
7. Reis P., Rego C., Mota M., Comporta T., Oliveira C. M. (2021). Brown spot disease in 'Rocha' pear Portuguese orchards. *Acta Horticulturae*, Vol. 1303, p. 335–342.
8. Rufato L., Kretzschmar A. A., Fagherazzi M. M., Posser A. J., Ferreira A. S., Fagherazzi A. F., Nerbass F. R., de Castro B. B. (2021). Training system alternatives for 'Rocha' and 'Santa Maria' pear tree cultivars. *Acta Horticulturae*, Vol. 1303, p. 177–184.
9. Silva J. M., Barba N. G., Barros M. T., Torres-Paulo A. (2005). 'ROCHA', the pear from Portugal. *Acta Horticulturae*, Vol. 671, p. 219–222.
10. Skrīvele M. (2010). Pārdomas pēc Dārzkopības kongresa. *AgroTops*, Nr. 11, 62.–63. lpp.
11. Skrīvele M., Ikase L., Kaufmane E., Blukmanis M., Strautiņa S., Ruisa S. (1999). *Ilustrēts augļu koku un ogulāju šķirņu katalogs.* Dobele: Valsts Dobeles DSIS. 333. lpp.
12. The ANP (2020). Associação de Produtores de Pera Rocha (Association of Pera Rocha Producers) [Tiešsaiste] [skatīts 2021. g. 19. februārī]. Pieejams: http://perarocha.pt/?lang=en.

AUGŠANAS REGULATORA LIETOŠANAS PIEREDZE ĀBEĻU STĀDĪJUMOS

EXPERIENCE OF THE GROWTH REGULATOR USE IN APPLE PLANTATIONS

Inta Jakobija[1], Jānis Lepsis[2], Ilze Rudzīte[3], Māris Kaļinka[4], Māris Mednis[5]
[1]LLU Augu aizsardzības zinātniskais institūts "Agrihorts", [2]SIA "Daigone", Pūres DIS,
[3]ZS "Vilki", [4]ZS "Ausekļi", [5]ZS "Lapenieki"
inta.jakobija@llu.lv

Abstract. *It is well known that annual shoots of apple trees grow rapidly, especially after intensive crown formation. For a number of apple cultivars suitable for commercial cultivation, fruit buds are mainly on the periphery of the branches, which adversely affect the formation of the yield. In such a situation a plant growth regulator would reduce shoot growth and allow fruit buds to develop evenly throughout a shoot. The aim of the study was to examine the effect of the plant growth regulator Regalis Plus on the yield of apples and shoot growth. The trial was conducted in Latvia from 2018 to 2020 in five apple plantations using two variants: untreated and Regalis Plus. Treatments with Regalis Plus were applied once or twice during the growing season as follows: the first treatment at the end of the full flower and the second treatment after 3–5 weeks depending on the plantation. Ten apple trees of each variant were selected for assessment of the shoot growth. During the harvest, five randomly selected apple trees were harvested in each variant, standard and non-standard apples were sorted, and the number and weight of apples for each category were recorded. The statistical analysis of the data using ANOVA and Bonferroni test was performed. The treatment with Regalis Plus significantly reduced shoot length in most cases compared to the control and it could be concluded that the use of Regalis Plus in Latvian orchards has the potential to reduce the amount of labour required for crown formation. The study showed a positive effect of Regalis Plus on the proportion of standard fruits in the yield, but no significant differences were found between the variants.*
Key words*: yield, Regalis Plus, vegetative growth.*

Ievads

Vairākām komerciālai audzēšanai piemērotām ābeļu šķirnēm, kuru augļus raksturo laba kvalitāte, koka vainaga īpatnības neļauj iegūt pietiekami lielu un kvalitatīvu ražu. Raža galvenokārt ir zaru perifērijā, veidojas "kaili" zaru posmi bez augļzariem, piemēram, 'Saltanat', 'Aļesje', 'Bohēmija', 'Alva'. Ziedpumpuru vienmērīgu veidošanos problemātiskām ābeļu šķirnēm daļēji var veicināt ar jauno dzinumu pincetēšanu, taču šī metode ir darbietilpīga un jāpaveic samērā īsā termiņā. Augļaudzētāji zina, cik darbietilpīga ir koku vainagu veidošana. Viengadīgie dzinumi strauji ataug, it īpaši pēc intensīvas vainaga atjaunošanas vecākos stādījumos. Lietojot augu augšanas regulatoru (turpmāk – AR), dzinumu augšana tiktu samazināta un pumpuri attīstītos vienmērīgi visa dzinuma garumā. Izmantojot dārza smidzinātājus, apstrādi varētu veikt ar salīdzinoši mazāku darba patēriņu.

AR Regalis Plus ir šobrīd vienīgais Latvijā reģistrētais augu aizsardzības līdzeklis, kas paredzēts augšanas regulēšanai ābeļu un bumbieru stādījumos. Tas satur darbīgo vielu – kalcija proheksadionu. Kā liecina ieraksts augu aizsardzības līdzekļa marķējuma tekstā, Regalis Plus ir trīs iedarbības veidi – dzinumu augšanas samazināšana, etilēna līmeņa augā samazināšana (tādējādi samazinās auga reakcija uz dažādu apstākļu izraisītu stresu un augļaizmetņu nobiršana), auga izturības uzlabošanās pret slimību ierosinātājiem. Vienlaikus tam nepiemīt fungicīda un baktericīda īpašības. J. R. Evans ar kolēģiem (1999) ir atzinuši, ka augu dzinumu augšana samazinās, pateicoties giberelīnu (fitohormoni, kas atbildīgi par vertikālu pieaugumu) biosintēzes kavēšanai. Par veiksmīgu kalcija proheksadiona izmantošanu dzinumu augšanas samazināšanā liecina arī vairāku citu pētījumu rezultāti (Basak, Rademacher, 2000; Miller, 2007; Fachinello, Robinson, 2017). Pētījumos Lietuvas Dārzkopības institūtā šķirnei 'Janogold King' konstatēts, ka apstrāde ar Regalis Plus veicināja hlorofila uzkrāšanos lapās, palielināja ogļhidrātu saturu dažādās auga daļās un labvēlīgi ietekmēja dažādus ražas parametrus (Šabajeviene et al., 2008). Pētījumos ASV konstatēts, ka smidzinājums ar kalcija proheksadionu saturošu AR būtiski samazināja bakteriālās iedegas izplatību uz inokulētajiem ābeļu dzinumiem salīdzinājumā ar kontroli (Yoder, Miller, Byers, 1999).

Aptaujājot augļaudzētājus, varēja secināt, ka Latvijā augu augšanas regulatorus izmanto ļoti reti. Šī iemesla dēļ nav pieejama plaša informācija par praktisku pieredzi augu augšanas regulatoru lietošanā Latvijas augļu dārzos. Pētījuma mērķis bija praktiski pārbaudīt augu augšanas regulatora Regalis Plus ietekmi uz ābolu ražu un dzinumu augšanas samazināšanu ražojošos ābeļu stādījumos.

Materiāli un metodes

Pētījumus veica 2018.–2020. gada veģetācijas periodos. Izmēģinājumus iekārtoja piecās ābeļu audzēšanas saimniecībās dažādu šķirņu stādījumos (1. tab.). Šķirnes izvēli veica, pamatojoties uz augļaudzētāju iepriekšēju pieredzi par konstatētajām īpatnībām un grūtībām koku vainagu veidošanās procesā. Izmēģinājumiem bija divi varianti: smidzināts ar Regalis Plus un nesmidzināts jeb kontrole. Smidzinājumus ar Regalis Plus veica divas reizes sezonā – ābeļu pilnzieda etapā (AE 66–67) ar devu 1.5 kg ha^{-1} un atkārtoti augļaizmetņu attīstības sākumā (AE 72–73) 1 kg ha^{-1}. Izņēmums – ZS "Lapenieki" 2018. gadā veica vienu smidzinājumu Regalis Plus ziedēšanas sākumā (AE 61) 1.5 kg ha^{-1}, bet 2019. gadā ziedēšanas sākumā (AE 61) 0.75 kg ha^{-1} un ziedēšanas beigās (AE 69) 0.75 kg ha^{-1}. Katram variantam katrā šķirnes stādījumā izvēlējās vienu līdz divas ābeļu rindas atkarībā no stādījuma. Pārējos kopšanas un augu aizsardzības pasākumus veica vienādi pēc saimniecībā ierastās prakses gan kontrolē, gan izmēģinājuma variantā ar Regalis Plus.

Dzinumu garuma starpību konstatēšanai starp variantiem katrā variantā atzīmēja 10 ābeles uzskaišu veikšanai. Mērījumus veica dzinumu augšanas beigās uz katras ābeles nejauši izvēlētiem pieciem pirmā gada dzinumiem. Tika aprēķināta dzinumu garumu starpība starp kontroli un ar Regalis Plus smidzināto variantu, no kontrolē iegūtā vidējā dzinumu garuma atņemot ar Regalis Plus smidzinātajā variantā iegūto vidējo dzinumu garumu centimetros.

Ražas novākšanas laikā kontroles un smidzinātajā laukumā katrai šķirnei atsevišķi izvēlējās 5 kokus. Raža tika novākta atsevišķi no izvēlētajiem kokiem, ražu sadalīja divās grupās – standarta un nestandarta (pēc saimniecības praksē lietotiem individuāliem kritērijiem). Tika nosvērti un saskaitīti gan nestandarta, gan standarta āboli. Tika aprēķināts standarta ražas īpatsvars procentuāli no kopējās ražas.

1. tabula / *Table 1*

Pētījumā iekļautās saimniecības un ābeļu šķirnes
Farms and apple cultivars included in the study

Saimniecība/ ***Farm***	**Ābeļu šķirne /** ***Cultivar***		
	2018	**2019**	**2020**
ZS "Vilki"	'Antej'	'Antej'	'Antej'
	'Saltanat'	'Saltanat'	'Saltanat'
	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'
ZS "Lapenieki"	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'
Pūres DIS	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'
	'Aļesje'	'Aļesje'	'Aļesje'
	'Kovaļenovskoje'	'Kovaļenovskoje'	'Kovaļenovskoje'
	'Sinap Orlovskij'	'Sinap Orlovskij'	'Sinap Orlovskij'
SIA "Daigone"	'Aļesje'	'Aļesje'	'Aļesje'
	'Bohēmija'	'Bohēmija'	'Bohēmija'
	–	'Stars'	'Stars'
ZS "Ausekļi"	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'	'Zarja Alatau'
	'Antej'	'Auksis'	'Auksis'

Starpību būtiskuma novērtēšanai (ar $\alpha = 0.95$) starp variantiem izmantoja viena faktora dispersijas analīzi (ANOVA) un Bonferroni testu faktora gradācijas klašu salīdzināšanai. Statistisko datu apstrādi veica, izmantojot programmas "R 4.0.4" un "RStudio".

Rezultāti un diskusijas

Atšķirības ražas kvantitātē starp kontroli un Regalis Plus variantu bija gan pozitīvas, gan negatīvas, taču tās vairumā gadījumu nebija būtiskas. 2018. gadā tikai vienā gadījumā būtiski lielāku (p = 0.00264) standarta ražu ieguva ar Regalis smidzinātajā variantā salīdzinājumā ar kontroli ZS "Vilki" šķirnes 'Zarja Alatau' stādījumā, attiecīgi 28.2 un 15.4 kg no augļu koka. Savukārt ZS "Ausekļi" tās pašas šķirnes stādījumā kontrolē ieguva 25 kg, bet smidzinātajā variantā tikai 20.4 kg no koka, bet starpība nebija būtiska (p = 0.55). Standarta raža no augļu koka kontrolē 2019. gadā variēja no 4 līdz 25 kg, bet smidzinātajā variantā no 5 līdz 19 kg atkarībā no stādījuma un šķirnes. Pozitīvu rezultātu ieguva tikai vienā gadījumā – SIA "Daigone" šķirnes 'Bohēmija' stādījumā, raža no augļu koka smidzinātajā variantā bija būtiski lielāka nekā kontrolē (p = 0.0472), attiecīgi 13.6 un 4.2 kg. Savukārt ZS "Ausekļi" šķirne 'Auksis' uzrādīja pretēju rezultātu, smidzinātajā variantā raža no augļu koka bija 14, bet kontrolē – 24.6 kg, atšķirība bija statistiski būtiska (p = 0.0467). Arī 2020. gada ražas rezultāti atšķīrās starp saimniecībām un šķirnēm – kontrolē vidējā raža no koka svārstījās no 5 līdz 27 kg, bet smidzinātajā variantā no 5 līdz 26 kg no koka. Vairumā gadījumu kontrolē raža bija mazāka salīdzinājumā ar smidzināto variantu, taču būtiskas atšķirības nevienā gadījumā netika konstatētas.

Vidējais augļu svars kontrolē 2018. gadā variēja no 110 līdz 210 g, ar Regalis Plus smidzinātajā variantā – 110 līdz 119 g. Kontrolē 2019. gadā tas bija robežās no 100 līdz 220 g, bet smidzinātajā variantā no 110 līdz 240 g, savukārt 2020. gadā kontrolē vidējais augļa svars kontrolē sasniedza 80 līdz 160 g, bet smidzinātajā variantā 110 līdz 190 g. Būtiskas atšķirības starp variantiem saistībā ar augļu vidējo svaru visā pētījuma periodā netika konstatētas. Savukārt, analizējot standarta augļu īpatsvaru ražā, vairumā gadījumu konstatēja pozitīvu Regalis Plus ietekmi, lai gan bez būtiskām atšķirībām (2. tab.).

2. tabula / *Table 2*

Standarta raža % no kopražas 2018.–2020. gadā atkarībā no šķirnes, saimniecības un varianta

Standard yield % of the total depending on cultivar, farm and variant in 2018–2020

Saimniecība/ *Farm*	Ābeļu šķirne / *Cultivar*	Gads/*Year*					
		2018		2019		2020	
		kontrole/ *untreated*	Regalis	kontrole/ *untreated*	Regalis	kontrole/ *untreated*	Regalis
ZS "Vilki"	'Antej'	62.59	85.7	63.72	61.34	84.69	87.18
	'Saltanat'	72.36	79.07	73.53	78.75	86.28	79.54
	'Zarja Alatau'	74.75	84.69	72.36	80.58	78.40	83.79
ZS "Lapenieki"	'Zarja Alatau'	62.59	85.7	78.75	88.43	97.49	92.36
Pūres DIS	'Zarja Alatau'	88.58	87.89	70.36	72.18	72.42	74.11
	'Aļesje'	90.69	90.49	70.03	68.46	82.95	84.28
	'Sinap Orlovskij'	86.02	78.07	70.62	71.68	74.51	75.26
SIA "Daigone"	'Aļesje'	-	-	93.05	93.93	95.22	96.26
	'Bohēmija'	-	-	95.64	96.13	96.62	97.65
	'Stars'	-	-	-	-	93.60	94.07
ZS "Ausekļi"	'Zarja Alatau'	93.63	93.21	-	-	-	-
	'Antej'	93.63	93.21	-	-	-	-
	'Auksis'	-	-	55.80	52.50	71.21	73.45

Visos ar Regalis Plus apstrādātajos variantos visās šķirnēs, saimniecībās un visos pētījuma gados konstatēja būtiski mazāku jauno dzinumu pieaugumu salīdzinājumā ar kontroli, izņemot 2019. gadu ZS "Lapenieki" šķirnei 'Zarja Alatau' (3. tab.), lai gan dzinumi kontrolē bija par 10 cm garāki nekā smidzinātajā variantā, atšķirība bija kļūdas robežās.

Dzinumu garumu pieaugums kontrolē un smidzinātajā variantā bija atšķirīgs arī starp ābeļu šķirnēm. Līdzīgus secinājumus, ka dažādām šķirnēm var būt atšķirīgi rezultāti dzinumu augšanas samazināšanā, guvuši arī Basak un Rademacher (2000), kuri pētījuši Regalis ietekmi uz ābeļu šķirnēm 'Lobo', 'Janagold' un 'Gloster'. Lielāko dzinumu garuma starpību kontroles un izmēģinājuma variantā 2018. gadā konstatēja ZS "Vilki" ābeļu šķirnes 'Antej' stādījumā (kontrolē par 27.2 cm garāki jaunie dzinumi nekā smidzinātajā variantā). Savukārt mazāko Regalis Plus ietekmi (kontrolē par 5.84 cm

garāki jaunie dzinumi) novēroja šajā pašā saimniecībā šķirnei 'Zarja Alatau'. Vislabākos rezultātus 2019. gadā parādīja šķirnes 'Sinap Orlovskij', 'Zarja Alatau' un 'Aļesje' Pūres DIS, kā arī 'Stars' un 'Bohēmija' SIA "Daigone" stādījumos, savukārt mazāko dzinumu garuma starpību konstatēja ZS "Ausekļi" 'Zarja Alatau' stādījumā (3. tab.). Pēdējā pētījuma gadā šķirnes 'Saltanat' stādījumā, vidējais dzinumu garums kontrolē bija par 55.9 cm lielāks nekā ar Regalis Plus apstrādātajā variantā, kas bija labākais rezultāts visā pētījuma periodā.

3. tabula / *Table 3*

Dzinumu garums kontrolē vairāk nekā ar Regalis Plus smidzinātajā variantā, cm
Shoot length in the untreated variant more than in the treated with Regalis Plus, in cm

Saimniecība/ *Farm*	**Ābeļu šķirne / *Cultivar***	**Gads/*Year***		
		2018	**2019**	**2020**
ZS "Vilki"	'Antej'	27.2 a	18.42 b	27.1 a
	'Saltanat'	15.86 a	24.02 a	55.9 b
	'Zarja Alatau'	5.84 a	21.06 b	8.92 a
ZS "Lapenieki"	'Zarja Alatau'	18.76 a	10.02 a	16.1 a
Pūres DIS	'Zarja Alatau'	16.88 a	34.1 b	16.5 a
	'Aļesje'	13.2 a	30.5 b	17.2 a
	'Kovaļenovskoje'	8.98 a	26.1 b	19.6 b
	'Sinap Orlovskij'	18.32 a	39.5 b	34.2 b
SIA "Daigone"	'Aļesje'	10.88 a	18.5 b	20.4 b
	'Bohēmija'	14.94 a	35.2 b	12.5 a
	'Stars'	-	36.3 a	38.1 a
ZS "Ausekļi"	'Zarja Alatau'	7.7 a	7.78 a	17.24 b
	'Antej'	11.48	-	-
	'Auksis'	-	11.6 a	20.8 b

Dažādi burti (a, b) pie rezultāta norāda uz statistiski būtisku atšķirību ar α = 0.95 starp šķirnēm atkarībā no pētījuma gadiem.

Different letters (a, b) next to the result indicate a statistically significant difference with α=0.95 among cultivars depending on the study year.

Katrs pētījuma gads bija būtisks Regalis Plus efektivitāti ietekmējošais faktors (p = 0.0291) dzinumu augšanas samazināšanā (3. tab.). Šajā gadījumā gads kā faktors ietver sevī ne tikai meteoroloģiskos apstākļus, bet arī ražas lieluma un stādījuma kopšanas atšķirības, piemēram, koku vainaga veidošanas īpatnības esošajā vai iepriekšējā sezonā.

Piemēram, ievērojamo dzinumu garuma starpību starp variantiem 2020. gadā šķirnei 'Saltanat' (ZS "Vilki") var skaidrot ar intensīvu vainaga veidošanu pavasarī abos izmēģinājuma variantos, kas veicināja pastiprinātu viengadīgo dzinumu ataugšanu. Pūrē un SIA "Daigone" mazāka Regalis Plus ietekme visām šķirnēm bija 2018. gadā, to daļēji var izskaidrot ar meteoroloģisko apstākļu ietekmi – maijā un jūnijā bija maz nokrišņu, kas kavēja dzinumu augšanu, tostarp arī kontroles variantā. Savukārt 2019. gadā veģetācijas sākumā nokrišņu bija vairāk, dzinumi auga spēcīgāk, un Regalis Plus efektivitāte bija lielāka vairumā stādījumu salīdzinājumā ar 2018. gada sezonu. Kā atzīst SIA "Daigone" saimnieks, grūti izskaidrot, kāpēc šķirnei 'Bohēmija' Regalis Plus efektivitāte samazinājās 2020. gadā. ZS "Ausekļi" uzskata, ka, pateicoties iepriekšējās sezonās veiktajiem smidzinājumiem ar Regalis Plus, 2020. gadā varēja iztikt bez vainagu veidošanas pasākumiem gan šķirnei 'Auksis', gan 'Zarja Alatau'.

Interesants fakts, ka ZS "Lapenieki" smidzināšanas stratēģija ar Regalis Plus gadu gaitā bija atšķirīga, taču būtiskas atšķirības starp rezultātiem netika konstatētas. Tātad atšķirības starp vienu Regalis Plus smidzinājumu ar vidējo devu (1.5 kg ha^{-1}) pirmajā, diviem smidzinājumiem ar mazāko devu (0.75 kg ha^{-1}) otrajā un diviem smidzinājumiem tāpat kā pārējās saimniecībās trešajā gadā nebija būtiskas. Savukārt pētījumos ASV 1995. gadā konstatēts, ka kalcija proheksadiona smidzinājumi ar devu 125 un 250 mg L^{-1}, veikti vienu reizi sezonā un dalītā apstrādē ar mazāko devu, būtiski samazināja ābeļu dzinumu garumu. Taču divreizēja apstrāde ar mazāko un viena apstrāde ar lielāko devu bija būtiski efektīvāka nekā viens smidzinājums ar mazāko devu (Yoder, Miller, Byers, 1999). J. R. Evans ar kolēģiem (1999) secinājuši, ka kalcija proheksadionu saturoša AR lietošanas efektivitāte ir augstāka, ja

tas lietots, kad jaunie dzinumi sasnieguši 5–10 cm – salīdzinājumā ar lietojumu, kad dzinumi pārsniedz 10 cm.

Secinājumi

1. Regalis Plus ietekmē būtiski samazinājās viengadīgo dzinumu pieaugums. Gados, kad meteoroloģisko apstākļu ietekmes dēļ vai pēc vainagu veidošanas bija vērojama straujāka dzinumu augšana, palielinājās arī Regalis Plus ietekme uz dzinumu augšanas bremzēšanu.
2. Iespējams secināt, ka ar Regalis smidzinātajos variantos būs nepieciešams mazāks darba patēriņš vainagu veidošanā, tādējādi samazinot šim pasākumam nepieciešamās izmaksas. Attiecīgi nepieciešami turpmāki pētījumi, lai veiktu augu augšanas regulatoru lietošanas ekonomisko izvērtējumu Latvijas augļu dārzos.
3. Pētījumā tika konstatēts, ka ābeļu šķirnēm ir atšķirīgs jutīgums pret Regalis Plus iedarbību. Vislabākie rezultāti dzinumu augšanas samazināšanā tika iegūti šķirnēm 'Saltanat', 'Sinap Orlovskij', 'Antej' un 'Stars'. Savukārt, salīdzinot iegūtos rezultātus šķirnei 'Zarja Alatau', varēja secināt, ka tās jutīgums pret Regalis Plus atšķīrās dažādos augšanas apstākļos.
4. Pētījuma laikā novēroja pozitīvu Regalis Plus ietekmi uz standarta augļu īpatsvaru ražā, taču būtiskas atšķirības starp variantiem netika konstatētas. Vērā ņemams ražas pieaugums Regalis Plus ietekmē panākts tikai šķirnei 'Bohēmija', savukārt šķirnei 'Zarja Alatau' Regalis Plus ietekme uz ražu variēja atkarībā no saimniecības.

Pētījumu veica ELFLA, struktūrvienības LAD 11, projekta Nr. 18-00-A01620-000008 "Augšanas regulatora lietošana ābelēm" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Basak A., Rademacher W. (2000). Growth regulation of pome and stone fruit trees by use of prohexanedione-CA. *Acta Horticulturae*, Vol. 514(514), p. 41–50.
2. Evans J. R., Evans R. R., Regusci C. L., Rademacher W. (1999). Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, prohexadione-calcium. *HortScience*, Vol. 34, p. 1200–1201.
3. Fachinello J. C., Robinson T. L. (2017). Root pruning and prohexadione-calcium affect shoot growth of mature vertical axis apple trees. *Acta Horticulturae*, Vol. 1177, p. 15–218.
4. Miller S. S. (2007). Prohexadione-calcium inhibits shoot growth but reduces the efficacy of gibberellin A4 + A7 in suppressing "Stayman" apple cracking. *HortTechnology*, Vol. 17(4), p. 523–531.
5. Šabajeviene G., Uselis N., Kviklienė N., Samuoliene G., Sasnauskas A., Duchovskis P. (2008). Effect of growth regulators on apple tree cv. "Jonagold King" photosynthesis and yield parameters. *Sodininkystė Ir Daržininkystė*, Vol. 27(4), p. 23–32.
6. Yoder K. S., Miller S. S., Byers R. E. (1999). Suppression of fireblight in apple shoots by prohexadione-calcium following experimental and natural inoculation. *HortScience*, Vol. 34, p. 1202–1204.

MAŠĪNU DZIĻĀS MĀCĪŠANĀS UN DATIZRACES PIELIETOŠANA AUGU UN PATOGĒNU MIJIEDARBĪBAS IZPĒTEI ĀBEĻU UN BUMBIERU KRAUPJA PATOSISTĒMĀS

APPLICATION OF DEEP LEARNING AND DATA MINING FOR THE STUDY OF PLANT-PATHOGEN INTERACTION: THE CASE OF APPLE AND PEAR SCAB

Gunārs Lācis[1], Inga Moročko-Bičevska[1], Olga Sokolova[1], Sergejs Kodors[2]
[1]APP Dārzkopības institūts, [2]Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
gunars.lacis@llu.lv

Abstract. *Fruit growing is an important niche in the structure of agriculture. Apple and pear are the most widely grown and economically significant fruit crops in the world and in Latvia, while the scab caused by Venturia inaequalis and V. pyrina are the most important diseases for these species. Considering environmental and food safety concerns, the high adaptability of pathogens and cost-effectiveness requirements, there is a need to change cultivation strategies by reducing the use of pesticides, promoting their precision and purposefulness. Smart or precision horticulture is a way to ensure this and provides a close linkage between research on local resources, environmental issues and information technologies, where common work can promote the development of fruit-growing. The aim of the study was the development of an integrated decision-making system using knowledge on plant-pathogen-environment interactions in apple/V. inaequalis and pear/V. pyrina pathosystems. The following objectives were defined to fulfil the aim: 1) application of semantic analysis and data mining for plant-pathogen interaction data in apple/V. inaequalis and pear/V. pyrina pathosystems; 2) development and implementation of an image-based deep learning system for early identification and evaluation of apple and pear scab; 3) development of IoT–system model for apple and pear monitoring. The results of this study provided the knowledge on plant-pathogen interaction mechanisms, their use for disease monitoring and prognosis.*
Key words: *Malus, Pyrus, Venturia, artificial intelligence, smart horticulture.*

Ievads

Augļkopībai ir raksturīga augsta rentabilitāte un izaugsmes potenciāls, lai nodrošinātu tirgu ar daudzveidīgiem vietējiem pārtikas produktiem, izejvielām un inovatīviem nišas produktiem, un tā aizņem nozīmīgu vietu kopējā lauksaimniecības struktūrā. Ābeles (*Malus* × *domestica* Borkh.) un bumbieres (*Pyrus communis* L.) ir ekonomiski nozīmīgi augļaugi (Kaufmane et al., 2017). Ilgtspējīgu to audzēšanu būtiski ietekmē *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter un *V. pyrina* Aderh. izraisītās slimības – ābeļu un bumbieru kraupis, kas rada nozīmīgus zaudējumus gan integrētajās, gan bioloģiskajās audzēšanas sistēmās (Belete, Boyraz, 2017; Sokolova et al., 2014).

Ābeļu un bumbieru kraupju izpētei ir sena vēsture. Ābelēm identificēta virkne rezistences gēnu, to donori, kas tiek izmantoti selekcijas programmās (Patocchi et al., 2020). Veikta daudzpusīga ābeļu kraupja patogēna/saimniekauga mijiedarbības izpēte, mazāk pētījumu veikti par bumbieru kraupi (Bouvier et al., 2012). Patogēnu populāciju mainības rezultātā selekcijā izveidotā rezistence tiek pārvarēta, kā arī lauka novērojumi uzrāda neatbilstības ar augu materiālā identificētajiem rezistences gēniem un novēroto izturību dabiskas inficēšanās apstākļos. Tās nevar precīzi izskaidrot, balstoties uz esošajiem datiem, tādējādi ierobežojot jaunu rezistences avotu atlasi vai izveidi, sekmīgu un savlaicīgu selekcijas procesa nodrošināšanu. Līdzīgas problēmas novērotas arī bumbierēm, kam informācija par auga rezistenci un patogēnu ir ierobežotāka, rezistences selekcija notiek mazos apjomos, bez nozīmīgas ekonomiskās ietekmes. Lai gan augu rezistence tiek uzskatīta par vēlamāko slimību ierobežošanas metodi un mērķtiecīga, pret slimībām izturīgu šķirņu selekcija notiek daudzviet pasaulē, tomēr to īpatsvars dārzos nav liels, un joprojām plaši tiek izmantoti fungicīdi. Tas rada pretrunas starp rūpēm par vides piesārņojumu, iegūtās produkcijas drošību un augļkopības rentabilitāti, kā arī bažas par patogēnu augsto spēju veidot rezistenci pret lietotajiem fungicīdiem. Situācijās, kad nav iespējams pilnībā izvairīties no pesticīdu lietošanas, to izmantošanai jābūt pēc iespējas precīzākai un mērķtiecīgākai, ievērojami samazinot izmantošanas reižu skaitu un preparāta devu.

Viens no potenciālajiem risinājumiem ir viedo dārzkopības rīku izmantošana, kuru ieviešanā identificētas šādas problēmas:

– trūkst precīzu, zinātniski pamatotu fenotipēšanas paņēmienu, lai izstrādātu pietiekami precīzas slimību agrīnas identificēšanas un prognozēšanas sistēmas;
– trūkst arī bioloģiskās informācijas (patogēnu virulence, augu rezistence, augu un patogēnu mijiedarbības reakcijas) sasaistes ar sensoru datiem (dažādu spektru analīze: redzamā gaisma, *IR, NIR, SWIR*) to automatizētai analīzei;
– pieaugošs nestrukturētu datu apjoms – dažādos pētniecības projektos tiek iegūti dati par augu un patogēnu mijiedarbības aspektiem, taču netiek veikta to savstarpējo sakarību analīze, vides datu integrācija.

Šī iemesla dēļ pētījuma mērķis ir izstrādāt integrētu lēmumu pieņemšanas sistēmu, izmantojot zināšanas par augu, patogēnu un vides mijiedarbību ābeļu *V. inaequalis* un bumbieru *V. pyrina* patosistēmās.

Materiāli un metodes

Viedās dārzkopības lēmumu pieņemšanas sistēmas izstrāde balstās uz 1) esošās pētnieciskās informācijas analīzi un 2) jaunu datu ieguvi, izmantojot dažādas attēlu ieguves tehnoloģijas.

Esošās pētnieciskās informācijas analīze veikta, izmantojot Dārzkopības institūtā pieejamos datus par dažādiem augu un patogēnu mijiedarbības aspektiem (augu rezistence dabiskas inficēšanās apstākļos, augu rezistences gēnu identificēšana, augu un patogēnu ģenētiskās daudzveidības analīze, patogēna virulences novērtēšana). Lai strukturētu un digitalizētu ekspertu zināšanas, izstrādātas semantiskās ontoloģijas, kas ļauj mākslīgajam intelektam veikt spriedumus par objektiem un to saitēm. Ontoloģiju izstrādē izmantoti *Protege* vai *WebProtege* rīki, zināšanas saglabājot *OWL 2* formātā.

Jaunu datu ieguvei veikta ābeļu un bumbieru kraupja simptomu fenotipēšana, izmantojot mobilās ierīces, iegūto attēlu analīze un slimības atpazīšana, izmantojot mašīnu dziļās mācīšanās metodi, kā arī hiperspektrālā attēlošana, agrīnai (pirms redzamiem simptomiem) infekcijas atpazīšanai. Attēlu iegūšana veikta lauka apstākļos (augļu dārzos), ābeļu veģetācijas sezonas laikā, izmantojot divu veidu mobilo sakaru ierīces ar dažādu kameras izšķirtspēju, izveidojot datu kopas ar attēliem, ar un bez infekcijas pazīmēm uz lapām un augļiem (skat. 1. att.). Savukārt agrīnās ābeļu kraupja infekcijas atpazīšanas metodes izstrāde veikta, izmantojot mākslīgo inficēšanu, kurā izmantoti podos augoši divgadīgi ābeļu stādi, kas inficēti ar *V. inaequalis* izolātiem. Inficēto lapu virsma dokumentēta ar *Specim IQ* (*Specim*, Somija) hiperspektrālo kameru, sākot ar trešo dienu pēc inokulācijas, kas turpināta katru dienu divu nedēļu garumā.

1. att. Attēlu iegūšanas metodika ābeļu kraupja simptomu atpazīšanai, izmantojot mašīnu dziļās mācīšanās metodi.

Fig. 1. Imaging methodology for recognizing apple scab symptoms using the machine deep learning method.

Rezultāti un diskusijas

Pētniecības aktivitātēs ir uzkrāti dati par dažādiem augu un patogēnu mijiedarbības aspektiem (augu rezistence dabiskas inficēšanās apstākļos, augu rezistences gēnu identificēšana, patogēna virulences novērtēšana, patogēna ģenētiskā daudzveidība), kuriem nav veikta to savstarpējās saistības analīze, kā arī nav iesaistīta vides un meteoroloģisko datu izmantošana. Paredzams, ka integrētas šādu datu sistēmas izveide, to semantiskā analīze, īstenojot datizraces metodes, ļaus identificēt jaunas likumsakarības augu, patogēnu un vides mijiedarbībā, kā arī nodrošinās zināšanu bāzi slimību kontroles lēmumu pieņemšanai. Pētījuma laikā izstrādāta ontoloģija, kas iekļauj informāciju par patogēniem, šķirnēm, dārzu ģeotelpiskajām īpašībām un laika apstākļiem. Šī ontoloģija var tikt izmantota viedā dārza izstrādē, lai ar lietu interneta palīdzību iegūtu datus un izmantotu tos prognozēšanā vai lēmumu pieņemšanas procesā. Savukārt, lietojot semantiskos vaicājumus, var realizēt elektronisko ekspertu, kas būs spējīgs atbildēt uz lietotāja jautājumiem vai īstenot loģiskus spriedumus.

Esošo zināšanu pilnveidošanai pētījumā veikta ābeļu un bumbieru kraupja simptomu fenotipēšana, izmantojot mobilās ierīces, iegūto attēlu analīzi un slimības atpazīšanu, izmantojot mākslīgo intelektu, kā arī hiperspektrālo attēlošanu agrīnai infekcijas atpazīšanai un digitālās ekspertu sistēmas izstrādi, balstoties uz semantisko risinājumu un domēna zināšanu ontoloģijas lietošanu.

Viedais risinājums izstrādāts vairākos posmos. Sākotnēji analizēti esoši pētījumi, pieejamās attēlu datu kopas un mākslīgajā intelektā balstīti risinājumi. Analīzes rezultātā identificēti augu slimību atpazīšanas risinājumi, kas izstrādāti, izmantojot *PlantVillage* (Hughes, Salathé, 2015) un *Plant Pathology 2020 (FGVC7)* (Thapa et al., 2020). Tomēr šīm abām esošajām datu kopām piemīt savi trūkumi – abas datu kopas satur tikai inficētu lapu attēlus, bet nesatur attēlus ar augļiem to agrīnā attīstības stadijā. Savukārt *PlantVillage* attēli nav uzņemti dabiskos apstākļos, tāpēc šajā pētījumā bija nepieciešams izstrādāt paraugu fotografēšanas metodoloģiju un iegūt domēna datus mašīnapmācībai. Lai veiktu mākslīgā intelekta apmācību, ābeļu kraupja simptomu atpazīšanai izveidota datu kopa, kurā iekļauti attēli ar un bez infekcijas pazīmēm uz lapām un augļiem. Līdztekus analizētas esošas konvolūcijas neirontīklu arhitektūras, kas paredzētas mobilajām iekārtām (Kodors et al., 2020). Pētījums papildināts ar pārnestās apmācības (*transferlearning*) risinājumu eksperimentālu analīzi, jo datu savākšanas gadā novērojumu veikšanas vietā ābeļu kraupja attīstības pakāpe bija nepietiekama, kas ietekmēja plānotās datu kopas izmēru. Veicot tehnoloģiju izvēli, iespējamie varianti salīdzināti, izmantojot statistiskas analīžu *Mann–Whitney–Wilcoxon* testu. Savukārt dziļā mašīnmācīšanās (*deep learning*) īstenota, pielietojot *Keras* satvaru un *CUDA* atbalstītas videokartes. Neirontīklu precizitāte un atpazīšanas kvalitāte pārbaudīta, salīdzinot vairākus parametrus – atpazīšanas precizitāti (*training accuracy*), validācijas precizitāti (*validation accuracy*), Kohena kappa koeficients (*Cohen's Kappa*), uzmanības un aizsprostu kartes (*saliency and occlusion maps*) (skat. 2. att.).

2. att. Kvalitātes kontrole: attēlu vietas ar paaugstinātu neirontīklu uzmanību.
Fig. 2. Quality control: image areas with increased neural network focus.

Pētījumā laikā izveidotas divas attēlu datu kopas: lauka un dabiskās infekcijas apstākļos iegūto digitālo attēlu datu kopa (1181 attēls) mākslīgā intelekta apmācībai, kā arī laboratorijas apstākļos un mākslīgās infekcijas rezultātā iegūtā hiperspektrālo datu kopa (300 attēli) agrīnās kraupja identifikācijas metodes izstrādei (skat. 3. att.). Kraupja simptomu atpazīšanai pētījumā laikā salīdzinātas šādas konvolūcijas neirontīklu arhitektūras: *AlexNet*, *AlexNet* modifikācija, aizvietojot *Conv* slāņus ar *SeparateConv* variantu, *MobileNetV1* un *MobileNetV2*. Rezultātā konstatēts, ka *MobileNetV2* arhitektūra ir vispiemērotākā gan pēc atmiņas, gan pēc apstrādes ātruma un atpazīšanas precizitātes. Ņemot vērā, ka dārzu apsekošanas laikā izdevās savākt nelielu apmācības attēlu datu kopu (208 attēli ar inficētiem āboliem un 973 – ar inficētām ābeļu lapām), salīdzinātas brīvi pieejamas datu kopas pārnestās apmācības īstenošanai. Eksperimenta laikā salīdzinātas piecas datu kopas: *CIFAR-10*, *CIFAR-100* (Krizhevsky, 2009), *PlantVillage* (Hughes, Salathé, 2015), *Fruits360* (Mureşan, Oltean, 2018) un *iFood251X* (Kaur et al., 2019). Attālums tika mērīts, izmantojot *Earth Mover's Distance* saskaņā ar *Cui* u. c. aprakstītu metodoloģiju (Cui et al., 2018). Vistuvākais variants pētījumā iegūtajai datu kopai bija *iFood251X*. Jāuzsver, ka eksperimenta rezultāti sakrita ar Y. Cui un līdzautoru novērojumiem, ka pārapmācītu neirontīklu attālums ietekmē neirontīkla precizitāti.

3. att. Hiperspektrālā ābeļu kraupja simptomu identifikācija un spektrālā analīze agrīnai infekcijas atpazīšanai.

Fig. 3. Identification and spectral analysis of apple scab symptoms for early detection of infection by hyperspectral data acquisition.

Turpmākajos eksperimentos tiek plānots apvienot izvēlētās tehnoloģijas vienā apmācības metodē. Ievērojot, ka 2020. gadā tika publicēta *Plant Pathology 2020 (FGVC7)* domēna datu kopa, to apvienošana ar iegūtajiem datiem ir labs pamats *TRL6* prototipa izstrādei un turpmākai validēšanai, izmantojot iedzīvotāju iesaistes (*crowdsourcing*) pieeju.

Secinājumi

1. Datizraces metodes ir piemērotākais risinājums likumsakarību identificēšanai augu, patogēnu un vides mijiedarbībā un zināšanu bāzes nodrošināšanai slimību kontroles lēmumu pieņemšanā.
2. Ir būtiski pilnveidot fenotipēšanas metodes, lai izstrādātu agrīnas un pietiekami precīzas ābeļu kraupja identificēšanas un prognozēšanas sistēmas, kā arī lai sasaistītu šo informāciju ar esošo augu un patogēnu mijiedarbības bioloģisko informāciju tās automatizētai analīzei.

Pateicība

Pētījums tiek īstenots projekta Nr. LZP-2019/1-0094 "Mašīnu dziļās mācīšanās un datizraces pielietošana augu un patogēnu mijiedarbības izpētei: ābeļu un bumbieru kraupja patosistēmas" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Belete T., Boyraz N. (2017) Critical Review on Apple Scab (*Venturia inaequalis*) Biology, Epidemiology, Economic Importance, Management and Defense Mechanisms to the Causal Agent. *J. Plant Physiol. Pathol.*, Vol. 5, p. 2.
2. Bouvier L., Bourcy M., Boulay M., Tellier M., Guérif P., Denancé C., Durel C. E., Lespinasse Y. (2012). A New Pear Scab Resistance Gene *Rvp*1 from the European Pear Cultivar 'Navara' Maps in a Genomic Region Syntenic to an Apple Scab Resistance Gene Cluster on Linkage Group 2. *Tree Genetics & Genomes*, Vol. 8, p. 53–60.
3. Cui Y., Song Y., Sun C. Howard A., Belongie S. (2018). Large Scale Fine–Grained Categorization and Domain-Specific Transfer Learning. ***In:*** *Proceedings of International Conference: 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. IEEE, Salt Lake City, USA, p. 4109–4118.
4. Hughes D. P., Salathé M. (2015) An Open Access Repository of Images on Plant Health to Enable the Development of Mobile Disease Diagnostics. [Tiešsaiste] [skatīts 2021. g. 16. jūn.] Pieejams*:* https://arxiv.org/abs/1511.08060.
5. Kaufmane E., Skrīvele M., Ikase L. (2017) Fruit Growing in Latvia – Industry and Science. *Proc. of the Latvian Academy of Sciences*, Vol. 71, p. 237–247.
6. Kaur P., Sikka K., Wang W., Belongie S., Divakaran A. (2019) FoodX-251: A Dataset for Fine-grained Food Classification. [Tiešsaiste] [skatīts 2021. g. 16. jūn.] Pieejams*:* https://arxiv.org/abs/1907.06167.
7. Kodors S., Lacis G., Zhukov V., Bartulsons T. (2020) Pear and Apple Recognition Using Deep Learning And Mobile. ***In:*** *Proceedings of 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development*. Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, Latvia, p. 1795–1800.
8. Krizhevsky A. (2009) Learning Multiple Layers of Features from Tiny Images. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 11. febr.]. Pieejams: https://www.cs.toronto.edu/~kriz/learning-features-2009-TR.pdf.
9. Mureşan H., Oltean M. (2018) Fruit Recognition from Images Using Deep Learning. *Acta Universitatis Sapientiae, Informatica,* Vol. 10(1), p. 26–42.
10. Patocchi A., Wehrli A., Dubuis P–H., et al. (2020) Ten Years of VINQUEST: First Insight for Breeding New Apple Cultivars With Durable Apple Scab Resistance. *Plant Disease*, Vol. 104, p. 2074–2081.
11. Sokolova O., Moročko-Bičevska I., Bankina B. (2014) Review of the Pear Scab Caused by *Venturia pyrina*. ***In:*** *Annual 20th International Scientific Conference Proceedings, "Research for Rural Development"* Jelgava, Latvia, 21–23 May 2014. Vol. 1, p. 26–33.
12. Thapa R., Zhang K., Snavely N., Belongie S., Khan A. (2020) The Plant Pathology Challenge 2020 Data Set to Classify Foliar Disease of Apples. [Tiešsaiste] [skatīts 2021. g. 16. jūn.] Pieejams*:* https://arxiv.org/abs/2004.11958.

PLŪMJU ŠĶIRNES UZ AUGUMU SAMAZINOŠA POTCELMA SATUVINĀTOS STĀDĪŠANAS ATTĀLUMOS

GROWING OF PLUM CULTIVARS WITH GROWTH REDUCING ROOTSTOCK AT CLOSE PLANTING DISTANCES

Ilze Grāvīte, Edīte Kaufmane
LLU APP Dārzkopības institūts
ilze.gravite@llu.lv

Abstract. *In order to determine the compatibility of the Wangenheim prune seedling on a growth-reducing rootstock with 12 cultivars growing in Latvia, as well as the suitability of these combinations for growing at close planting distances, a planting at a distance of 1.5x4 m was established in the spring of 2012 at the Institute of Horticulture. Throughout the study, dead trees were identified and trunk circumferences were measured, as well as the following parameters were evaluated: the yield per tree, average fruit mass and harvest efficiency kg cm^{-2}. The Wangenheim rootstock had good compatibility with the evaluated cultivars. The most significant frost damage occurred after the winter of 2014 for the cultivar 'Stanley', the wood damage for the cultivar 'Ance'. The cultivars were sorted into three groups based on the harvest efficiency: high yield cultivars with an efficiency above 0.20 kg cm^{-2}; cultivars with a medium efficiency of 0.11 to 0.19 kg cm^{-2}; lower efficiency cultivars with an efficiency up to 0.10 kg cm $^{-2}$. The most productive cultivars were 'Ance', 'Duke of Edinburgh' and 'Experimentalfeltet' in the close distance planting. Cultivars were grouped into three groups according to the crown formation: Group 1 – cultivars with strong crown formation which are unfit for growing in close proximity: 'Kijevas Vēlā , 'Zarechnaya Ranyaya', 'Aleinaya'; Group 2 – cultivars with the strong crown formation that do not fill their allocated growing space and are more difficult to harvest from: 'Ave', 'Lāse'; Group 3 – cultivars with crowns of the middle strength and good branching, which adequately fill in their growing space: 'Ance', 'Edinburgas Hercogs', 'Jubileum', 'Oda', 'Stanley', 'Experimentalfeltet', 'Julius', 'Kressu'.*

Key words: *P. domestica* L., *crown formation, harvest efficiency.*

Ievads

Augumu samazinošie potcelmi dod iespēju iegūt mazākus kokus, agrāku ražu un straujāku ražas kāpumu, efektīvāku lauksaimniecībā izmantojamās zemes platības izlietojumu. No mājas plūmēm (*P. domestica*) izdalītais auguma samazinošais potcelms Vangenheima cvečes (Vangenheima) saskaņā ar literatūras datiem augumu samazina par 35–40%, bet ražas efektivitāte vidēji pa šķirnēm ir par 30.5% augstākā, salīdzinot ar biežāk lietoto sēklaudžu potcelmu *P. cerasifera* (Blažek et al., 2004). Ja Eiropas centrālajā daļā augumu samazinošos potcelmus plūmēm lieto plaši (Mika et al., 2012; Głowacka, Rozpara, 2018), tad Latvijā to izmantošana nav populāra. Lai gan mazāka auguma koki ar smalkākiem zariem un kompaktāku vainagu ir piemēroti ne tikai komercdārziem, bet arī mazdārziņiem, tomēr kokaudzētavas šobrīd reti piedāvā šādus stādus. Jau vairākos pētījumos Dārzkopības institūtā ir veikta dažādu šķirņu pārbaude uz Vangenheima potcelma. Viens no pirmajiem pētījumiem noritēja laika posmā no 1999. līdz 2012. gadam ar dažādām renklodēm ('Renklod Uļjaņiščeva', 'Reformu Renklode', 'Ulenas Renklode', 'Melnā Renklode', 'Renklod Raņņij Doņeckij', 'Zaļā Renkolde') (Grāvīte, Kaufmane, 2013). Uz šī potcelma 2009. gadā tika ierīkots stādījums ar šķirnēm 'Altāna Renklode' un 'Violetta'. Ja Eiropas centrālajā daļā vairākās publikācijās tiek norādīts uz Vangenheima labajām īpašībām (Rozpara, Grzyb, 2007; Grzyb, Sitarek, Kozinski, 1998), tad ziemeļu daļā pētījumu rezultāti ir pretrunīgi. Norvēģijā veiktā pētījumā ar sešām šķirnēm un četriem potcelmiem uz Vangenheima cvečes potcelmiem pirmajos gados bojā gājuši vairāk koku un ražas apjomi bijuši būtiski zemāki visām šķirnēm, salīdzinot ar citiem pētījumā izmantotajiem potcelmiem (Meland, 2010).

ZM finansēta projekta "Integrētai un bioloģiskai audzēšanai piemērotu ābeļu, plūmju un ķiršu šķirņu un potcelmu pārbaude dažādos reģionos un to audzēšanas tehnoloģiju izstrāde" ietvaros, Dārzkopības institūtā no 2015. līdz 2020. gadam tika pētīts Vangenheima potcelms kombinācijā ar 12 šķirnēm, novērojot krasi atšķirīgus meteoroloģiskos apstākļus gan starp veģetācijas, gan miera periodiem. Pēc aukstām un bargām ziemām (2007. gadā pēc janvāra–februāra temperatūras svārstībām lielākā daļa valsts dārzu neražoja; 2012. un 2014. gadā ilgstošā sala un kailsala rezultātā daļa koku (īpaši

sakņu sistēma) izsala), pēc ļoti slapja veģetācijas perioda 2017. gadā, pēc ļoti sausas veģetācijas sezonas 2018., 2019. gadā, pēc zemām un arktiskām temperatūrām maija sākumā 2019., 2020. gadā – visi stādījumā esošie koki uz šī potcelma izdzīvoja un turpināja ražot.

Līdzīgi kā ābelēm, arī plūmēm uz augumu samazinošajiem potcelmiem novērots straujāks ražas kāpums, turpretī koka mūžs ir īsāks. Visbūtiskāk koka mūžu ietekmē vainagu veidošanas sistēma un atjaunošana, kā arī tas, kā notiek stādījumu kopšana.

Pētījuma mērķis bija noteikt Vangenheima potcelma un šķirņu saderību Latvijas apstākļos, vērtēt šķirņu spēju aizpildīt kokam atvēlēto augšanas vietu un ražošanas apjomus stādījumā satuvinātos attālumos.

Materiāli un metodes

Pētījums ierīkots 2012. gada pavasarī, stādot viengadīgus kokus 4 × 1.5 m attālumā (1666 koki ha^{-1}, tradicionāli – 5 × 3 metri jeb 666 koki ha^{-1}), 3 atkārtojumos pa trim kokiem. Tajā iekļautas šķirnes no mājas plūmju (*P. domestica*) grupas 'Ance', 'Jubileum', 'Kijevas Vēlā', 'Edinburgas Hercogs', 'Ave', 'Oda', 'Lāse', 'Stenlijs', 'Aļeinaja', 'Zarečnaja Raņņaja', 'Eksperimentālfeltets', 'Kressu' uz Vangenheima potcelma.

Vainagi veidoti pēc slaidās vārpstas principa – pamatzaru ieveidošana vainaga lejasdaļā un klājzari vainaga augšējā daļā – saglabājot piramidālu vainaga formu. Klājzari un augļzari, izvērtējot to kvalitāti, regulāri atjaunoti. Koku augums ierobežots 3.00–3.50 m augstumā. 2018. gada pavasarī veikta vainagu mehanizēta apgriešana (skat. 1. att.). Balstu sistēma un apūdeņošana nav izmantota. Apdobes mulčētas ar lapu koku šķeldu, rindstarpās sēts zālājs, kas veģetācijas periodā regulāri pļauts, to sasmalcinot un atstājot dārzā.

1. att. Koku mehanizētā vertikālā veidošana un ražošana pēc veidošanas.
Fig.1. Mechanical vertical pruning of trees and production after pruning.

No 2013. līdz 2020. gadam mērīts stumbra šķērsgriezuma laukums (SŠL, cm^{-2}) 20 cm augstumā no augsnes virskārtas. No 2015. līdz 2020. gadam vērtēta raža no koka (kg) un augļu vidējā masa (g), pēc iegūtajiem datiem aprēķināta vidējā raža no koka (kg) (tai skaitā 2017. gadā, kad raža lielākajai daļai koku nebija) un kopraža (kg). Veikta plūmju šķirņu grupēšana pēc ražas efektivitātes jeb raža uz stumbra šķērsgriezuma laukumu (kg cm^{-2}). Šķirņu sagrupēšana trīs grupās veikta pēc vizuālā novērtējuma par vainaga veidošanos un tā ietekmi uz vainagu veidošanu.

Izmēģinājums iekārtots Vkg augsnē, granulometriskais sastāvs sM. Augsnes reakcija pH KCl 6.5, organiskās vielas 2.9%, P_2O_5 – 318 mg kg^{-1} augsnes, K_2O – 356 mg kg^{-1} augsnes pēc 2010. gada veiktās kartēšanas datiem.

Pamatmēslojums netika dots, bet, sākoties ražošanai, veikta papildmēslošana ar kompleksajiem minerālmēsliem, dodot ~50 g uz koku (83 kg h^{-1}): a) sākotnēji no 2015. līdz 2018. gadam NPK 6-5-20 (Mg–3; S–11; B–0.05; Cu–0.1; Fe–0.1; Mn–0.7; Mo–0.01; Zn–0.1; Se–0.0006); b) palielinoties ražai un samazinoties veģetatīvajam pieaugumam, no 2019. līdz 2020. gadam NPK (Mg), (S) 11-11-21 un mikroelementus (Mg–1.6; S–10; B–0.05; Cu–0.03; Fe–-0.08; Mn–0.25; Mo–0.002; Zn–0.04) ar zemu hlora saturu.

Izmēģinājumā veiktie smidzinājumi 2019., 2020. gadā:

- pirms veģetācijas uzsākšanas (AS 01–03, pēc Valsts augu aizsardzības dienesta izstrādātās augu attīstības stadiju skalas) fungicīds *Čempions*;
- salnu bojājumu samazināšanai 2019. gadā lietots mēslošanas līdzeklis *Microcat Ca-B* (papildu darbība ir apaugļošanās stimulēšana mēslojuma sekmīgākai uzņemšanai);
- salnu bojājumu samazināšanai 2020. gadā lietots *Greenstim* (+ saistviela *Bona Gold*);
- agresīvāku nezāļu ierobežošanai virs mulčas glifosāts *Gallup Super 360*;
- augļu tinēja pirmās un otrās paaudzes ierobežošanai insekticīds *Fastac 50 EC* un *Karate Zeon* saskaņā ar VAAD novērojumiem par tinēja izlidošanu un kāpuru šķilšanos;
- laputu masveidīgās izplatīšanās ierobežošanai (2020. gadā) insekticīds *Teppeki*;
- lapu sausplankumainības ierobežošanai fungicīds *Effector* vai *Dithane NT* pēc pirmo pazīmju konstatēšanas;
- ja pēc VAAD novērojumu datiem un meteoroloģiskajām prognozēm iespējama strauja augļu puves (*Monilia* spp.) izplatība, fungicīds *Chorus*;
- karstos periodos masveidīgas ērču (*Panonychus ulmi* un *Aculus fockei*) izplatības ierobežošanai akaricīds *Envidors*.

Pētījuma periodā **meteoroloģiskie apstākļi** bijuši izteikti atšķirīgi gan ziemas, gan vasaras periodā – 2014. gads sākās ar trīs nedēļu kailsalu februārī, ziedēšana sākās agri, 22. aprīlī, bet, pazeminoties gaisa temperatūrai, atsevišķām šķirnēm tika traucēta apaugļošanās un daļa augļaizmetņu jau pirms jūnija nobires nodzeltēja. 2015. gadā vēsie un vējainie meteoroloģiskie apstākļi pēc ziedēšanas šķirnēm samazināja apaugļošanās kvalitāti, bet vēsā vasara ietekmēja augļu veidošanos. Ražas ienākšanās visām šķirnēm bija 2–2.5 nedēļas vēlāka, dažām šķirnēm pat būtiski mainīja augļu ienākšanās laiku. 2017. gada pavasarī novērots sals, kas bojāja jauno dzinumu galotnes, kā arī ziedpumpurus. Izteikts mitruma trūkums un vēsie laika apstākļi augļu veidošanās laikā izraisīja augļu priekšlaicīgu nobiršanu. Savukārt vasaras beigās un rudenī ilgstošās lietavas kavēja dzinumu nobriešanu. 2018. gadā līdz pat februārim temperatūra nenokritās zem 0 ºC, no 5. februāra temperatūra pazeminājās, sniegs ~20 cm, no 23. februāra naktīs līdz –20 ºC, dienas ļoti saulainas. Vēlākā pavasarī, uzsākoties straujai sulas cirkulācijai, tika veicināta stumbru plašu bojājumu veidošanās dažādās stumbra un vainaga daļās. Visām šķirnēm ziedēšana un augļu aizmešanās bija bagātīga, taču sausās veģetācijas dēļ tie bija sīki, neatkarīgi no retināšanas, kas būtiski ietekmēja augļu vidējo masu. Arī 2019. gada veģetācijas sezona bija ļoti sausa. Tā iesākās ar zemu temperatūru (vietām līdz –5 ºC) ziedēšanas laikā maija pirmajās dienās. Vērtējot sala bojājumus vizuāli, aptuveni 75% ziedu bija ar salušām drīksnām. Izmēģinājumos esošām šķirnēm aizmetās tikai 20–25% augļu. 2020. gada veģetācijas periods sākās ar prognozi par strauju temperatūras pazeminājumu, bet solītais aukstums būtiskus bojājumus neizraisīja. Ziedēšanas laikā zemā gaisa temperatūra apgrūtināja apaugļošanos un vairumam šķirņu otrās nobires laikā liela daļa no augļaizmetņiem nobira.

Veikta **datu matemātiskā apstrāde** ar SPSS programmu, ranžējot datus ar "Tukey" testu, kā arī vienfaktora dispersijas analīze "MS Excel" programmā pie 95% ticamības.

Rezultāti un diskusija

Visā koku augšanas laikā no 2012. gada līdz 2020. gadam netika novēroti ļoti būtiski bojājumi kokiem uz Vangenheima potcelmiem, salīdzinot ar tiem, kas stādīti uz tradicionālā potcelma *P. cerasifera*. Konstatētas atšķirības pa šķirnēm. Uz Vangenheima potcelma šķirnei 'Stanley' pēc 2014. gada kailsala 25% kokiem cieta koksne, un tie pakāpeniski aizgāja bojā. Koksnes bojājumi pēc 2018. gada ziemas novēroti šķirnēm 'Kijevas Vēlā', 'Jubileum' un 'Ance'. Salīdzinot ar citviet veiktajiem pētījumiem, dati par lielākiem koku bojājumiem ir Norvēģijā, kur pēc pirmās sezonas trim šķirnēm ('Viktorija', 'Edda' un 'Reeves') uz šī potcelma izdzīvojuši vien 40%, salīdzinot ar citiem pētījumā iekļautajiem potcelmiem (Meland, 2010).

Vērtējot izmēģinājumā iekļauto šķirņu augšanas raksturu satuvinātos attālumos, veikta to grupēšana:

1. **grupa. Spēcīgus vainagus veidojošas šķirnes**, kas agresīvi aizņem gan savu, gan blakus augošā koka vietu. To ierobežošanai veicot spēcīgu vainaga veidošanu, augļzari nepaspēj atjaunoties un samazinās ražas efektivitāte. Vainaga centrālā daļa atkailinās, un raža strauji krītas.

2. grupa. Stāvus vainagus veidojošas šķirnes, kas neaizņem savu augšanas vietu, jo zarojums veidojas ar šauriem atzarošanās leņķiem. Tie ir grūti veidojami, ražas novākšana ir apgrūtināta.

3. grupa. Vidēji spēcīga auguma šķirnes, kas vienmērīgi aizņem sev atveltīto augšanas vietu, labi atjauno augļzarus, saglabājot ražošanu. Šīm šķirnēm jāveic vainagu atjaunojošā apgriešana, lai nepieļautu vainagu priekšlaicīgu novecošanos.

Vērtējot koka augšanas apmērus, kā vienu no raksturlielumiem pieņemts vērtēt stumbra šķērsgriezuma laukumu (SŠL). Pastāv uzskats, ka SŠL un koka augumam pastāv zināma korelācija. Satuvinātos stādīšanas attālumos, kad vainagu veidošana tiek veikta, ierobežojot augšanu gan rindstarpas virzienā, gan starp kokiem, SŠL vairs nenorāda kā būtiskāko rādītāju. Laika posmā no 2015. līdz 2020. gadam, mērot stumbra apkārtmēru un aprēķinot SŠL, spēcīgāk augošie koki bija šķirnēm 'Kijevas Vēlā', 'Aļeinaja' un 'Edinburgas Hercogs' (skat. 2. att.).

2. att. Vidējais stumbra šķērsgriezuma laukums plūmju šķirnēm 2013.–2020. gadā (a–d sadalījums pēc "Tjukey" kritērija, kur a apzīmē lielāko vērtību): pelēks – spēcīgu vainagu veidojošās šķirnes; zils – stāvu vainagu veidojošās šķirnes; zaļš – vidēji spēcīgu vainagu veidojošās šķirnes.

Fig.2. Average of the trunk cross section area (TCSA) of plum cultivars 2013–2020 (a-d distributed by Tjukey criteria, where "a" described the largest value): Grey – cultivars making a very strong crown; Blue – cultivars making a tall crown; Green – cultivars making a middle strong crown.

Salīdzinot līdzīga vecuma (6. augšanas gadā) koku SŠL rādītājus citos pētījumos, redzams, ka Polijā tas bijis vidēji 40.7 cm^{-2} (Mika et al., 2012), 51.3 cm^{-2} (Sosna, 2002), Čehijā 24.4 cm^{-2} (Blažek, Pištěková, 2012), Latvijā – 26.6 cm^{-2}.

Šķirnes 'Kijevas Vēlā' un 'Aļeinaja' standarta augšanas attālumos veido plašu vainagu ar platiem atzarošanās leņķiem un spēcīgām zaru pamatnēm. Ierobežojot to augšanu platumā, lielākā daļa augļzaru tiek apgriezti, atkailinot vainagu centrālo daļu. Šī iemesla dēļ ražošanas efektivitāte strauji samazinās. Savukārt šķirne 'Oda' optimāli aizņem sev atveltīto zarošanās vietu (skat. 3. att.).

a) b)

3. att. Šķirnes 'Kijevas Vēlā' (a) (1. grupa) un 'Oda' (b) (3. grupa) vainags.

Fig.3. The crown of the cultivars 'Kijevas Vēlā' (a) (1st group) and 'Oda' (b) (3rd group).

Vērtējot šķirņu izvēli stādījumā, jāņem vērā gan to kvantitatīvais, gan kvalitatīvais raksturs. Vangenheima potcelms pēc citu valstu pētījumiem tiek minēts kā agrāka ražas sākuma veicinātājs (Blažek, Pištěková, 2012). Dobelē Dārzkopības institūtā pirmie augļi daļai šķirņu novākti jau otrajā augšanas gadā. Ražas uzskaite sākta vien 2015. gadā, jo 2014. gadā pēc nelabvēlīgiem ziemošanas apstākļiem lielākā daļa ziedpumpuru bija bojāti. Vērtēta vidējā raža no koka līdz 2020. gadam (skat. 4. att.), neizdalot no aprēķiniem 2017. gadu, kad ziediem izsala drīksnas un raža bija ļoti zema. Savukārt 2018. gadā ražas apjoms bija tik ievērojams, ka lielai daļai šķirņu būtiski samazinājās augļu vidējā masa. Ņemot vērā dažādos gadus, rezultātu vidējie rādītāji sniedz ieskatu šķirnes ražošanas raksturā. Audzētāju ziņā ir izvēlēties, kam izvirzīt prioritātes – ražas vai augļu lielumam.

4. att. Vidējā plūmju raža no koka (kg) un augļu vidējā masa (g).
Fig. 4 Average plum yield per tree (kg) and average fruit weight (g).

Vērtējot ražošanas efektivitāti (kg cm^{-2}) pa gadiem, var redzēt ražošanas periodiskumu. Ne vienmēr to nosaka šķirnes raksturs. Kā jau iepriekš minēts, nelabvēlīgie meteoroloģiskie apstākļi koriģēja ražas apjomus. Šķirnes tika iedalītas trīs grupās pēc ražošanas efektivitātes vidējā rādītāja: augstražīgākās šķirnes virs 0.20 kg cm^{-2} (skat. 5. att.); vidējas ražas efektivitātes šķirnes no 0.11 līdz 0.19 kg cm^{-2} (skat. 6. att.); zemākas ražas efektivitātes šķirnes līdz 0.10 kg cm^{-2} (skat. 7. att.).

Norvēģijā veiktajā pētījumā, vērtējot ražas efektivitāti augšanas 7. gadā, tā vidēji starp šķirnēm bijusi 0.252 kg cm^{-2} (Meland, 2010).

Vērtējot augstražīgākās šķirnes mūsu apstākļos, vidēji pa visiem gadiem labākās ražas devusi šķirne 'Ance', pa gadiem ir novērojamas svārstības, kas pārsvarā ir meteoroloģisko apstākļu izraisītas. Šai šķirnei 2019. gadā vēso pavasaru temperatūru dēļ izpaudās nepilnīga apaugļošanās, un būtiska daļa no asimetriskajiem augļaizmetņiem nobira. Šķirnēm 'Eksperimentālfeltets' un 'Edinburgas hercogs' ražības svārstības pa gadiem mazāk izteiktas (5. att.).

5. att. Ražas efektivitāte (raža no SŠL, kg cm^{-2}) augstražīgākām šķirnēm.
Fig. 5. Harvest efficiency (the yield per TCSA, kg cm^{-2}) for high yielding cultivars.

Šķirnēm ar vidēju ražošanas efektivitāti (skat. 6. att.) būtiski atšķiras vien 2018. gads – īpaši šķirnēm 'Zarečnaja Raņņaja' un 'Oda', kam raža bija liela, bet augļi sīki. Šķirnei 'Zarečnaja Raņņaja' 2018. gadā augļaizmetņu retināšana tika veikta, gan saīsinot garos zaru posmus, gan pašus augļaizmetņus, bet nākamajos augšanas gados ražas efektivitāte strauji kritās, augļzariem lēnām atjaunojoties. Satuvinātos audzēšanas attālumos šķirnei ir sarežģīta vainagu veidošana. Pircēju iemīļotā šķirne 'Jubileum' pa gadiem uzrāda ražības svārstības, bet to augļu vidējā masa un kvalitāte ir augsta. Arī pēc vainaga veidošanās tā atbilst audzēšanai satuvinātos attālumos. Nevienā no gadiem šķirnei nav veikta augļaizmetņu retināšana, kas komerciālās platībās ir būtisks darbu samazinājums. Šajā grupā ietilpst arī spēcīgi augošā šķirne 'Kijevas Vēlā', kam izteiktas ražas svārstības novērojamas pēc katra gada, kad veikta vainaga atjaunošana. Satuvinātos attālumos šo šķirni audzēt ir sarežģīti specifiskās vainagu veidošanas dēļ. Izņēmums varētu būt gadījumos, ja precīzu vainagu atjaunošanu veiktu katru gadu, taču tā īstenošana varētu būt sarežģīta komercdārzos, kas vienlaikus radītu papildu slodzi izturībai pret koksnes slimībām.

6. att. Ražas efektivitāte (raža no SŠL, kg cm^{-2}) vidēji augstražīgām šķirnēm.
Fig. 6. Harvest efficiency (the yield per TCSA, kg cm^{-2}) for middle yielding cultivars.

Zemākas ražošanas efektivitātes grupā (skat. 7. att.) ir šķirnes, kam vidēji pa gadiem ražība bijusi līdz 0.9 kg cm^{-2}. No šīs grupas grūti veidojams vainags, kuru sarežģīti ietilpināt kokam atvēlētajā vietā, ir šķirnei 'Aļeinaja'.

7. att. Ražas efektivitāte (raža no SŠL) zemākas ražības šķirnēm.
Fig. 7. Harvest efficiency (the yield per TCSA), kg cm^{-2} for lower yielding cultivars.

Tā uzrāda izteikti periodisku ražu, kas daļēji varētu būt saistīts ar vainagu atjaunošanu, jo zari veidojas plati izvērsti un tie ir spēcīgi jāapgriež, tāpat arī ziedpumpuri šai šķirnei veidojas izteikti periodiski. Vienus no augstākajiem ražības rādītājiem šajā grupā sasniedza šķirne 'Kressu', kurai pēdējos trīs gadus ražība ir bijusi laba. Tas skaidrojams ar lēni augošu koku, kas veido vidēji smalku vainagu, un, lai sasniegtu zināmu ražību, ir nepieciešams ilgāks laiks. Šīs šķirnes galvenā priekšrocība ir izteikti agrais ienākšanās laiks – 2019. gadā tas bija 10. jūlijā. Šajā grupā ietilpst arī abas šķirnes, kas veido stāvu vainagu un neaizpilda sev atvēlēto augšanas vietu. Komerciālos stādījumos šādas šķirnes

audzēt nebūs rentabli, jo, ražu vācot pakāpeniski vairākos vākumos, ir nepieciešams papildu aprīkojums, kas krietni sadārdzinās ražas novākšanu.

Secinājumi

1. Vangenheima cvečes sēklaudžu potcelms Latvijas dārzos ar Latvijā audzētajām šķirnēm sader un jūtas labi. Pirmajos augšanas gados, lai izvairītos no sakņu sistēmas bojājumiem, kā arī efektīvāk ierobežotu nezāļu augšanu un herbicīdu lietošanu, ieteicams mulčēt apdobi.
2. Audzēšanai satuvinātos attālumos, izvēloties šķirnes, lielāka uzmanība jāpievērš šķirņu zarošanās raksturam un zaru augšanas agresivitātei, ne tik daudz veģetatīvajiem parametriem – stumbra apkārtmēram vai šķērsgriezuma laukumam, kas kā augšanas raksturlielumi vērtēti zinātniskās publikācijās.
3. Izvērtējot gan iekļaušanos audzēšanai atveltītajā vietā, gan ražas efektivitāti, no pētījumā iekļautajām šķirnēm ieteicams audzēt šādas šķirnes – 'Ance', 'Edinburgas Hercogs', 'Jubileum', 'Oda', 'Eksperimetālfeltets'. Šķirne 'Kressu' audzētājiem šķiet interesanta ļoti agrā ražošanas sākuma dēļ, taču to raksturo lēns ražas kāpums.
4. Satuvinātos attālumos neieteiktu audzēt šķirnes 'Kijevas Vēlā', 'Aļeinaja', 'Zarečnaja Raņņaja'.

Izmantotā literatūra

1. Blažek J., Pištěková I. (2012). Final evaluation of nine plum cultivars grafted onto two rootstocks in a trial established in 1998 at Holovousy. *Journal of Hort. Sci.* (Prague), Vol. 39 (3), p.108–115.
2. Blažek J., Vávra R., Pištěková I. (2004). Orchard performance of new plum cultivars on two rootstocks in a trial at Holovousy in 1998–2003. *Journal of Hort. Sci.* (Prague), Vol. 31 (2), p. 37–43.
3. Głowacka A., Rozpara E. (2018). Effect of rootstocks on the growth and yielding of sharka-resistant 'Jojo' plum trees under organic orchard conditions. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering,* Vol. 63(3), p. 16–19.
4. Grāvīte I., Kaufmane E. (2013). Mājas plūmju (*P. domestica* L.) šķirņu salīdzināšanas rezultāti uz Vangenheima cvečes sēklaudžu potcelmiem. ***No:*** *Lauksaimniecības zinātne veiksmīgai saimniekošanai*, zinātniski praktiskās konferences raksti, (2013. gada 21.–22. februāris), LLU: Jelgava. 122–125. lpp.
5. Grzyb Z. S., Sitarek M., Kozinski B. (1998). Effect of different rootstocks on growth, yield and fruit quality of four plum cultivars (in central Poland). ***In***: *Breeding and Pomology*, proceedings of the VIth International Symposium on Plum and Prune Genetics, 18–22 August, 1997 Warszawa-Skierniewice, Poland: ISHS: Fruit Section., p. 239–242.
6. Meland M. (2010). Performance of six European plum cultivars on four plum rootstocks growing in a northern climate. *Acta Agriculturae Scandinavica* Section B. *Soil and Plant Science,* Vol. 60, p. 381–387.
7. Mika A., Wawrzyńczak P., Buler Z., Konopacka D., Konopacki P., Krawiec A., Białkowski P., Michalska B., Plaskota M., Gotowicki B. (2012). Mechanical harvesting of plums for processing with a continuously moving combine harvester. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research,* Vol. 20(1), p. 29–42.
8. Rozpara E., Grzyb Z. S. (2007). Growth, Yield and Fruit Quality of Eighteen Plum Cultivars Grafted on Two Rootstocks. ***In***: *Breeding and Pomology,* proceedings of the VIIIth International Symposium on Plum and Prune Genetics, 5–9 September, 2004, Lofthus, Norway: ISHS: Section Pome and StoneFruits, p.157–161.
9. Sosna I. (2002). Growth and cropping of four plum cultivars on different rootstocks in south western Poland. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research,* Vol.10: p. 95–103.
10. Sosna I., Licznar-Małańczuk M. (2012). Growth, yielding and tree survivability of several apricot cultivars on Myrobalan and 'Wangenheim prune' seedlings. *Acta Sci. Pol.*, Hortorum Cultus Vol. 11(1), p. 27–37.

AVEŅU ŠĶIRŅU PIEMĒROTĪBA INTEGRĒTAI AUDZĒŠANAI ATKLĀTĀ LAUKĀ

ADAPTABILITY OF RASPBERRY CULTIVARS FOR INTEGRATED PRODUCTION IN OPEN FIELDS

Sarmīte Strautiņa, Valda Laugale, Inta Krasnova
Dārzkopības institūts ("LatHort")
sarmite.strautina@llu.lv

Abstract. *According to the statistical data, in 2020 raspberries were grown in 226 ha in Latvia. The average raspberry yield is still low (according to statistics of 1.5 t ha^{-1}). The low level of agrotechnics and the lack of suitable cultivars are the main causes for a low yield. Winter hardiness is one of the crucial criteria for cultivars. During the period of 2018–2020, the evaluation of floricane raspberry cultivars was carried out at LatHort in Dobele in order to assess their suitability for integrated growing. 10 floricane raspberry cultivars were evaluated: 'Glen Doll', 'Glen Magna', 'Glen Rosa', 'Glen Moy', 'Maurin Makea', 'Jenkka', 'Reveille', 'Jatsi', 'Nova' and 'Gatineau'. In this period, the highest average yield was for the cultivars 'Nova' – 8.4 t ha^{-1}, 'Jenkka' – 7.4 t ha^{-1} and 'Reveille' – 7.3 t ha^{-1}, while the average weight of fruits for these cultivars did not exceed 2.5 g. Three year average results show that the largest average fruit weight was for the cultivars 'Glen Magna' (4.2 g) and 'Glen Moy' (3.0 g). Berries of the cultivar 'Jatsi' had the highest content of Vitamin C and total phenols therefore it is recommended for processing.*
Key words: *floricane raspberry, yield, fruit weight, biochemical content.*

Ievads

Saskaņā ar 2020. gada LAD datiem avenes Latvijā aizņem 226 ha. Salīdzinot ar upenēm, stādījumu platība ir neliela, bet ogu pieprasījums tirgū vienmēr ir augsts. Lielākās platības joprojām aizņem vasaras avenes, lai gan ik gadu pieaug arī rudens aveņu platība. Pēc CSP datiem aveņu ražas ir ļoti zemas un nepārsniedz vidēji 1.5 t ha^{-1}, kaut gan, izvēloties piemērotas šķirnes un atbilstošu agrotehniku, kā arī audzēšanu tuneļos, ražas sasniedz pat 11–13 t ha^{-1}. Izvēloties šķirnes, aveņu sekmīgai audzēšanai būtisks nosacījums ir šķirņu ekoloģiskais plastiskums, kas ietver ne tikai šķirņu ziemcietību vasaras avenēm, bet arī pielāgošanās spēju nelabvēlīgiem augšanas apstākļiem. Pašreizējā situācijā, kad jaunas šķirnes tiek ievestas galvenokārt no Rietumeiropas, sortimentā trūkst vasaras aveņu šķirnes ar augstu ziemcietību. Lai izvērtētu aveņu šķirņu piemērotību audzēšanai Latvijas apstākļos, Dārzkopības institūtā tika ierīkots izmēģinājums vasaras avenēm. Pētījuma mērķis bija izvērtēt 10 vasaras aveņu šķirņu piemērotību audzēšanai Latvijas apstākļos, to ražības parametrus un ogu kvalitāti.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums ierīkots Dārzkopības institūtā (DI) Dobelē 2016. gada rudenī. Augsnes raksturojums: velēnu karbonātu, smags smilšmāls, satur 2.3% organiskās vielas, 220 mg kg^{-1} P_2O_5, 260 mg kg^{-1} K_2O, 1165 mg kg^{-1} Mg, 1580 mg kg^{-1} Ca. Augsnes reakcija pH KCl – 6.7. 2018. gada rudenī stādījumā ierīkota pilienveida apūdeņošana. Katru gadu pavasarī stādījums mēslots ar komplekso mēslojumu Cropcare 11–11–21, izkaisot to apdobes joslā. Pirms pumpuru plaukšanas smidzināts fungicīds Champion 50 WG. Lai novērstu aveņu vaboles kāpuru savairošanos, aveņu ziedēšanas sākumā veikts smidzinājums ar insekticīdu.

Izmēģinājumā iekļautas šķirnes: Skotijā selekcionētas augstražīgas šķirnes ar labu ogu kvalitāti ('Glen Doll', 'Glen Magna', 'Glen Rosa', 'Glen Moy'), šķirnes ar augstu ziemcietību, kuras selekcionētas Somijā ('Maurin Makea', 'Jenkka', 'Jatsi'), ASV ('Reveille') un Kanādā ('Nova', 'Gatineau').

Izmēģinājumu periodā laika posmā no janvāra līdz martam vidējā gaisa temperatūra, kas zemāka par –5 °C, novērota tikai 2018. gadā (skat. 1. att.). Zemākās gaisa temperatūras 2018. gadā tika konstatētas februāra III dekādē (–21.7 °C) un marta I dekādē (–18.3 °C). 2019. gadā zemākā temperatūra (–15.7 °C) novērota janvāra III dekādē. Salīdzinoši zemas temperatūras pētījuma gados novērotas arī aprīļa beigās un maija sākumā, kas ietekmēja augu attīstību un ziedēšanas sākumu.

1. att. Vidējā gaisa temperatūra no janvāra līdz oktobrim 2017.–2020. gadā.
Fig. 1. *Monthly average air temperature from January to October in 2017–2020.*

Augstākās maksimālās gaisa temperatūras novērotas 2018. gadā periodā no maija III dekādes līdz augusta III dekādei. Zemākās maksimālās temperatūras konstatētas 2017. gadā, kas bija vēsākais visa novērojumu periodā.

Laikā no maija sākuma līdz oktobra beigām kopējais nokrišņu daudzums 2020. gadā (302 mm) bija tuvs 2019. gada (298 mm) un 2017. gada rādītājiem (300 mm). Vismazākais nokrišņu daudzums veģetācijas periodā novērots 2018. gadā (162 mm) (skat. 2. att.), tomēr izšķiroša nozīme nokrišņu nodrošinājumam bija augiem kritiskajos attīstības posmos – ziedēšanas, ogu attīstības un nogatavošanās periodā.

2. att. Nokrišņu summas pa mēnešiem no janvāra līdz oktobrim 2017.–2020. gadā.
Fig. 2. Monthly rainfall amounts from January to October in 2017–2020.

Izmēģinājumā vērtēta raža g no auga (krūma), vienas ogas vidējā masa g. Aveņu dzinumu bojājumi vērtēti vizuāli ballēs (1–9), kur 1 – pazīme neparādās, 9 – maksimāla pazīmes izpausme. Augu vispārējais stāvoklis vērtēts ballēs (1–9), kur 1 – auga virszemes daļa aizgājusi bojā, 9 – augs teicamā stāvoklī. Ziedēšanas intensitāte vērtēta ballēs 1–9, kur 1 – augs nezied, 3 – vāja ziedēšana, 5 – mērena ziedēšana, 7 – intensīva ziedēšana, 9 – ļoti intensīva ziedēšana. Ziedēšanas intensitāte vērtēta pilnzieda laikā, kad atvērušies vairāk nekā 50% ziedu. Ogu sensorās īpašības vērtētas ballēs (1–5), kur 1 – ļoti zems vērtējums, 5 – augstākais novērtējums. Ogu bioķīmiskās analīzes veiktas DI bioķīmijas laboratorijā pēc vispārpieņemtās metodikas.

Datu apstrādei izmantotas aprakstošās statistikas metodes. Dati apstrādāti "MS Excel" datorprogrammā.

Rezultāti un diskusijas

Pētījumu periodā ziemas sala bojājumi avenēm netika novēroti, tomēr, vērtējot augu vispārējo stāvokli pēc ziemošanas ziedēšanas laikā, varēja novērot atšķirības augļzaru attīstībā un ziedēšanas intensitātē. Lai gan šīs atšķirības nebija matemātiski būtiskas ne starp šķirnēm, ne novērojumu gadiem, tomēr daļai šķirņu tika novērotas ievērojamas atšķirības pa gadiem augu vispārējā stāvokļa vērtējumā. Visveselīgākie dzinumi bija šķirnēm 'Gatineu', 'Reveille', 'Jenkka', Glen Doll' un 'Jatsi' (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Aveņu augu vispārējais stāvoklis 2018.–2020. gadā
Condition of raspberry plants in 2018–2020

Šķirne/*Cultivar*	Augu vispārējais stāvoklis, ballēs 1–9 / *Condition of plants, points 1–9*			
	2018	2019	2020	vidēji 3 gados / *average of 3 years*
'Glen Doll'	5.0	6.7	9.0	6.9
'Glen Magna'	6.0	5.0	2.0	4.3
'Glen Rosa'	5.0	6.0	6.2	5.7
'Glen Moy'	7.0	5.8	6.2	6.3
'Maurin Makea'	7.0	7.0	3.0	5.7
'Jenkka'	6.0	8.0	4.0	6.0
'Reveille'	7.0	8.0	9.0	8.0
'Jatsi'	6.0	8.0	7.7	7.2
'Nova'	6.0	7.0	7.0	6.7
'Gatineau'	4.0	8.3	9.0	7.1

P šķirnēm/*cultivars* = 0.39.
P gadiem/*years* = 0.36.

Aveņu ziedēšanas sākums ik gadu atšķīrās. Visagrāk avenes sāka ziedēt 2018. gadā. Agrākās šķirnes 'Glen Rosa', 'Glen Moy', 'Reveille', 'Nova' un 'Gatineau' uzziedēja jau maija III dekādē. Arī 2019. gadā aveņu ziedēšana, salīdzinot ar daudzgadīgiem datiem, bija nedaudz agrāka un sākās jau maija III dekādes beigās, kas izskaidrojams ar augsto gaisa temperatūru, sākot no maija II dekādes. Augstā gaisa temperatūra 2019. gada jūnijā veicināja agrāku ogu nogatavošanos – jau jūnija III dekādē. 2020. gadā, salīdzinot ar daudzgadīgiem datiem, ziedēšanas sākums norisinājās nedaudz vēlāk – jūnija I dekādes beigās, kas izskaidrojams ar zemajām gaisa temperatūrām maija I un II dekādē. Šī iemesla dēļ par aptuveni 2 nedēļām aizkavējās arī ogu nogatavošanās sākums, salīdzinot ar 2019. gadu, bet, salīdzinot ar daudzgadīgiem novērojumiem, apmēram par nedēļu.

Aveņu ražība atšķīrās starp šķirnēm un pa gadiem, lai gan statistiski šīs atšķirības nebija būtiskas. Ražīgākā vidēji 3 gados bija šķirne 'Nova', kurai augstākā raža iegūta 2020. gadā (2. tab.). Labi ražoja arī šķirnes 'Jenkka', 'Reveille' un 'Jatsi'. Vismazākās ražas svārstības trijos gados novērotas šķirnei 'Reveille'.

Vērtējot ogu masu trīs gadu periodā (2018.–2020. gads), konstatētas būtiskas atšķirības gan starp šķirnēm ($p < 0.001$), gan vērtēšanas gadiem ($p = 0.0005$). Lielākā vidējā ogu masa šajā periodā bija

šķirnēm 'Glen Magna' – 4.2 g un 'Glen Moy' – 3.0 g. 2020. gadā vidējā ogu masa, kas pārsniedz 3.5 g, bija šķirnei 'Maurin Makea'.

2. tabula / *Table 2*

Aveņu šķirņu ražība Dobelē 2018.–2020. gadā
Productivity of raspberry cultivars in Dobele in 2018–2020

Šķirne/ *Cultivar*	**Raža no auga, g / *yield per plant, g***				**Vidējā ražība / *Average productivity,* t ha^{-1}**
	2018	**2019**	**2020**	**vidēji 3 gados / *average of 3 years***	
'Nova'	994.0	780.5	2654.8	1476.4	8.4
'Jenkka'	766.5	1603.4	1506.0	1292.0	7.4
'Reveille'	1460.7	1059.4	1304.2	1274.8	7.3
'Jatsi'	721.3	909.8	1259.9	963.7	5.5
'Gatineau'	254.3	763.0	1561.3	859.5	4.9
'Maurin Makea'	1057.7	790.0	385.0	744.2	4.2
'Glen Rosa'	1108.2	660.5	463.2	743.9	4.2
'Glen Moy'	820.3	308.7	589.2	572.7	3.3
'Glen Doll'	246.9	394.6	871.7	504.4	2.9
'Glen Magna'	627.7	134.7	173.8	312.1	1.8

P šķirnēm/*cultivars* = 0.1.
P gadiem/*years* = 0.25.

Ogu masu ietekmēja mitruma nodrošinājums ogu veidošanās un ražas vākšanas periodā. Mitruma nodrošinājuma ietekme uz ogu masu un kvalitatīvajām īpašībām novērota arī citiem ogulājiem (Krüger, 2009; Woznicki at al., 2016).

3. att. **Aveņu vidējā vienas ogas masa, g, 2018.–2020. gadā.**
Fig. 3. ***Average weight of one raspberry fruit, g, in 2018–2020.***

Pēc šķīstošās sausnas satura (vairāk nekā 11 °Brix) labākās šķirnes bija 'Glen Doll', 'Glen Magna' un 'Nova' (3. tab.). Visaugstākais C vitamīna saturs konstatēts šķirnei 'Jenkka' – 38.1 mg 100 g^{-1}, kas avenēm ir salīdzinoši augsts rādītājs, jo literatūrā bieži norādīts, ka avenes satur 4–20 mg 100 g^{-1} šī vitamīna (Исаева, 2005).

3. tabula / *Table 3*

Aveņu ogu bioķīmiskais sastāvs 2020. gadā
Biochemical content of raspberry fruits in 2020

Šķirne/ *Cultivar*	**Šķīstošā sausna / *Soluble solids,* °Brix**		**C vitamīns / *Vitamin C,* mg 100 g^{-1}**		**Kopējās skābes / *Total acids,* %**		**Antociāni/ *Anthocianyns,* mg 100 g^{-1}**		**Kopējie fenoli / *Total phenols,* mg 100 g^{-1}**	
	vidēji/ *average*	**STDEV**	**vidēji/ *average***	**STDEV**	**vidēji/ *average***	**STDEV**	**vidēji/ *average***	**STDEV**	**vidēji/ *average***	**STDEV**
'Gatineau	9.0	0.1	32.9	2.1	1.7	0.0	**52.1**	2.1	190.4	13.8
'Glen Doll'	**11.5**	0.1	34.1	1.4	1.6	0.0	44.1	0.3	187.0	22.5
'Glen Magna'	**11.4**	0.1	**37.3**	0.7	1.8	0.0	40.7	1.8	201.9	2.0
'Glen Moy'	10.3	0.2	31.1	1.0	1.6	0.0	42.0	1.7	185.2	0.7
'Glen Rosa'	8.8	0.4	32.6	0.8	1.5	0.0	40.9	0.2	**223.0**	2.3
'Jatsi'	7.7	0.1	34.4	1.1	2.1	0.0	32.4	0.5	189.8	3.3
'Jenkka'	10.3	0.4	**38.1**	0.7	1.8	0.0	29.0	1.5	**265.5**	15.5
'Maurin Makea'	9.6	0.1	**36.5**	0.0	1.6	0.0	39.9	1.7	**232.8**	11.9
'Nova'	**11.5**	0.1	**35.0**	2.0	1.7	0.0	**51.1**	0.9	162.5	3.7
'Raveille'	9.8	0.3	**35.4**	0.7	2.0	0.0	32.5	0.8	188.4	9.5

Visvairāk kopējo antociānu konstatēts šķirņu 'Gatineau' un 'Nova' ogās. Savukārt visaugstākais kopējais fenolu saturs novērots šķirņu 'Glen Rosa', 'Jenkka' un 'Maurin Makea' ogās (vairāk nekā 220 mg 100 g^{-1}).

Secinājumi

1. Laika periodā no 2018. līdz 2020. gadam ziemā vizuāli sala bojājumi avenēm netika novēroti, jo gaisa minimālās gaisa temperatūras nesasniedza avenēm kritiskās vērtības. Tomēr, vērtējot augu vispārējo stāvokli pēc ziemošanas ziedēšanas laikā, varēja novērot atšķirības augļzaru attīstībā un ziedēšanas intensitātē.
2. Visveselīgākie dzinumi konstatēti šķirnēm 'Reveille' un 'Jatsi'.
3. Augstākā vidējā ražība periodā no 2018. līdz 2020. gadam bija šķirnēm 'Nova' – 8.4 t ha^{-1}, 'Jenkka' – 7.4 t ha^{-1} un 'Reveille' – 7.3 t ha^{-1}.
4. Lielākā vidējā ogu masa vidēji trīs gados bija šķirnēm 'Glen Magna' – 4.2 g un 'Glen Moy' – 3.0 g.
5. Visvairāk C vitamīna un kopējo fenolu bija šķirnes 'Jenkka' ogās.

Pateicība

Pētījumi realizēti projekta "Integrētai audzēšanai perspektīvo ogulāju šķirņu pārbaude dažādos Latvijas reģionos un to audzēšanas tehnoloģiju izstrāde un pilnveidošana" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Krüger E. (2009). Veränderte Temperaturbedingungen als Folge des Klimawandels und ihre Bedeutung für den Erdbeer- und Himbeeranbau. *Erwerbs-Obstbau*, Vol. 51, p. 121–128.
2. Woznicki T. L., Heide O. M., Sønsteby A., Wold A. B., Remberg S. F. (2016). Effects of temperature and precipitation on yield and chemical composition of black currant fruits (*Ribes nigrum* L.). *Acta Hortic.*, Vol. 1133, p. 183–187.
3. Исаева И. С. (2005). *Сад XX века*, Москва: РОСМЕН, с.153–165.

SARKANO AVEŅU (*RUBUS IDAEUS* L.) ŠĶIRŅU SALĪDZINĀJUMS

COMPARISON OF RED RASPBERRY (RUBUS IDAEUS L.*) VARIETIES*

Ingrīda Augšpole, Inta Romanova
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
Ingrida.Augspole@llu.lv

Abstract. *The samples of the red raspberry cultivars 'Daiga', 'Shahrazada', 'Norna' and 'Polana' were collected from the farm 'Pluģi' located in Zemgale region of Latvia, at fully ripe stages. The aim of the current research was to investigate and determine the chemical composition and morphological parameters of raspberry fruits. The research results showed significant differences in all chemical and physical characteristics as well as in morphology properties (P<0.05) between cultivars. The highest level of total flavonoid content was found in raspberry cultivar 'Daiga' 475.00 ± 4.21 mg quercetin equivalent (QE) 100 g^{-1}, while the lowest was determined in 'Polana' 411.36 ± 2.68 quercetin equivalent (QE) 100 g^{-1}. Raspberry cultivar 'Shahrazada' contained the largest amount of total phenolic content 148.87 ± 2.24 mg gallic acid equivalent (GAE) 100g^{-1}, 'Polana' 111.96 ± 5.37 mg gallic acid equivalent (GAE) 100g^{-1}contained the lowest.*
Key words: *raspberry, Rubus idaeus* L.*, physicochemical and morphological properties.*

Ievads

Avenes (*Rubus idaeus* L.) ir vidēja lieluma rožu dzimtas puskrūms, kuras audzē kā daudzgadīgu kultūraugu. Pārstrādātus aveņu augļus izmanto maizes izstrādājumos, ievārījumos, želeju produktos, augļu dzērienos un citos pārtikas produktos (Riaz, Bushway, 1996). Lielākā daļa no saražotajām avenēm visā pasaulē tiek sasaldētas un pārstrādātas. Avenes ir lielisks C vitamīna avots (Alibabić et al., 2018). C vitamīns uzlabo augļu kvalitāti un paildzina to glabāšanas laiku. To bieži lieto, novērtējot vispārējo uztura kvalitāti pārtikas produktos (Yildiz, 2009). Sarkanās avenes satur daudz fenola savienojumu (Ilhami et al., 2011; Alibabić et al., 2018), piemēram, flavonoīdus, fenolskābes un tanīnus (Paredes–Lopez et al., 2010). Savā pētījumā A. P. Stapleton un līdzautori, kā arī Pasaules Veselības organizācija (PVO) uzsvēra fenolu komponentu antioksidatīvās aktivitātes nozīmi sirds un asinsvadu slimību, diabēta, vēža un aptaukošanās novēršanā (The World Health Report, 2002; Stapleton et al., 2008). Fenola savienojumi paaugstina antioksidantu kapacitāti, un tas ir viens no galvenajiem iemesliem, kāpēc pieaudzis augļu un dārzeņu patēriņš, tādējādi labvēlīgi ietekmējot veselību (Manach et al., 2004). Augļu morfoloģiskās, ķīmiskās un sensorās īpašības dažādās šķirnēs atšķiras un ir atkarīgas no daudziem faktoriem, piemēram, vides faktoriem (temperatūras, nokrišņiem, augsnes tipa), apūdeņošanas, novākto augļu gatavības un izmantotās agrotehnikas (Alibabić et al., 2018).

Aveņu audzētāju mērķis ir audzēt šķirnes, kuras raksturo laba ražība, lieli augļi un izcila kvalitāte. Šī pētījuma mērķis bija izpētīt četru aveņu šķirņu 'Daiga', 'Šahrazada', 'Norna' un 'Polana' ķīmiskās un morfoloģiskās īpašības.

Materiāli un metodes

Pētījumi tika veikti Latvijas Lauksaimniecības universitātē Augsnes un augu zinātņu institūtā. Izmēģinājums ierīkots 2019. gada rudenī piemājas saimniecībā "Pluģi", Vircavas pagastā, Jelgavas novadā (N56° 33'29.5302", E23° 46' 26.04"). Četras aveņu šķirnes – 'Daiga', 'Norna', 'Šahrazada', 'Polana' – tika iestādītas 60 cm attālumā stādu no stāda ar 3 m atstarpi starp rindām. Aveņu raža 2020. gadā vērtēta gramos (g) no auga.

Kopējo fenolu saturs noteikts spektrofotometriski, izmantojot spektrofotometru *6705 UV/VIS YENWAY* (Apvienotā Karaliste). Noteikšanu veica, izmantojot galluskābes kalibrācijas līkni (0–200 mg L^{-1}). Iegūtais rezultāts izteikts mg galluskābes ekvivalenta (GAE) 100 g^{-1} svaigu ogu. Metodes pamatā ir avenēs esošo fenolu reakcija ar *Folin–Ciocalteus* reaģentu (Marinova et al., 2005). Analīzes veica trīs atkārtojumos.

Kopējais flavonoīdu saturs tika izteikts mg kvercetīna ekvivalentos (QE) 100 g^{-1} aveņu svaigās vielas (Meda et al., 2005; Xu, Chang, 2007).

Iegūto datu apstrāde veikta ar matemātiskās statistikas metodēm, iegūtajiem rezultātiem aprēķināti vidējie aritmētiskie lielumi un standartnovirzes, izmantojot "Microsoft Excel 10" programmas paketi.

Atšķirību būtiskuma noteikšanai rezultāti tika analizēti ar programpaketi "SPSS 20", izmantojot vienfaktora un divfaktoru dispersijas analīzi (ANOVA). Faktoru būtiskuma novērtēšanā, lai noteiktu ietekmi un mijiedarbību starp tiem, izmantota P-vērtība.

Rezultāti un diskusijas

Aveņu raža 2020. gadā vērtēta gramos (g) no auga krūma. Pētījumam ievāca pirmā gada aveņu ražu, līdz ar to lielākā raža no dzinuma 2020. gadā bija šķirnei 'Šahrazada' – 110 g, taču raža no aveņu krūma šai šķirnei veidoja tikai 370 g (salīdzinājumā – šķirnei 'Polana' raža no dzinuma veidoja 106 g, bet no aveņu krūma tā bija būtiski lielāka – 650 g ($P < 0.05$). Aveņu raža no viena dzinuma labi raksturo šķirni, tomēr kopējais ražas lielums atkarīgs arī no dzinumu skaita. Ja šķirnei raksturīga zema dzinumu veidošanās spēja, arī kopējais ražas lielums no lauciņa ir mazāks nekā šķirnei ar augstu dzinumu veidošanos spēju.

Aveņu augļu izmēri (augļu garums un platums, sēklu skaits, ziedgultnes garums un platums), kā arī augļu masas rezultāti parādīti 1. tabulā. Visi morfoloģiskie parametri šķirnei 'Šahrazada' bija lielāki ($P < 0.05$), salīdzinot ar aveņu šķirnēm 'Daiga', 'Norna' un 'Polana'. Savukārt kopējais aveņu šķirnes 'Šahrazada' sēklu skaits bija būtiski zemāks salīdzinājumā ar pārējām četrām aveņu šķirnēm.

1. tabula / *Table 1*

Aveņu morfoloģiskais raksturojums

Morphological characteristics of raspberries

Aveņu šķirne / *Raspberry variety*	**Masa/ *Weight*, g**	**Garums/ *Length*, mm**	**Sēklu skaits, gab. / *Number of seeds***	**Ziedgultnes garums / *Receptacle length*, mm**	**Ziedgultnes platums / *Receptacle width*, mm**
'Daiga'	2.78 ± 0.33	6.0 ± 1.30	73 ± 9.0	49.83 ± 3.40	4.00 ± 0.50
'Šahrazada'	4.40 ± 0.81	11.0 ± 2.30	66 ± 4.0	72.55 ± 4.10	4.75 ± 0.50
'Norna'	3.68 ± 0.21	7.25 ± 2.0	57 ± 5.0	62.55 ± 2.63	4.13 ± 1.00
'Polana'	2.74 ± 0.41	5.25 ± 1.7	49 ± 7.0	54.83 ± 3.11	4.50 ± 1.00

Tā kā avenes galvenokārt izmanto pārstrādei, tika pārbaudīts arī aveņu bioķīmiskais sastāvs. Aveņu šķirnēs kopējais fenolu saturs un flavonoīdu saturs attēlots 2. tabulā. Būtiska kopējo fenolu satura atšķirība bija aveņu šķirnei 'Polana' ($P < 0.05$), kā arī neliela kopējo fenolu satura atšķirība konstatēta aveņu šķirnei 'Šahrazada'.

2. tabula / *Table 2*

Aveņu šķirņu kopējais fenolu un flavonoīdu saturs ogās

Total phenolic and flavonoid content of raspberry varieties

Aveņu šķirne / *Raspberry variety*	**Kopējais fenolu saturs / *Total phenol content* mg GAE 100 g^{-1}**	**Flavonoīdu saturs / *Flavonoid content* mg QE 100 g^{-1}**
'Daiga'	141.76 ± 2.53	475.00 ± 2.04
'Šahrazada'	148.87 ± 3.43	456.06 ± 3.44
'Norna'	142.35 ± 1.05	465.91 ± 2.11
'Polana'	111.96 ± 3.11	411.36 ± 2.9

Visaugstākais kopējais fenolu saturs bija aveņu šķirnes 'Šahrazada' ogās (148.87 ± 3.43 mg GAE 100 g^{-1}), bet zemākais – šķirnes 'Polana' ogās (111.96 ± 3.11 mg GAE 100 g^{-1}). Alibabičs un citi līdzautori (2018) no Bosnijas un Hercegovinas Bihačas Universitātes ziņoja par līdzīgām kopējā fenolu satura vērtībām sarkanajās avenēs 102.0–521.4 mg GAE 100 g^{-1}.

Flavonoīdu saturs analizētajās aveņu šķirnēs bija no 411.36 ± 2.99 līdz 475.00 ± 2.04 mg QE 100 g^{-1} (2. tab.). Analizējot flavonoīdu saturu avenēs, var secināt, ka būtiska

flavonoīdu satura atšķirība ir 'Polana' aveņu šķirnei ($P < 0.05$). Tas saskan arī ar kopējo fenolu satura datiem, kur 'Polana' aveņu šķirnei arī tika konstatētas būtiskas kopējo fenolu satura atšķirības. Tas nozīmē, ka aveņu šķirnei 'Polana' būtiskas atšķirības kopējo fenolu saturā lielākoties noteica flavonoīdu saturs. Kā zināms, flavonoīdi ir atsevišķa polifenolu klase, bet kopējo fenolu saturs ietver arī flavonoīdus un citas antioksidantu klases.

Secinājumi

1. Flavonoīdu satura atšķirības aveņu šķirnei 'Polana' izskaidro arī kopējā fenolu satura atšķirības šajā šķirnē.
2. Polifenolu klases savienojumu saturs avenēs nodrošina to antioksidatīvās īpašības.
3. Plašākai aveņu antioksidatīvo īpašību raksturošanai jāveic pētījumi par kopējo antioksidantu saturu, kā arī jānosaka atsevišķi polifenolu klases pārstāvji.

Izmantotā literatūra

1. Alibalić V., Skender A., Bajramović M., Šertović E., Bajrić E. (2018). Evalution of morphological, chemical, and sensory characteristics of raspberry cultivars grown in Bosnia and Herzegovina. *Turkish Journal of Agriculture and Foresty,* Vol. 42, 67–74.
2. Ilhami G., Fevzi T, Ramazan C., Mine B., Ahmet C. G., Ummugulsum E. (2011). Pomological Features, Nutritional Quality, Polyphenol Content Analysis, and Antioxidant Properties of Domesticated and 3 Wild Ecotype Forms of Raspberries (*Rubus idaeus* L.). *Journal of Food Science,* Vol. 76(4), p. 585–593.
3. Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jimenez L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition,* Vol. 5, p. 727–747.
4. Marinova D., Ribarova F., Atanassova M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *University of Chemical Technology and Metallurgy,* Vol. 40(3), p. 255–260.
5. Meda A., Lamien C. E., Romito M., Millogo J., Nacouluma O. G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry,* Vol. 91, p. 571–577.
6. Paredes–Lppez O., Cervantes–Ceja M. L., Vigna–Perez M., Hernandez-Perez T. (2010). Berries: Improving Human Health and Healthy Aging, and Promoting Quality Life–A Review. *Plant Foods for Human Nutrition,* Vol. 65 (3), 299–308.
7. Riaz M. N., Bushway A. A. (1996). Compositional analysis of red raspberry cultivars grown in Maine. *Journal of Food Quality,* Vol. 19, p. 457–465.
8. Stapleton A. P, James E. M, Goodwill G. A, Frisbee J. C. (2008). Obesity and vascular dysfunction. *Pathophysiology,* p. 79–89.
9. *The World Health Report* (2002). Reducing risks and promoting healthy life. Geneva, World Health Organization, p. 248.
10. Xu B. J., Chang S. K. C. (2007). A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science,* 72 (2), p. 159–166.
11. Yildiz F. (2009). *Advances in Food Biochemistry.* Taylor and Francis Group, LLC: Boca Raton, p. 521.

VOEN SEGUMA UN SUBSTRĀTA IETEKME UZ DIVU KRŪMMELLEŅU ŠĶIRŅU RAŽU

EFFECT OF VOEN COVER AND SUBSTRATE ON THE YIELD OF TWO CULTIVARS OF BLUEBERRY

Dace Siliņa, Artūrs Igoņkins, Viola Remese
LLU Lauksaimniecības fakultāte
Dace.Silina@llu.lv

Abstract. *Various methods are used to reduce environmental risks (high temperatures, heavy rain, hail, etc.), such as hail nets or shading nets. The experiment was carried out at LLU Faculty of Agriculture, located in Jelgava, in 2018. The purpose of the present study was to determine the differences in the air temperature under VOEN cover and in the open field, and to evaluate the yield of two blueberry cultivars ('Patriot' and 'Bluecrop') in two substrate variants (peat; and peat mixed with bark 1:1) in both cultivation types (under VOEN cover and open field). Comparing the average temperatures in the open field and under cover, no significant temperature differences were found, the differences were within 1.1 degrees, while the difference between the maximum temperatures in the open field and under cover was 3 to 6 degrees, the temperature was lower under cover. For both cultivars significantly (p=0.001) higher average yield from the bush was obtained both in the open field and under cover by growing in peat substrate, where the yield of 'Patriot' from the bush being higher than that of 'Bluecrop'. According to this year's results, it cannot be stated that the use of VOEN cover significantly (p> 0.05) affects the yield or its quality of both blueberry cultivars, but it can be stated that the yield was significantly (p>0.001) affected by the growing medium.*
Key words: *highbush blueberry, cv. 'Patriot' and 'Bluecrop', cover, peat, bark mulch, berry weigth.*

Ievads

Pēdējo 100 gadu laikā krasi paplašinājies augsto krūmmelleņu (*Vaccinium corymbosum* L.) audzēšanas ģeogrāfiskais apgabals (Retamales, Hancock, 2012), tāpēc krūmmellenes pasaulē ir kļuvušas par nozīmīgu kultūraugu (Celik, 2018). Sekmīgai krūmmelleņu audzēšanai jānodrošina specifiskas augsnes prasības: viegla granulometriskā satura augsnes, ar augstu organiskās vielas saturu (> 3.5%), labu ūdens caurlaidību un zemu augsnes reakciju pH KCl (robežās no 4.5 līdz 5.2). Kā substrātu krūmmelleņu audzēšanai izmanto sfagnu kūdru, kokosšķiedru, priežu mizu un to maisījumus (Kingston, Scagel, Bryla, 2017). Sfagnu kūdrai ir dabiski zems pH līmenis (3.5–4.5), tāpēc to bieži uzskata par labu substrātu krūmmelleņu audzēšanai (Scagel, 2003).

Pētnieki un audzētāji meklē dažādas metodes, kas maina mikroklimatiskos apstākļus krūmmelleņu audzēšanā (Lamont, 2009), tādēļ tās audzē siltumnīcās, augstajos tuneļos, zem segumiem (Bal, 1996), kā arī zem fotoselektīviem tīkliem (Bastias, Manfrini, Corelli-Grappadelli, 2012).

Krūmmelleņu dzimtene ir ASV ziemeļaustrumi. Vairākas krūmmelleņu sugas dabiskos apstākļos aug daļējā noēnojumā, tādēļ komercstādījumos tās atklātā laukā varētu būt pakļautas radiācijas un temperatūras stresam. Šī iemesla dēļ apgabalos ar augstu saules radiāciju (piemēram, Čīlē) noēnojumu tīklu izmantošana samazina stresu un ļauj augam labāk augt, iegūstot augstākas ražas (Lobos, Retamales, Hancock at al., 2009). Noēnojumi var mainīt krūmmelleņu īpašības, tai skaitā lapu lielumu un masu, hlorofila un slāpekļa saturu lapās, ogu ražu un kvalitāti (lielumu, masu, šķīstošo sausnas saturu, krāsu) (Retamales, Hancock, 2018). Pētījumos ir pierādīts, ka mikroklimats augstajos tuneļos paātrina ziedēšanu, ogu nogatavošanos, palielina ražu, uzlabo ogu kvalitāti, pagarina ražošanas sezonu un samazina ogu zudumus lietus un sala ietekmē (Banados, 2009; Demchak, 2009). Līdztekus augsto tuneļu labajām īpašībām, audzējot krūmmellenes siltumnīcās, ir iespējams kontrolēt tādus vides apstākļus kā temperatūra, mitrums, gaisma un CO_2 (Cho, Kadowaki, Che et al., 2019). Fotoselektīvie tīkli filtrē un modificē saules tiešo starojumu (Bastias, Manfrini, Corelli–Grappadelli, 2012). Ir novērots, ka zem tīkliem mainās vides temperatūra (Bassett, Wisniewski, Artlip et al., 2006) un relatīvais mitrums, abiem faktoriem ir svarīga nozīme fizioloģiskajos parametros, piemēram, transpirācijas ātrumā un augu fotosintēzē (Bastias, Corelli-Grappadelli, 2012). Savukārt segumu sistēmu izmantošana pasargā augus no nelabvēlīgiem laika apstākļiem, un mikroklimats ap augiem tiek pilnībā vai daļēji kontrolēts (Kadir, Carey, Ennahli, 2006).

Latvijā ogulāju un augļkoku audzēšanai izmanto Haygrove un Folien-Vertriebs GmbH jeb FVG (avenes, zemenes, krūmmellenes) segumus (Strautiņa, Kalniņa, Lūsēns, 2013; Vīksne, 2014), kā arī VOEN tipa segumus (saldie ķirši) (Skrīvele, Rubauskis, Ruisa u. c., 2015). Informācijas par krūmmelleņu audzēšanu zem VOEN (uz pretkrusas tīkla bāzes veidots speciāls pārsegs, kas nodrošina ventilāciju, sniedzot ap 20% noēnojuma) seguma Latvijā praktiski nav. Latvijā pirmais izmēģinājums krūmmelleņu audzēšanai zem VOEN seguma iesākts 2019. gadā (Siliņa, Remese, 2020).

Pētījuma mērķis bija noteikt gaisa temperatūras atšķirības zem seguma un atklātā laukā, kā arī izvērtēt krūmmelleņu šķirņu ražu divos substrāta variantos abos audzēšanas veidos.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums ierīkots LLU LF Dārzaugu un apiloģijas laboratorijas teritorijā, Jelgavā. 2018. gadā stādītas divas šķirnes 'Patriot' un 'Bluecrop' (divgadīgi augi), divos substrāta variantos (1. variants – kūdra; 2. variants – kūdras:mizu mulčas maisījums, attiecībā 1:1), paaugstinātās vagās, 1.2 × 3 m attālumā, īstenotas divas audzēšanas tehnoloģijas – atklātā laukā un zem VOEN seguma. Katrā variantā 5 augi 3 atkārtojumos. Ierīkota pilienveida laistīšanas sistēma. Gaisa temperatūra un relatīvais gaisa mitrums reģistrēts, izmantojot data logerus EL-USB-2-LCD+, dati reģistrēti ik pēc stundas. VOEN segums atvērts 03.06.2019., ziedlapu nomešanas fāzē, noņemts 27.09.2019. pēc ražas novākšanas.

Novērojumi un uzskaites veiktas 2020. gadā, segums atvērts ziedlapu nomešanas fāzē, 28.05.2020., noņemts pēc ražas novākšanas 07.09.2020. Veiktas substrāta un augu lapu analīzes (LU Bioloģijas institūtā), aprēķināta minimālā, maksimālā un vidējā diennakts temperatūra, uzskaitīta raža (kg no krūma) un ogu masa (g). Pamatojoties uz augsnes un augu daļu (lapu) analīzēm, abos substrāta variantos konstatēta optimāla augsnes reakcija (kūdrā pH KCl 4.34 un maisījumā pH 4.53), kūdras substrātā konstatēts slāpekļa un vara deficīts, bet kūdras:mizu mulčas substrātā konstatēts slāpekļa, sēra, vara un molibdēna deficīts, kā arī mangāna pārbagātība. Abu šķirņu lapu analīzes norāda uz slāpekļa (izņemot 'Patriot' 1. substrāta variantā), fosfora (izņemot 'Patriot' 2. substrāta variantā), vara un molibdēna (izņemot 'Bluecrop' 1. substrāta variantā) trūkumu.

Datu matemātiskai apstrādei izmantota divfaktoru dispersiju analīze, izmantojot "MS Office Excel" programmu.

Rezultāti un diskusijas

Meteoroloģiskie apstākļi veģetācijas periodā bija svārstīgi – ziedēšanas sākumā temperatūra naktī pazeminājās –1.5 ºC (04.05.2020.) līdz –2.5 ºC (06.05.2020.), tāpat šajā periodā bija novērojamas lielas temperatūras svārstības (skat. 1. att.).

1. att. Vidējā, zemākā un augstākā diennakts gaisa temperatūra (ºC) atklātā laukā laika periodā no 14.03. līdz 30.09.2020.

Fig. 1. Average, lowest and highest daily air temperature (ºC) in the open field, in the period from 14.03. until 30.09.2020.

Pēc iegūtajiem meteoroloģiskajiem datiem 126 dienu periodā, salīdzinot vidējās gaisa temperatūras zem seguma un atklātā laukā, izteiktas atšķirības netika konstatētas.

Laika periodā no 30.03. līdz 30.09.2020. gaisa temperatūra virs 30 grādiem bija 33 dienas, no tām 13 dienas bija periodā no 17.06. līdz 29.06.2020. (ogu gatavošanās posms), kā arī 11 dienas augustā (06.08.–21.08.2020., ražošanas posms), bet periodā no 31.03. līdz 08.05.2020. 16 dienas gaisa temperatūra bija zem 0 grādiem (1. att.).

Pētījumā uzmanība pievērsta gaisa temperatūrai atklātā laukā un zem seguma, lai salīdzinātu temperatūras atšķirības, jo saskaņā ar ražotāju pausto informāciju zem seguma temperatūrai vajadzētu būt 3 līdz 4 grādus zemākai. Salīdzinot vidējās temperatūras atklātā laukā un zem seguma, izteiktas temperatūras atšķirības netika konstatētas, atšķirības bija vien 1.1 grādu robežās, savukārt maksimālo gaisa temperatūru atšķirības atklātā laukā un zem seguma starpība bija 3 līdz 6 grādi, zem seguma lielākajā daļā gadījumu temperatūra bija zemāka (skat. 2. att.).

2. att. Maksimālā diennakts temperatūra (ºC) atklātā laukā un zem seguma laika periodā no 28.05. līdz 07.09.2020 (S – zem seguma, AL – atklāts lauks).

Fig. 2. Maximum daily temperature (ºC) in the open field and under cover in the period from 28.05. until 07.09.2020. (S - under cover, AL – open field).

Vērtējot relatīvā gaisa mitruma saturu zem seguma un atklātā laukā, zem seguma tas bija zemāks, izņemot pirmās dienas pēc seguma izklāšanas, turklāt, paaugstinoties vidējai gaisa temperatūrai, relatīvais gaisa mitruma saturs pazeminājās.

Abām pētījumā iekļautajām šķirnēm būtiski ($p = 0.001$) augstāka vidējā raža no krūma gan atklātā laukā, gan zem seguma iegūta, audzējot kūdras substrātā, un šķirnei 'Patriot' raža no krūma bija augstāka nekā šķirnei 'Bluecrop' (3. att.). Tas varētu būt pierādījumus literatūrā norādītajai informācijai, ka šķirne 'Bluecrop' aug un attīstās lēnāk. Pēc šī gada rezultātiem nevar apgalvot, ka VOEN seguma izmantošana būtiski ($p > 0.05$) ietekmē abu krūmmelleņu šķirņu ražu.

Zemākā raža abām šķirnēm bija atklātā laukā 2. substrāta variantā (kūdras:mizu mulčas maisījums), attiecīgi 'Patriot' 0.05 kg un 'Bluecrop' 0.08 kg no krūma, bet augstākā zem VOEN seguma kūdras substrātā, attiecīgi 'Patriot' 1.46 kg un 'Bluecrop' 0.98 kg no krūma.

Kumulatīvā raža šķirnei 'Patriot' visos izmēģinājuma variantos bija 42.75 kg, šķirnei 'Bluecrop' 25.38 kg, turklāt abām šķirnēm augstāka kumulatīvā raža bija abos substrāta variantos, audzējot zem seguma. Iespējams, ka to varētu skaidrot ar lēnāku mitruma iztvaikošanu substrātā, ņemot vērā zemāku gaisa temperatūru un apgaismojuma intensitāti (netika noteikta) zem seguma. Būtiska loma ir arī substrāta veidam, kas pierādīts ASV veiktajos izmēģinājumos. Pētnieki konstatējuši, ka substrātam ar mizu raksturīga zemāka porozitāte un ūdens noturības kapacitāte salīdzinājumā ar kūdras substrātu, kas savukārt rezultējas ar krūmmelleņu augu vāju augšanu, jo substrāts ar mizu mulču ātrāk izžūst starp laistīšanas reizēm (Kingston, Scagel, Bryla et al., 2017).

Vērtējot vidējo vienas ogas masu, abām šķirnēm tā nebija būtiski atšķirīga (attiecīgi 'Patriot' 1.65 g un 'Bluecrop' 1.66 g) ne atkarībā no substrāta veida, ne no audzēšanas tehnoloģijas. Tomēr vienas ogas

masa abām šķirnēm lielāka bija variantā zem seguma, kā arī audzējot kūdras substrātā (attiecīgi 1.84 g 'Patriot'un 1.83 g 'Bluecrop') (skat. 3. att).

3. att. Krūmmelleņu šķirņu raža (kg no krūma) un vienas ogas masa (g) atkarībā no audzēšanas veida.
Fig. 3. The yield (kg of bush) and berry weight (g) of blueberry cultivars depending on the type of cultivation.

Ražošanas periods 2020. gadā ilga no 17 dienām (05.08. līdz 22.08.2020.) šķirnei 'Bluecrop' (vācot ogas 3 reizes) līdz 27 dienām (25.07. līdz 22.08.2020.) šķirnei 'Patriot' (vācot ogas 2 līdz 4 reizes). Šķirnes 'Patriot' ogas abos audzēšanas variantos kūdras substrātā vāca 4 reizes, turpretī substrāta maisījumā ogu vākšanu sāka vēlāk un vāca tikai 2 reizes. Šķirnei 'Blucrop' šāda atšķirība pa substrāta variantiem netika konstatēta.

Izmēģinājums tiks turpināts, lai izvērtētu VOEN seguma lietošanas pamatojumu krūmmelleņu audzēšanā un novērtētu substrāta maisījuma ilgstošāku ietekmi uz krūmmelleņu augšanu, attīstību un ražu.

Secinājumi

1. Izmantojot vides risku samazinošas audzēšanas tehnoloģijas (VOEN segumu), gaisa temperatūra pazeminās par 3–6 ºC (samazinās augu pārkaršanas risks).
2. Abām šķirnēm būtiski augstāka raža no krūma abos audzēšanas veidos iegūta kūdras substrātā, turklāt šķirnei 'Patriot' raža no krūma bija augstāka nekā šķirnei 'Bluecrop'.
3. Substrāta variantā kūdras:mizu mulča abu krūmmelleņu šķirņu attīstība bija kavēta, tāpat arī raža bija krietni mazāka. To varētu izskaidrot ar nepietiekamu mitruma nodrošinājumu un vairāku barības elementu saturu substrātā, uz ko norādīja gan substrāta, gan augu lapu analīzes.

Pateicība: Demonstrējuma objekts ierīkots INTERREG projekta #R004 *"Advancement of nontechnological innovation performance and innovation capacity in fruit growing and processing sector in selected BSR countries"*, (InnoFruit, INT3) ietvaros 2018. gadā (vadošais partneris DI). Mērījumi un analīzes 2020. gadā veiktas projekta "Integrētai audzēšanai perspektīvo ogulāju šķirņu pārbaude dažādos Latvijas reģionos un to audzēšanas tehnoloģiju izstrāde un pilnveidošana" (sadarbībā ar Dārzkopības institūtu) ietvaros. Pateicība par tehnisko atbalstu AAZI Dārzaugu un biškopības laboratorijas vadītājam Imantam Missam un dārzkopības nodaļas vecākajai laborantei Kristīnei Afoņinai.

Izmantotā literatūra

1. Bal J. J. M. (1996). Blueberry culture in greenhouses, tunnels and under raincovers. *Acta Horticulturae*, No. 446, p. 327–332.
2. Banados M. P. (2009). Expanding blueberry production into non-traditional production areas: Northern Chile and Argentina, Mexico and Spain. *Acta Horticulturae*, No. 810, p. 439–444.
3. Bassett C., Wisniewski M., Artlip T., Norelli J. (2006). Global analysis of genes regulated by low temperature and photoperiod in peach bark. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, No. 131(4), p. 551–563.
4. Bastias R.M., Corelli-Grappadelli L. (2012). Light quality management in fruit orchards: physiological and technological aspects. *Chilean Journal of Agricultural Research*, No. 72(4), p. 574–581.
5. Bastias R.M., Manfrini L., Corelli-Grappadelli L. (2012). Exploring the potential use of photo-selective nets for fruit growth regulation in apple. C*hilean Journal of Agricultural Research*, No. 72, p. 224–231.
6. Celik H. (2018). *Yield and Berry Characteristics of Pot Grown Blueberries in Samsun*. **In:** Book of proceeding: The 2nd International UNIDOKAP Black Sea Symposium on BIODIVERSITY. November 28 – 30, 2018, Ondokuz Mayis University. Samsun, Turkey, p. 304–309.
7. Cho H.Y., Kadowaki M., Che J., Takahashi S., Horiuchi N., Ogiwara I. (2019). Influence of light quality on flowering characteristics, potential for year-round fruit production and fruit quality of blueberry in a plant factory. *Fruits, The International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture*, No. 74, p. 3–10.
8. Demchak K. (2009). Small fruit production in high tunnels. *HortTechnology*, No. 19, p. 44–49.
9. Kadir, S., Carey, E. and Ennahli, S. (2006). Influence of High Tunnel and Field Conditions on Strawberry Growth and Development. *Hortscience*, 41, p. 329–335.
10. Kingston P. H., Scagel C. F., Bryla D. R., Strik B. (2017). Suitability of sphagnum moss, coir and douglas fir bark as soilles substrates for container production of highbush blueberry. *HortScience*, 52(12), p. 1692–1699.
11. Lamont W. J. (2009). Overview of the use of high tunnels worldwide. *Hort Technology*, No. 19, p. 25–29.
12. Lobos G. A., Retamales J. B, del Pozo A., Hancock J. F, Flore J. A. (2009). Physiological response of Vaccinium corymbosum L. cv. Elliot to shading nets in Michigan. *Acta Horticulture,*Vol. 810, p. 465–470.
13. Retamales J. B., Hancock J. F. (2012). *Blueberries*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 309 p.
14. Retamales J.B., Hancock J.F. (2018). *Blueberries*. 2nd edition. Wallingford, UK: CABI Publishing. 411 p.
15. Scagel C. F. (2003). Growth and nutrient use of ericaceous plants grown in media amended with sphagnum moss peat or coir dust. *Horticultural Science*, No. 38, p. 46–54.
16. Siliņa D, Remese V. (2020). Substrāta un audzēšanas tehnoloģijas ietekme uz divu krūmmelleņu attīstību un ražu. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība,* zinātniski praktiskās konferences. Tēzes, (2020. gada 20. febr.). Jelgava: LLU, 39. lpp.
17. Skrīvele M., Rubauskis R., Ruisa S., Feldmane D., Strautiņa S., Kalniņa I. (2015). Vides riski un to mazināšana. *No*: *Augļkopība.* Atb. red. L. Ikase. Dobele: LV Augļkopības institūts, 438.–450. lpp.
18. Strautiņa S., Kalnina I., Lūsēns R. (2013). Raspberry Cultivar 'Glen Ample' Growing under High Tunnels in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, Section B, Vol. 67, No. 2 (683), p. 162–166.
19. Vīksne A. (2014). Krūmmellenes augstajos tuneļos. *Dārzs un Drava*, Nr. 3–4 (652–653), 37.–38. lpp.

AUGU SEGUMU IZMANTOŠANA ZEMENĒM
USING OF PLANT COVERS FOR STRAWBERRY

Valda Laugale, Sandra Dane
Dārzkopības institūts
valdalaugale@llu.lv

Abstract. *For strawberries in Latvia, agro-net coverings are mainly used to get earlier yield and protect against spring frosts, applying they to plants in early spring, while they can also be used for plant protection in winter. In recent years, at the Institute of Horticulture in Pūre four short-term trials were set up to evaluate the coverage by agro-net with the aim to reduce winter damage for strawberries. In the winter of 2018/2019, two trials were set up, where the agro-net coverings were applied at the end of November and removed at the beginning of April, and two trials were set up in the winter of 2019/2020, where the agro-net coverings were applied in November and removed in early June. Covers with different thicknesses as well as application types and the effect of covers on different cultivars and hybrids have been evaluated. In general, the use of agro-net coverings in strawberry plantations in winter had a positive effect, as a result of which winter damage was reduced, plantation productivity was increased and vegetative growth of plants was promoted.*
Key words: *Fragaria x ananassa Duch., agronet, winter hardiness, phenological development, yield.*

Ievads

Zemenes ir vienas no visplašāk audzētām un patērētāju iecienītākajām ogām Latvijā. Tradicionālajā zemeņu audzēšanas tehnoloģijā, ko izmanto Latvijā atklātā lauka apstākļos, zemenes tiek audzētas vairākus gadus – parasti 3 – 4. Lai varētu nodrošināt stabilu ražu pa gadiem, svarīgs rādītājs mūsu klimatiskajos apstākļos ir augu ziemcietība, ko ietekmē gan šķirnes īpašības, gan audzēšanas un ziemošanas apstākļi, gan augu vecums un veselības stāvoklis (Ступина, 2019). Zemeņu stādu sortimentā, ko piedāvā Latvijā, arvien vairāk parādās jaunas šķirnes, kas selekcionētas siltākā klimatā un mūsu apstākļos bieži ziemās apsalst. Ziemas bojājumus zemenēm var samazināt, izmantojot augu piesegšanu ar dažādiem segumiem. Par segumu pozitīvo ietekmi uz zemeņu pārziemošanu un ražības palielināšanos liecina pētījumi ASV (Poling et al., 1991), Somijā (Aflatuni et al., 1997), Norvēģijā (Uleberg et al., 2017) u.c. Latvijā zemeņu komercstādījumos augu segumu izmantošana ziemā līdz šim nav plaši izmantota, kā arī par to trūkst pētījumu. Pārsvarā segumi tiek izmantoti ražas steidzināšanai pavasarī. Viens no visplašāk izmantotajiem augu segumiem ir agrotīkls jeb agroplēve, kas ir neausts baltas krāsas polipropilēna materiāls. Šo pētījumu mērķis bija izvērtēt agrotīkla segumu izmantošanas efektivitāti zemeņu stādījumos ziemas bojājumu samazināšanai.

Materiāli un metodes

Laika posmā no 2018. līdz 2020. gadam Dārzkopības institūtā Pūrē ierīkoti četri īstermiņa izmēģinājumi agrotīkla segumu izvērtēšanai zemenēm ražojošos stādījumos. 2018./2019. gada ziemā ierīkoti divi izmēģinājumi, kur segumi zemenēm uzklāti novembra beigās un noņemti aprīļa sākumā. 1. izmēģinājumā vērtēti divi segšanas varianti, klājot uz augiem agrotīklu (biezība 23 g m^{-2}) vienā kārtā un divās kārtās, kas salīdzināti ar variantu bez segumu izmantošanas. Pētījumā izmantota šķirne ar zemu ziemcietību mūsu apstākļos – 'Sophie'. Augi stādīti 2017. gada pavasarī. Zemenes audzētas bez augsnes mulčas izmantošanas, rindstarpas apstrādājot mehanizēti. 2. izmēģinājumā vērtēta vienas kārtas agrotīkla seguma (23 g m^{-2}) efektivitāte diviem jauniem nīderlandiešu hibrīdiem 09-90S-06 un 09-90S-05 un šķirnei 'Magnus'. Stādījums ierīkots 03.05.17. Stādīšanai izmantoti "frigo" stādi no Nīderlandes. Audzēšanā rindstarpās izmantota salmu mulča. Divi izmēģinājumi ierīkoti 2019./2020. gada ziemā, kur abos izmēģinājumos segumi uzklāti novembra beigās un noņemti jūnija sākumā, kad beidzās pavasara salnas, un sāka gatavoties ogas. Abi izmēģinājumi ierīkoti 2017. gada zemeņu stādījumā, kur zemenes audzētas bez augsnes mulčas izmantošanas, rindstarpas apstrādājot mehanizēti. 3. izmēģinājumā izmantota šķirne 'Zefyr'. Segšanai vērtēti agrotīkla segumi ar diviem biezumiem: 17 g m^{-2} un 23 g m^{-2}, kas klāti vienā kārtā un salīdzināti ar variantu bez augu segumu izmantošanas. 4. izmēģinājumā izmantota šķirne 'Daroyal', kurai vērtēts viena veida agrotīkla segums – ar biezību 23 g m^{-2}, kas salīdzināts ar kontroles variantu – bez seguma izmantošanas.

2018./19. gada ziema bija samērā labvēlīga zemeņu pārziemošanai un neraksturojās ar ļoti zemām temperatūrām. Zemākā novērotā minimālā gaisa temperatūra bija -17.4 ˚C janvāra trešajā dekādē. 2019./2020. gada ziema bija vēl siltāka par iepriekšējo ziemu, ar zemāko temperatūru -7.8 ˚C, kas novērota 2019. gada decembra pirmajā un 2020. gada marta trešajā dekādē, taču pavasaris bija vēss un zemeņu ziedēšanas laikā bija vērojamas salnas. Salnas novērotas visu aprīļa un maija mēnesi, ar zemāko temperatūru -3.9 ˚C aprīļa trešajā dekādē.

Visos izmēģinājumos veikti fenoloģiskie novērojumi. Masveida ziedēšanas laikā uzskaitīti aveņu ziedu smecernieka bojātie ziedpumpuri un salušie ziedi. Pēc segumu noņemšanas augiem mērīts ceru augstums. Ražība un ražas kvalitāte vērtēta, izsverot kopražu un pa šķirām, kā arī atsevišķi uzskaitot puvušās un kroplīgās ogas. Aprēķināta ogu vidējā masa. Veikts ziemas, slimību un kaitēkļu bojājumu intensitātes un stādījuma biezības vērtējums. Bojājumu intensitāte vērtēta ballēs 1 - 9, kur 1 – bojājumu nav, 9 – augi pilnībā slimi vai bojāti. Stādījuma biezība vērtēta ballēs 1 – 9, kur 9 – bojāgājušo augu nav, bet 1 – visi augi aizgājuši bojā. Iegūtie dati apstrādāti un analizēti izmantojot aprakstošo statistiku un dispersijas analīzi. Atšķirību būtiskums noteikts pie ticamības 95%.

Rezultāti un diskusijas

1.izmēģinājums. Izvērtējot vienas un divu kārtu agrotīkla segumu izmantošanu, zemenēm ziemā, pavasarī pēc segumu noņemšanas, novērots, ka augi zem segumiem bija labāk pārziemojuši – ar mazāku ziemas bojājumu intensitāti un vairāk izdzīvojušiem augiem nekā kontrolē (1. tab.). Salīdzinot abus segšanas variantus, mazāk ziemas bojājumu bija variantā ar divkāršu agrotīkla segumu. Abos variantos ar segumu izmantošanu novēroti arī mazāki lapu plankumainību bojājumi, nekā kontrolē, lai gan statistiski būtiskas atšķirības starp variantiem netika konstatētas. Tāpat arī variantos ar segumu izmantošanu augi veidoja augstākus cerus nekā kontrolē (dati nav attēloti).

1. tabula *Table 1*

Zemeņu izvērtēšanas rezultāti izmēģinājumā, kur izmantoti dažādi augu segšanas varianti ar agrotīklu ziemā šķirnei 'Sophie'

Strawberry evaluation results in trial, where different covering treatments with agro-net were used for cultivar 'Sophie' during winter

Variants ***Treatment***	**Ziemas bojājumi, balles** ***Winter damage, scores****	**Augu biezība, balles** ***Plant density, scores*****	**Lapu plankumainību bojājumu intensitāte, balles** ***Damage severity by leaf spots, scores****	**Aveņu ziedu smecernieka bojāti pumpuri, % no kopējā skaita** ***Buds damaged by strawberry blossom weevil, % from total***	**Ražošanas sākums, datums** ***Beginning of fruit ripening, date***	**Bruto ražas pieaugums, salīdzinot ar kontroli, %** ***Increase of marketable yield compare to control***
Bez seguma (kontrole) W*ithout cover (control)*	6.0	4.5	5.5	8.8	21.06.	0
Segums 1 kārta C*over in one layer*	4.3	6.5	5.0	32.5	21.06.	+65
Segums 2 kārtas C*over in two layers*	3.3	6.8	5.0	16.3	21.06.	+64
$RS_{0.05}$ $LSD_{0.05}$	1.0	1.8	1.0	26.5	-	-

*vērtējums dots ballēs 1 – 9, kur 1 – bojājumu nav, bet 9 – visi augi pilnībā bojāti / *The evaluation given in scores 1 – 9, where 1 – no damage observed, 9 – all plants fully damaged.*

**vērtējums dots ballēs 1 – 9, kur 9 – bojāgājušo augu nav, bet 1 – visi augi aizgājuši bojā / *The evaluation given in scores 1 – 9, where 9 – all plants survived, 1 – all plants dead.*

Izmēģinājumā bija vērojams, ka variantos ar segumu izmantošanu bija vairāk aveņu ziedu smecernieka bojājumu, taču bojājumu intensitāte ļoti variēja starp lauciņiem, tāpēc atšķirības nebija statistiski būtiskas. Zemeņu ražošanas laiku segumu izmantošana ziemā nebija ietekmējusi, jo segumi

tika noņemti jau aprīlī, taču segumu izmantošana ziemā bija paaugstinājusi stādījuma ražību, kas varētu būt saistīta ar labāku augu pārziemošanu. Ogu lielums un ražas kvalitāte starp variantiem būtiski neatšķīrās (dati nav attēloti).

2. izmēģinājums. Šajā izmēģinājumā augu pārklāšanai ziemā tika izmantots tikai vienas kārtas segums, un tas uzklāts diviem jauniem nīderlandiešu hibrīdiem un vienai šķirnei. Seguma izmantošana visiem vērtētajiem genotipiem bija būtiski samazinājusi ziemas bojājumus, salīdzinot ar kontroli (1. att.).

1.att. Ziemas bojājumu intensitāte zemenēm variantos ar un bez seguma izmantošanas ziemā 2. izmēģinājumā. Ar dažādiem burtiem apzīmētās vērtības būtiski atšķiras ($p<0.05$).

Fig. 1. Winter damage severity for strawberry using plant covering during winter and without covering in Trial 2. Values marked with different letters differ significantly ($p<0.05$).

Izvērtējot ceru veģetatīvo attīstību, bija vērojams, ka variantā ar segumu izmantošanu visiem genotipiem ceri bija augstāki un platāki nekā bez segumu izmantošanas, taču statistiski būtiskas atšķirības bija tikai ceru platumā (dati nav attēloti). Seguma izmantošana bija nedaudz pasteidzinājusi ražošanas sākumu abiem hibrīdiem, kas pēc ogu ienākšanās laika ir agrīnāki, taču nebija ietekmējusi ražošanas laiku ļoti vēlīnajai šķirnei 'Magnus'. Variantos ar segumu izmantošanu visiem vērtētajiem genotipiem bija augstāka bruto raža, nekā bez segumu izmantošanas un ietekmes lielums atšķīrās pa genotipiem. Visvairāk augu piesegšana ziemā bija palielinājusi ražību hibrīdam 09-90S-06 (+114%), kam bija vismazākie ziemas bojājumi variantā ar seguma izmantošanu, bet vismazāk – šķirnei 'Magnus' (+27%), kurai bija lielākie ziemas bojājumi. Ogu vidējo masu, slimību un kaitēkļu bojājumu intensitāti segumu izmantošana nebija būtiski ietekmējusi.

3. izmēģinājums. 2019./2020. gada ziema bija netipiski silta, tāpēc ziemas bojājumu izmēģinājumā bija maz, un bojājumu intensitāte starp segumu variantiem statistiski būtiski neatšķīrās. Tomēr pēc agrotīkla segumu noņemšanas, vizuāli novērtējot, augi zem agrotīkla segumiem izskatījās labāk - ar veselīgāku lapojumu nekā kontrolē un ar lielāku augu biezību, kā arī ceri bija augstāki (dati nav attēloti). Tā kā pavasaris bija vēss, segumus uz augiem turēja līdz pat jūnija sākumam, lai samazinātu salnu ietekmi. Šādos apstākļos abu vērtēto segumu izmantošana bija būtiski ietekmējusi zemeņu ziedēšanas un ražošanas laiku un ražošanas gaitu (2. att.). Variantā ar agrotīkla segumu 17 g m^{-2} ražošana sākās par 9 dienām agrāk nekā variantā bez seguma. Savukārt variantā ar agrotīkla segumu 23 g m^{-2} ražošana sākās par 11 dienām agrāk nekā variantā bez seguma, un šajā variantā bija visagrākā ražošanas kulminācija. Arī ražošanas beigas variantos ar segumu izmantošanu bija agrākas nekā kontroles variantā.

2.att. Zemeņu ražošanas gaita šķirnei 'Zefyr' izmēģinājumā ar dažāda biezuma agrotīkla segumu izmantošanu.

Fig. 2. Strawberry production pattern for cultivar 'Zefyr' in the trial with using of Agronet covers with different density.

Tomēr ilgstoša segumu izmantošana bija palielinājusi lapu plankumainību bojājumu intensitāti zemenēm, salīdzinot ar kontroles variantu, kā arī variantos ar segumu izmantošanu bija relatīvi vairāk kroplīgo un ar puvi bojāto ogu (dati nav attēloti). Paaugstinātā puves infekcija skaidrojama ar to, ka variantu ar segumiem ražas vākšanas laikā bija vairāk nokrišņu nekā kontroles varianta ražošanas laikā, bet kroplīgo ogu īpatsvara pieaugums skaidrojams ar sliktāku augu apputeksnēšanos zem segumiem. Izmēģinājumā bija vērojams, ka abi segumi bija samazinājuši aveņu ziedu smecernieka bojājumus, taču statistiski būtiskas atšķirības netika konstatētas.

4.izmēģinājums. Arī šajā izmēģinājumā, līdzīgi kā pārējos, zemenes variantā ar agrotīkla seguma izmantošanu bija labāk pārziemojušas nekā bez augu segšanas (2. tab.). Variantā ar seguma izmantošanu augiem bija arī augstāki ceri nekā kontrolē. Taču seguma izmantošana bija palielinājusi lapu baltplankumainības bojājumu intensitāti.

2. tabula *Table 2*

Zemeņu izvērtēšanas rezultāti izmēģinājumā, kur agrotīkla segums izmantots ziemā un pavasarī šķirnei 'Daroyal'

Strawberry evaluation results in trial, where agro-net covering used during winter and spring for cultivar 'Daroyal'

Variants ***Treatment***	**Ziemas bojājumi, balles** ***Winter damage, scores****	**Augu augstums, cm** ***Plant height***	**Lapu baltplankumainības bojājumu intensitāte, balles** ***Damage severity by white leaf spots, scores****	**Puvušās ogas, % no kopējā skaita** ***Rotted fruits, % from total***	**Ražošanas sākums, datums** ***Beginning of fruit ripening, date***	**Bruto ražas pieaugums, salīdzinot ar kontroli, %** ***Increase of marketable yield compare to control***
Bez seguma *Without cover*	4.7	16.5	3.0	1.8	05.06.	0
Agrotīkla segums *Agronet cover*	3.0	26.5	4.3	8.4	15.06.	+12.7
p	0.038	0.001	0.057	0.027		

*vērtējums dots ballēs 1 – 9, kur 1 – bojājumu nav, bet 9 – visi augi pilnībā bojāti / *The evaluation given in scores 1 – 9, where 1 – no damage observed, 9 – all plants fully damaged.*

Līdzīgi kā 3. izmēģinājumā šķirnei 'Zefyr', seguma izmantošana ziemā un pavasarī arī šķirnei 'Daroyal' bija būtiski ietekmējusi zemeņu ražošanas laiku. Variantā ar agrotīkla segumu ražošana sākās par 9 dienām agrāk nekā variantā bez seguma. Agrotīkla segums bija nedaudz samazinājis salnu ietekmi – bojāto ziedu daudzums tajā bija par 1.4% mazāks nekā nesegtajā variantā, un paaugstinājis bruto ražas lielumu, bet atšķirības starp variantiem nebija statistiski būtiskas (dati nav attēloti). Līdzīgi kā šķirnei 'Zefyr', 'Daroyal' variantā ar segumu bija procentuāli vairāk kroplīgo ogu, nekā bez segumu izmantošanas un būtiski vairāk puvušo ogu (2.tab.).

Secinājumi

1. Vērtējot kopumā, agrotīkla segumu izmantošana zemeņu stādījumos ziemā ir ar pozitīvu ietekmi un ieteicama pārziemošanas uzlabošanai. Izmantojot zemenēm agrotīkla segumus ziemas periodā, var samazināt ziemas bojājumus un iegūt augstāku ražu, tiek veicināta augu veģetatīvā augšana.
2. Agrotīkla segumu izmantošana ziemā un pavasarī zemenēm samazina ziemas bojājumus, pasteidzina ražošanas sākumu, veicina augu veģetatīvo augšanu, taču iespējami lielāki slimību bojājumi un lielāks kroplīgo ogu īpatsvars.
3. Salīdzinot vienas un divu kārtu agrotīkla pārklājumu (biezība 23 g m^{-2}), izmantojot dubultu pārklājumu, augiem bija mazāk ziemas bojājumu, taču ražību un ražas kvalitāti dubultais pārklājums nebija būtiski ietekmējis.
4. Būtiskas atšķirības ietekmē starp diviem agrotīkla biezumiem 17 g m^{-2} un 23 g m^{-2} nav konstatētas, taču, izmantojot biezāku segumu, bija vērojama lielāka pozitīva ietekme uz zemeņu ražošanas laika pasteidzināšanu.

Pateicība

Pētījumi realizēti projekta „Integrētai audzēšanai perspektīvo ogulāju šķirņu pārbaude dažādos Latvijas reģionos un to audzēšanas tehnoloģiju izstrāde un pilnveidošana'' ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Aflatuni A., Kemppainen R., Heinonen A., Hakonen T. (1997). The effects of a non-woven cover in combination with different soil mulches in strawberry cultivation. *Agricultural and Food Science*, Vol. 6(5-6), p. 371-380.
2. Poling E.B., Pat Fuller H., Perry K.B. (1991). Frost/Freeze Protection of Strawberries Grown on Black Plastic Mulch. *HORTSCIENCE*, Vol. 26(1), p. 15-17.
3. Uleberg E., Martinussen I., Samuelsen R. (2017). Effect of combined seasonal coverage on northern production of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch). *Hort. Sci.* (*Prague*), Vol. 44(3), p. 148–155. Doi: 10.17221/112/2015-HORTSCI
4. Ступина А.Ю. (2019). Биологические особенности морозостойкости земляники садовой. *Селекция и сортоизучение садовых культур*, Т. 6, № 2, с. 84-86.

NĀTRIJA ALGINĀTĀ IEKAPSULĒTU DIĻĻU SĒKLU SĒJA

SOWING OF CAPSULATED DILL SEEDS

Ieva Mežaka[1], Noriko Mizobata[1], Arta Kronberga[2]
[1]Vides risinājumu institūts, [2] SIA "Field and Forest"
ieva.mezaka@videsinstituts.lv

Abstract. *Encapsulation of seeds in a sodium alginate capsule makes it possible to sow pre-germinated seeds thus protecting seeds from a mechanical damage. The effect of encapsulation on germination of the dill seeds was determined. Two encapsulation methods were tested: the formation of a capsule from inside out and from outside in. Germination was higher when the capsule was formed outside in. The effect of concentration of sodium alginate and calcium chloride on germination of seeds was tested. The concentration of the two substances did not significantly affect germination. However, encapsulation delayed germination compared to the control. Therefore, further experiments were conducted: pre-germinated seeds were encapsulated, and untreated seeds were encapsulated and pre-germinated in the capsule. The time of longer pre-germination (72 h) increased final germination and decreased the time to the emergence of cotyledons by four days compared to the control.*
Key words: *seed pre-treatment, medicinal and aromatic plants, alginate beads*

Ievads

Dilles (*Anethum graveolens* L.) ir viengadīgs *Apiaceae* dzimtas augs, kas izsenis tiek kultivēts kā dārzenis, garšaugs un ārstniecības augs. Latvijā tas ir viens no biežāk audzētajiem garšaugiem. Diļļu sēklas ir mazas, ar nelielām barības rezervēm, tās ir īpaši jutīgas pret stresu, līdz ar to dīgšana var būt lēna un nevienmērīga (Grīnvalds, Lepse, 2014; Espanany, Fallah, 2016).

Lielākajai daļai garšaugu aromātisko un ārstniecības augu sadīgšana lauka apstākļos ir zemāka un nevienmērīgāka nekā dīgtspējas pārbaudes testos laboratorijā, ko var skaidrot ar nelabvēlīgiem vides faktoriem un patogēnu klātbūtni augsnē (Tu et al., 2016). Daļu no nelabvēlīgo apstākļu ietekmes var novērst, veicot sēklu papildu apstrādi pirms sējas (Currah et al., 1974). Tai var būt dažādi mērķi, piemēram, atvieglot sēklu iesēšanu, veicināt ātrāku un vienmērīgāku sadīgšanu. Viens no biežāk lietotajiem sēklu priekšapstrādes veidiem ir sēklu iediedzēšana, tiek izmantota arī sēklu dražēšana, slīpēšana. Bioloģiskajā lauksaimniecībā arvien populārāka kļūst sēklu apstrāde ar biostimulantiem (Majkowska – Gadomska et al., 2017).

Iekapsulēšana ir plaši izmantota organismu un šūnu pasargāšanai no ārējās vides kaitīgās ietekmes, kā arī ķīmisku vielu, enzīmu nogādāšanai organismiem vai šūnām. Iekapsulēšanai tiek izmantots ūdenī šķīstošs polimērs, visbiežāk algināts (Berninger et al., 2016). Algināta kapsulā pievienotās barības vielas veicina augšanu, bet kapsula nodrošina mehānisku aizsardzību (Dupuis et al., 1994). Iekapsulēšanu varētu izmantot arī sēklu pirmssējas sagatavošanai, iekapsulējot iediedzētas sēklas, tādējādi aizsargājot sēklas, paātrinot to sadīgšanu augsnē un nodrošināt labāku sadīgšanas vienmērību. Sēklu iekapsulēšana alginātā ir pārbaudīta uz kviešu, kāpostu, bazilika un redīsu sēklām (Sarrocco et al., 2004).

Pētījuma mērķis bija noskaidrot iediedzētu diļļu sēklu iekapsulēšanas ar nātrija alginātu un kalcija hlorīdu ietekmi uz diļļu sēklu sadīgšanas ātrumu un vienmērību.

Materiāli un metodes

Tika veikti izmēģinājumi, lai iekapsulētu sēklas ar dažādām metodēm un lai izvērtētu iekapsulēšanas ietekmi uz diļļu sēklu sadīgšanu. Pētījumā tika izmantotas diļļu šķirnes 'Szmaragd' (Polija) sēklas. Kapsulu veidošanai tika izmantots nātrija algināts (Fisher Scientific, Beļģija) un kalcija hlorīda dihidrāts (Fluka, Vācija).

Pētījumā tika pārbaudītas divas algināta kapsulu izveidošanas metodes – kapsulu veidojot "no iekšpuses uz āru" (vispirms sēklas apstrādājot ar kalcija hlorīda dihidrātu un tad ievietojot alginātā) un "no ārpuses uz iekšu" (sēklas kopā ar alginātu pilinot kalcija hlorīda dihidrāta šķīdumā).

Kapsulas veidojot "no iekšpuses uz āru", pirmajā solī sēklas 20 minūtes tika izturētas kalcija hlorīda šķīdumā, tad žāvētas žāvskapī 30 ºC temperatūrā 24 h. Algināta šķīdumu maisot ar magnētisko maisītāju (400 rpm), tajā pa vienai tika pievienotas sagatavotās sēklas un 5 minūtes tajā noturētas, kamēr apkārt

sēklai izveidojās 2–4 mm bieza algināta kapsula. Kapsulas skaloja destilētā ūdenī. Tika pārbaudītas četras algināta koncentrācijas (1, 2, 3 un 4%), kā arī septiņas kalcija hlorīda koncentrācijas (25, 50, 75, 100 mM un 0.5, 1, 2 M).

Kapsulas veidojot "no ārpuses uz iekšu", sēklas tika ievietotas algināta šķīdumā un kopā ar šķīdumu ievilktas šļircē. Tad sēklas ar alginātu pa vienai tika iepilinātas kalcija hlorīda šķīdumā un tajā noturētas 10 minūtes. Tika pārbaudītas četras kalcija hlorīda koncentrācijas (25 mM, 50 mM, 75 mM un 100 mM) un četras algināta koncentrācijas (1, 2, 3 un 4%).

Sagatavotās kapsulas pa 20 katram variantam trīs atkārtojumos tika ievietotas Petrī platēs starp diviem mitriem filtrpapīra slāņiem un tika diedzētas 20 ºC temperatūrā. Kā kontrole tika izmantotas neapstrādātas sēklas.

Nākamajos pētījuma soļos sēklas tika kapsulētas "no ārpuses uz iekšu", izmantojot 2% alginātu un 50 mM kalcija hlorīdu. Tika veikts izmēģinājums, lai noskaidrotu iediedzēšanas ilguma (24, 48 un 72 h), kā arī iediedzēšanas vides (ūdens vai algināts) ietekmi uz sēklu sadīgšanu augsnē. Pirmajā variantā sēklas tika iediedzētas ūdenī 24, 48 un 72 h un tad iekapsulētas, savukārt otrajā variantā sausas sēklas tika iekapsulētas alginātā, un kapsulas tika iedziedzētas 24, 48 vai 72 h ūdenī, kas tika aerēts. Pēc tam abu variantu kapsulas tika diedzētas augsnē 0.5 cm dziļumā 20 ± 2 ºC temperatūrā. Kā kontrole tika izmantotas neiediedzētas sēklas. Reizi 24 h tika noteikts sadīgušo sēklu daudzums – par sadīgušām tika uzskatītas sēklas, kurām virs augsnes parādījās dīgļlapas.

Datu apstrāde tika veikta ar R versiju 4.0.3., veicot divu faktoru dispersijas analīzi.

Rezultāti un diskusijas

Nātrija algināta kapsulas var veidot divos veidos – kalcija hlorīdu uzklājot uz sēklas un ievietojot alginātā "no iekšpuses uz āru" vai arī sēklas kopā ar alginātu pilinot kalcija hlorīdā "no ārpuses uz iekšu". Pirmajā pētījuma solī tika novērtēta algināta lodīšu forma un izmērs, kombinējot dažādas abu vielu koncentrācijas (skat. 1. att.). Kapsulu veidojot "no iekšpuses uz āru", par piemērotām turpmākiem pētījumiem tika atzītas visas testētās algināta koncentrācijas un trīs kalcija hlorīda koncentrācijas – 0.5, 1, 2 M, kuras veidoja simetriskas, 2–3 mm biezas, stabilas kapsulas (skat. 1. att.). Kapsulas, kas tika veidotas ar mazāku kalcija hlorīda šķīduma koncentrāciju, radīja 1–2 mm biezu, nestabilu algināta slāni. Variantā, kurā kapsula veidojās no "ārpuses uz iekšu", visām pārbaudītajām algināta (1, 2, 3 un 4%) un kalcija hlorīda (25, 50, 75, 100 mM) koncentrāciju kombinācijām veidojās stingras un noturīgas kapsulas. Kapsulu izturība pieauga, palielinoties algināta koncentrācijai. Kapsulām no 1 un 4% algināta tika konstatētas novirzes no lodes formas (skat. 1. att.).

Testējot četras algināta un trīs kalcija hlorīda koncentrācijas, diļļu sēklas iekapsulējot **"no iekšpuses uz āru"**, tika novērots, ka kalcija hlorīdam bija būtiska negatīva ($p < 0.05$) ietekme uz sēklu dīgtspēju, salīdzinot ar neapstrādātu sēklu dīgtspēju (kas vidēji bija 95%). Sadīgušo sēklu daudzums samazinājās, palielinoties kalcija hlorīda koncentrācijai (skat. 2. att.). Izmantojot 0.5 M kalcija hlorīda šķīdumu, sadīgušo sēklu daudzums 10. dienā pie dažādām algināta koncentrācijām bija 82–93%, izmantojot 1 M kalcija hlorīda šķīdumu 72–83%, bet 2 M kalcija hlorīda šķīdumu – 60–78%.

Izmēģinot četras algināta un četras kalcija hlorīda koncentrācijas, kapsulējot diļļu sēklas **"no ārpuses uz iekšu"**, tika konstatēts, ka vidēji vislielākais sadīgušo sēklu daudzums tika iegūts, iekapsulēšanai izmantojot 50 mM kalcija hlorīda šķīdumu un 2% algināta šķīdumu (skat. 3. att.), tādēļ šī kombinācija tika izmantota turpmākos izmēģinājumos, sējot augsnē. Algināta un kalcija hlorīda koncentrācijai nebija būtiskas ietekmes uz kopējo sadīgušo sēklu daudzumu ($p > 0.05$), tomēr neapstrādātām sēklām sadīgušo sēklu daudzums bija būtiski lielāks 3. un 4. diedzēšanas dienā. No 6. dienas sadīgušo sēklu daudzums izlīdzinājās, un, lai gan visos variantos kontrolei sadīgšana bija augstāka, šī atšķirība nebija būtiska ($p > 0.05$).

Neapstrādātas sēklas (kontrole) augsnē sāka dīgt 9. dienā, bet alginātā iekapsulētas, neiediedzētas sēklas – 8. dienā pēc sējas (skat. 4. att.). Visi pārbaudītie sēklu apstrādes varianti, kuros tika kombinēta sēklu iediedzēšana un iekapsulēšana, veicināja ātrāku sēklu sadīgšanu, turklāt lielāka ietekme bija sēklu iediedzēšanas ilgumam ūdenī. Variantos, kur sēklas tika iediedzētas vienu un divas dienas, tās sadīga 6.–8. dienā pēc sējas neatkarīgi no kapsulēšanas veida. Visātrāk (5. dienā pēc sējas) sadīga sēklas, kas tika iediedzētas 3 dienas (gan kapsulējot pirms, gan pēc iediedzēšanas).

Visaugstākais kopējais sadīgušo sēklu daudzums 15. dienā pēc sējas bija ūdenī 3 dienas iediedzētām un tad iekapsulētām sēklām – 81 ± 3%. Sēklas iediedzējot pirms sējas, tām sāk attīstīties dīglītis, kas sējot var tikt mehāniski bojāts, tāpēc sēklu kapsulēšana tika pētīta kā metode, kas pasargā dīglīti no bojājumiem sējas laikā un nodrošina ar stabilu un pietiekamu mitruma daudzumu dīgstot. Lai gan 3 dienas iediedzētas sēklas tika iekapsulētas jau baltā dīgļa stadijā, arī sēklu apstrāde nav sabojājusi dīgli, bet lauka apstākļos nodrošinājusi augstāku sadīgšanu, gan salīdzinot ar citiem eksperimentālajiem variantiem (43–77%), gan kontroli (53 ± 7%).

1. att. Kalcija hlorīda un algināta koncentrācijas ietekme uz algināta lodīšu izveidošanos, kapsulas veidojot "no iekšpuses uz āru" (A) un "no ārpuses un iekšu" (B).

Fig. 1. Effect of concentration of sodium alginate and calcium chloride dihydrate on the formation of capsules around seeds from inside out (A) *and outside in* (B).

Lai gan laboratorijas testos sēklu iekapsulēšana alginātā sēklu sadīgšanu, salīdzinot ar kontroli, samazināja, sējot augsnē trīs dienas iediedzētas un iekapsulētas sēklas, tās sadīga ātrāk un tika panākta augstāka sadīgšana nekā, sējot neapstrādātas diļļu sēklas.

Mūsu pētījumi liecina, ka sēklu iediedzēšana un iekapsulēšana paātrina diļļu sēklu sadīgšanu un sadīgušo sēklu skaitu, salīdzinot ar nepastrādātu diļļu sēklu sēju. Turpmākos pētījumos būtu nepieciešams izpētīt tehnoloģijas ietekmi uz diļļu ražu un kvalitāti, lai aprēķinātu metodes ekonomisko lietderību, kā arī attīstīt tehnoloģijas iekapsulētu sēklu izsējai.

2. att. Kalcija hlorīda un algināta koncentrācijas ietekme uz diļļu sēklu dīgšanu, kapsulējot "no iekšpuses uz āru".

Fig. 2. Effect of concentration of sodium alginate and calcium chloride dihydrate on germination of dill seeds during capsulation from inside out.

3. att. Kalcija hlorīda un algināta koncentrācijas ietekme uz diļļu sēklu dīgšanu, kapsulējot "no ārpuses uz iekšu".

Fig. 3. Effect of concentration of sodium alginate and calcium chloride dihydrate on germination of dill seeds during capsulation from outside in.

4. att. Iekapsulētu sēklu sadīgšana augsnē atkarībā no iediedzēšanas ilguma pirms iekapsulēšanas.
Fig. 4. Effect of pretreatment on germination of capsulated seeds in soil.

Secinājumi

Trīs dienas iediedzētas un tad alginātā iekapsulētas sēklas augsnē sadīga četras dienas ātrāk nekā neapstrādātas sēklas un uzrādīja būtiski augstāku (81%) sadīgšanu, gan salīdzinot ar citiem eksperimentālajiem variantiem (43–77%), gan kontroli (53%). Tādējādi šo metodi varētu izmantot diļļu audzēšanā, lai uzlabotu sēklu sadīgšanu augsnē un saīsinātu dīgšanas laiku.

Pateicības

Pētījums tapis, pateicoties projekta Nr. 18-00-A01620-000051 "Jaunas tehnoloģijas sēklu pirmssējas sagatavošanai un sējai" finansiālam atbalstam.

Izmantotā literatūra

1. Berninger T., Mitter B., Preininger C. (2016). The smaller, the better? The size effect of alginate beads carrying plant growth-promoting bacteria for seed coating. *Journal of Microencapsulation*, Vol. 33 (2), p. 127–136.
2. Currah I. E., Gray D., Thomas T. H. (1974). The sowing of germinating vegetable seeds using a fluid drill. *Annals of Applied Biology*, Vol 76, p. 311–318.
3. Dupuis J. M., Roffat C., DeRose R. T., Molle F. (1994). Pharmaceutical capsules as a coating system for artificial seeds. *Biotechnology*, Vol. 12, p. 385–389.
4. Espanany A., Fallah S. (2016). Seed germiation of dill (*Anethum graveolens* L.) in response to salicyl acid and halopriming under cadmium stress. *Iranian Journal of Plant Physiology*, Vol. 6 (3), p. 1701–1713.
5. Grīnvalds M., Lepse L. (2014). Jaunā diļļu šķine 'Kurland'. ***No:*** *Līdzsvarota lauksaimniecība*, zinātniski praktiskās konferences raksti, (2014. gada 20.–22. februāris). LLU: Jelgava, 228–229. lpp.
6. Majkowska – Gadomska J., Francke A., Dobrowolski A., Mikulewicz E. (2017). The effect of selected biostimulants on seed germination of four plant species. *Acta agrophysica*, Vol. 24 (4), p. 591–599.
7. Sarrocco S., Raeta R., Vannacci G. (2004). Seeds encapsulation in calcium alginate pellets. *Seed Science and Technology*, Vol. 32 (3), p. 649–661.
8. Tu L., He Y., Shan C., Wu Z. (2016). Preparation of microencapsulated *Bacillus subtilis* SL-13 seed coating agents and their effects on the growth of cotton seedlings. *BioMed Research International*, p. 1–7.

CITRONZĀLES AUGŠANA UN ATTĪSTĪBA ATKLĀTĀ LAUKĀ UN SILTUMNĪCĀ

THE GROWING AND DEVELOPMENT OF LEMONGRASS IN OPEN FIELD AND GREENHOUSE

Irina Sivicka[1], Ieva Iesalniece[1], Andreea Aura Şuhani[2]
[1]LLU Lauksaimniecības fakultāte, [2]University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Animal Science and Biotechnologies
Irina.Sivicka@llu.lv

Abstract. *Lemongrass (Cymbopogon citratus (DC.) Stapf) is widely used in cooking, pharmacy, perfumery, cosmetics etc. It is perennial in tropics, but overwintering is not possible in the open field in Northern Europe. As no scientific research about lemongrass cultivation was carried out in Latvia, the aim of this study was to explore the growth and development of lemongrass in the open field and in the greenhouse. The research was conducted in the Laboratory of Horticulture and Apilogy of the Institute of Soil and Plant Sciences of the Latvia University of Life Sciences and Technologies. Since 2015, annual lemongrass has been grown in the field in each vegetation period (pH KCl 6.3,* P_2O_5 *content 102 g* kg^{-1}, K_2O *content 207 g* kg^{-1}*). Before the autumn frosts, annual plants were replanted in pots with peat (*pH_{KCl} *6.0) and placed in a heated greenhouse. The plant height, total number of stems and leaves per plant, average leaf length, average stem diameter, weight of stems with and without leaves, total fresh biomass from one plant as well as the colour of stems and leaves were analysed. The average fresh biomass of annual plants per plant was 57.88 g (31.22 g for leaves and 26.66 g for stems). In the next growing years there is a tendency for lemongrass to decrease the number of stems but increase the stem diameter. Fresh biomass was significantly affected by a pot size. In 2020, the oldest lemongrass specimens were in bloom and seeds were collected.*
Key words: *lemongrass, growing, development.*

Ievads

No piecdesmit aprakstītajām sugām Eiropā visvairāk pazīstama tieši citrondzeltenā citronzāle jeb citronu cimbopogone (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) (Akhila, 2010; Presņikova, 2002; Brutāne u. c., 2003; 2008). Tās izcelsmes reģions ir Indija, bet augs ir plaši pazīstams visā Dienvidāzijā, t. sk. Taizemē, Birmā, Malaizijā, kā arī Okeānijā, Dienvidamerikā, Āfrikas dienvidos. Sugu plaši izmanto kulinārijā, farmācijā, parfimērijā, kosmētisko līdzekļu izgatavošanā (Skaria et al., 2006). Augam piemīt antiseptiska, antibakteriāla, imūnsistēmu stimulējoša, asinsriti, vielmaiņu un limfātiskās sistēmas darbību uzlabojoša iedarbība uz cilvēka organismu. Citronzāli uzskata arī par dabisku antidepresantu, stresa samazinošu un miega kvalitātes uzlabojošu līdzekli. Starptautiskie pētījumi ir pierādījuši, ka citronzālē esošais komponents citrāls palīdz cīnīties ar onkoloģiskām slimībām, paātrina organisma atjaunošanos pēc ķīmijterapijas (Presņikova, 2002). Tieši *C. citratus* suga ir iecienīta kā garšaugs izteiktā citrona aromāta dēļ. Kulinārijā citronzāli izmanto svaigā, kaltētā un saldētā veidā. Lietošanai svaigā veidā visplašāk izmanto apakšējās, apmēram 15 cm garas, gaišākās auga daļas (tās ir sulīgākas). Kaltēt var visu augu, kaltētas lapas izmanto tēju pagatavošanai, savukārt pulveri lieto kā garšvielu – ēdienu aromatizēšanai (Presņikova, 2002). Citronzāles ēterisko vai kosmētisko eļļu izmanto parfimērijas un kosmētisko līdzekļu pagatavošanā un aromatizēšanā. Augu izmanto arī kā repelentu, atbaidot kukaiņus. Tropos citronzāle ir daudzgadīga, tā veido blīvus cerus aptuveni 2 m augstumā un apmēram 1 m platumā. Lapām ir asas malas, līdz 90 cm garas un 1.3–2.5 cm platas (Presņikova, 2002). Tropos augus vienā vietā audzē 4–5 gadus, ražu vācot ik pēc 3–5 mēnešiem (Gawali, Meshram, 2019).

Latvijā citronzāle nepārziemo, to iesaka audzēt dārzā kā viengadīgu augu. Savukārt podos iestādītus augus uz ziemu rekomendē ienest siltā, ne pārāk mitrā pagrabā, substrātu nelaistot. Pavasarī augus iesaka pārstādīt, novietot siltā, gaišā telpā un sākt laistīt, līdz augam atsāksies veģetācija. Lai gan tropos citronzāli lielākoties pavairo ar ceru dalīšanu, Latvijā visplašāk to īsteno – ar sēklām. Dīgtspēja svārstās no 35 līdz 50%, diedzē +20–+25 °C, sadīgšanas ilgums ap divām nedēļām. Sēj apkurināmā siltumnīcā no februāra, var sēt uzreiz podiņos (Presņikova, 2002). Izstāda pēc salnām saulainā vietā, aizvējā, auglīgā, mālainā augsnē. Laista un mēslo pēc vajadzības. Var audzēt arī podos (piemēram, uz terases).

Tā kā Latvijas agroklimatiskajos apstākļos mērķtiecīgi zinātniskie pētījumi par citronzāles audzēšanu nav veikti, šī pētījuma mērķis bija izpētīt citronzāles augšanu un attīstību atklātā laukā un siltumnīcā.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums tika ierīkots LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūta Dārzkopības un apiloģijas laboratorijā lauka apstākļos, kā arī apkurināmā siltumnīcā ar polikarbonāta segumu. Kopš 2015. gada katru veģetācijas sezonu viengadīgā citronzāle tika audzēta lauka apstākļos (kultūraugsne, pH KCl 6.3, P_2O saturs 102 g kg^{-1}, K_2O saturs 207 g kg^{-1}). Pirms rudens salnām augi no lauka tika izrakti un pārstādīti podos ar neitralizēto kūdru pH KCl 6.0 un ievietoti apkurināmajā siltumnīcā. Augu audzēšana tika turpināta siltumnīcā, pēc nepieciešamības augus pārstādot lielāka tilpuma podos. Lai izprastu stublāju veidošanās dinamiku un to paresninināšanās tendenci, augi netika griezti. Savukārt laukā tika izstādīti no februāra līdz maijam siltumnīcā izaudzēti, ģeneratīvi pavairoti, jaunstādi. Pētāmās pazīmes bija augu augstums no zemes līmeņa līdz galotnei, kopējais stublāju un lapu skaits vienam augam, vidējais lapu garums, vidējais stublāju diametrs pie pamatnes un centrālajā daļā, kopējā zaļā masa no viena auga, vidējā viena stublāja masa kopā ar lapām un bez lapām, kā arī stublāju un lapu krāsa pēc RHS krāsu skalas.

Rezultāti un diskusijas

Piecu gadu periodā viengadīgajām citronzālēm vidējais zaļās masas iznākums no viena auga veidoja 57.88 g (stublāju skaits × viena stublāja masa ar lapām), no tās lapu raža bija 31.22 g (lapu masa no viena stublāja × stublāju skaits), bet stublāju raža (bez lapām) – 26.66 g (viena stublāja masa bez lapām × stublāju skaits). Vienam augam vidēji izveidojās ap 20 stublājiem, diametrs pie pamatnes līdz 7 cm plats. Nākamajos audzēšanas gados tika novērota tendence samazināties stublāju skaitam (līdz 6 stublājiem no viena auga 5. audzēšanas gadā), bet palielinājās stublāju diametrs. Palielinoties augu vecumam, neskatoties uz mazāku stublāju skaitu, lapu skaits būtiski nemainījās. Savukārt piecgadīgajām citronzālēm vidējais zaļās masas iznākums no viena auga bija 164.4 g viengadīgajām citronzālēm, lapu raža veidoja 107.7 g, bet stublāja masa (bez lapām) – 56.7 g (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Citronzāles augu parametri un ražas rādītāji
Plant parameters and yield indices for lemongrass

Raksturojošie radītāji, vidējie dati / *Indices, in average*	**Auga audzēšanas gads / *Plant`s growing years***				
	1./*1st*	2./*2nd*	3./*3rd*	4./*4th*	5./*5th*
Stublāju skaits vienam augam / *Count of stems per plant*	20.33	9.14	7.00	6.00	6.00
Lapu skaits vienam augam / *Count of leaves per plant*	54.00	44.00	36.00	35.00	42.00
Auga augstums, cm / *Plant height*	63.77	32.67	39.50	44.33	59.33
Lapu garums, cm / *Plant width*	35.52	60.60	59.92	63.11	88.20
Stublāju diametrs, mm / *Stem diameter*					
pie pamatnes / *on basis*	6.93	6.33	6.67	6.81	10.30
centrālajā daļā / *in central part*	3.25	4.21	4.89	5.01	5.33
Viena stublāja masa ar lapām, g / *Mass of one stem with leaves, g*	2.85	4.11	15.95	19.10	27.40
Viena stublāja masa bez lapām, g / *Mass of one stem withot leaves, g*	1.31	2.13	5.31	6.42	9.45
Lapu masa no viena stublāja, g / *Leaves` mass for one stem, g*	1.54	1.98	10.64	12.68	17.95

Pētījumā tika pierādīta audzēšanas gada un augu vecuma būtiska ietekme uz citronzāles augšanas un attīstības rādītājiem, kā arī uz ražas veidošanos ($p < 0.05$), izņemot lapu skaitu. Viskrasākās atšķirības iegūtajos datos tika novērotas viengadīgajiem augiem, jo audzēšanu laukā katru gadu ietekmēja atšķirīgi meteoroloģiskie apstākļi. Piemēram, piecu gadu periodā atkarībā no nokrišņu daudzuma, gaisa temperatūras, veģetācijas perioda garuma (t. sk. rudens salnu faktors) minimālais auga augstums veidoja 12.67 cm, bet maksimālais – 107.20 cm. Izskaidrot faktu, kāpēc otrajā un trešajā audzēšanas gadā vidējais augu augstums ir zemāks nekā pirmajā, iespējams šādi – sākumā augs veido stāvu habitusu, bet vēlāk, lapām paaugoties un novecojot, tās var noliekties uz leju, tādējādi samazinoties arī rādītāja lielumam.

Tropos gada laikā novāc 3–4 ražas, saskaņā ar dažiem avotiem pat 5–6 ražas, laika periodā no maija līdz janvārim. Literatūrā atrodami dažādi dati par ražas vākšanas biežumu. Viens variants – pirmā raža jānovāc 75 dienu laikā pēc stādīšanas, otrā 120–130 dienas pēc pirmās ražas novākšanas, savukārt trešā 150–160 dienas pēc otrās ražas novākšanas (Chandra et al., 1970). Tāpat eksistē cita versija, kas nosaka, ka pirmā raža jānovāc 90 dienu laikā pēc stādīšanas, bet visas nākamās ražas – ik pēc 50–55 dienām (Nair et al., 1979). Ir izpētīts, ka lielāks citrāla saturs tiek konstatēts tieši pirmajā un sestajā vākumā (Prakasa Rao et al., 2005).

Latvijas agroklimatiskajos apstākļos vairākas ražas lauka apstākļos iegūt nav iespējams, bet, ja citronzāle tiek audzēta ēteriskās eļļas ieguvei, iespējams, ka kvalitātes ziņā viengadīgie augi neatpaliks no citur kultivētajiem. Tiesa, līdz šim Latvijā audzētā citronzāle nav pietiekami labi izzināta no ķīmiskā viedokļa, līdz ar to nepieciešams veikt plašākus pētījumus. Jāpiebilst, ka ierasta prakse Latvijas agroklimatiskajos apstākļos saistās ar faktu, ka tieši viengadīgo augu biomasa tiek kaltēta tējas produkcijas ieguvei. Pētījums liecina, ka citronzāles audzēšana stublāju ražas ieguvei viengadīgajā sistēmā lauka apstākļos Latvijā nav iespējama – šim produkcijas veidam augi būtu jāienes apkurināmā ziemas siltumnīcā. Lai gan lielāka stublāju masa tika novērota piecgadīgajiem augiem, audzēšanas izmaksas būtu pārāk lielas. Tika novērota tendence – audzējot citronzāli dažāda tilpuma podos, tirdzniecības standartam atbilstošus stublājus iespējams izaudzēt arī daudz ātrāk, vismaz 3 gadu periodā.

Augu aprakstīšana ar krāsu skalu sniedz dziļāku ieskatu to morfoloģiskajās atšķirībās. Dati par krāsu kodu atšķirībām citronzālei atkarībā no audzēšanas gada apkopoti 2. tabulā, bet noteiktu krāsu kodu raksturojums – 3. tabulā.

2. tabula / *Table 2*

Krāsu kodi citronzāles augiem atkarībā no audzēšanas gada
Colour codes for lemongrass plants by growing year

Auga daļa / *Plant part*	**Auga audzēšanas gads / *Growing year***				
	1./*1st*	2./*2nd*	3./*3rd*	4./*4th*	5./*5th*
Stublāji/*Stems*	166 – A	199 – B	199 – D	188 – D	177 – C
Lapas/*Leaves*	144 – A	146 – B	144 – C	144 – A	144 – B

3. tabula / *Table 3*

Krāsu kodu rādītāji
Indices of colour codes

Krāsas kods / *Colour code*	**Krāsas nosaukums / *Colour name***	
	latviski / *in Latvian*	**angliski / *in English***
144 – A	Izteikti dzeltenīgi zaļa	Strong Yellow Green
144 – B		
144 – C		
146 – B	Mēreni dzeltenīgi zaļa	Moderate Yellow Green
177 – C	Pelēcīgi sarkanīgi oranža	Greyish Reddish Orange
177 – A	Mēreni sarkanīgi brūna	Moderate Reddish Brown
183 – D	Mēreni sarkana	Moderate Red
199 – B	Gaiša olīvu brūna	Light Olive Brown
199 – D	Tumši pelēcīgi dzeltena	Dark Greyish Yellow

Ir nepieciešams turpināt klonu dažādu daļu krāsas aprakstīšanu, kas ļautu salīdzināt atšķirības dažādos meteoroloģiskajos apstākļos, kā arī izprast attiecīgās korelācijas.

Visvecākajām citronzālēm 2020. gadā tika novērota ziedēšana un pat varēja ievākt sēklas materiālu (skat. Att. A).

Savukārt viengadīgajiem augiem pirmo reizi pētījuma periodā tika konstatēts, ka veģetācijas perioda beigās augi masveidā bija izveidojuši atvases (skat. Att. B). Tas izskaidrojams ar labvēlīgajiem meteoroloģiskajiem apstākļiem (ilgs un silts 2020. gada rudens).

Att. Citronzāles attīstības aspekti 2020. gadā: A – ziedkopas ar sēklām piecgadīgajiem augiem, B – atvases viengadīgajiem augiem.

Fig. Aspects of lemongrass growing in 2020: A – inflorescences with seeds for plants in the 5th growing year, B – layers on annaul plants.

Agrocenozē augi jāaudzē saskaņā ar shēmu 30 × 30 cm, tādējādi neļaujot izplatīties nezālēm (Gawali, Meshram, 2019). Pamatojoties uz mūsu novērojumiem, līdzīga rekomendācija attiecas arī uz Latvijā audzētām viengadīgajām citronzālēm.

Secinājumi

Tā kā līdz šim mērķtiecīgi zinātniskie pētījumi par citronzāles kultivēšanu Latvijas agroklimatiskajos apstākļos nav veikti, šie rezultāti sniedz ieskatu augu augšanā un attīstībā, kā arī ražas formēšanā. Pētījums būtu jāturpina, lielāku uzmanību veltot drogu izzināšanai no ķīmiskā viedokļa, lai plašāk izprastu iegūtās ražas kvalitāti, kā arī izstrādātu rekomendācijas citronzāles audzēšanai ēteriskās eļļas ieguvei.

Izmantotā literatūra

1. Akhila A. (2010). *Essential Oil – Bearing Grasses. The genus Cymbopogon*. Boca Raton: Taylor & Francis Group. 26 p.
2. Brutāne D., Miške I., Rjazanceva G., Vītoliņa L. (2003). *Garšaugi. Garšvielas.* Rīga: Nordik. 191 lpp.
3. Brutāne D., Miške I., Rjazanceva G., Vītoliņa L. (2008). *Garšaugu rādītājs*. Rīga: Nordik. 198 lpp.
4. Chandra V., Singh B., Singh A. (1970). Observation on growth and yield of oil of C. winterianus at Lucknow. *Indian Perfumer*, Vol. 14, p. 32–35.
5. Gawali A. S., Meshram N. (2019). Scientifically cultivation of lemongrass – a potential aromatic crop. *Plant Archives*, Vol. 19(2), p. 2860–2864.
6. Nair E. V. G., Nair K. C., Chinnamma M. P. (1979). Field eksperiments with micronutrients on the yield of grass, oil and citral content of oil of East Indian lemongrass (C. flexuosus var. OD-19). *Indian Perfumer*, Vol. 23, p. 55–58.
7. Presnikova L. (2002). Citrons + zāle = citronzāle. *Dārza Pasaule*, Nr. 10, 16. lpp.
8. Prakasa Rao E. V. S., Ganesha Rao R. S., Puttanna K., Ramesh S. (2005). Significance of harvest intervals on oil content and citral accumulation in variety Krishna of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, Vol. 27, p. 1–3.
9. Skaria B. P., Joy P. P., Mathew S., Mathew G. (2006). Lemongrass. ***In:*** *Handbook of Spices* (Ed. K. V. Peter). Cambridge: Woodhead Publishing Books, p. 400–419.

LAUKSAIMNIEKU UN DĀRZKOPJU DIGITĀLĀS PRASMES

DIGITAL SKILLS OF FARMERS AND HORTICULTURISTS

Edgars Rubauskis[1], Līga Lepse[1], Jānis Lepsis[1], Sarmīte Strautiņa[1], Pēteris Skrastiņš[2], Ieva Liepniece[3]
[1]Dārzkopības institūts, [2]Latvijas Augļkopju asociācija,
[3]Latvijas Bioloģiskās lauksaimniecības asociācija
edgars.rubauskis@llu.lv

Abstract. *In the frame of project ATLAS the survey was organised on the Internet, and it was available for 89.7% of the households in Latvia. Several agricultural sectors were represented by 196 respondents who took part in the survey. The respondents were from all regions of Latvia, they represented the most active part of farmers (71% of respondents 31–60 years old), and genders were represented equally. The organic farmers represented 55.4% of all respondents, 63.7% of respondents had the higher education. The survey's responses mostly showed sectoral differences, for example, the use of the robotic equipment for weed limitation, the environmental data in the fields or in the garden did not interest beekeepers and livestock farmers but more those, whose agricultural practice allows industrially produced plant protection items and fertilizers, and who would like to use recommendations of the decision support systems based on measurements of environmental data. Respondents involved in the plant production were interested in the warning systems of harmful organisms, in the free-of-charge use of the decision support systems, etc. Horticulturists would be interested in the use of the environmental data to identify irrigation needs. Fruit-growers were interested in the use of a network of sensors to monitor conditions in the orchard. Agricultural crop farmers were interested in using drones. Livestock farmers would be interested in information about changing the behaviour of animals or warnings about problems in fencing. Warning information on wildlife visits and spring frost would be necessary in particular for horticulturists, as well as warnings of threats of potential damage caused by birds would be of interest for them. Most of the surveyed respondents would be interested in data compatibility with governmental services, such as Rural Support Service databases, where to reflect performed activities, field history, etc. Training in the use of meteorological data, sensors and tools would be important for the majority of farmers.*
Key words: *survey, Horizon 2020, ATLAS, Agricultural Interoperability, data driven*

Ievads

Pētījums veikts "Horizon 2020" programmas projekta "Savietojamības un datu analīzes sistēma lauksaimniecībā" (*Agricultural Interoperability and Analysis System* jeb ATLAS) ietvaros. ATLAS ir projekts nākamās paaudzes standartu definēšanai datiem balstītā lauksaimniecībā, sadarbojoties 30 partneriem no 8 valstīm. Tā virsmērķis – atvērtas digitālo pakalpojumu platformas izstrāde lauksaimniecības vajadzībām un ilgtspējīgu ekosistēmu izveide inovatīvai, uz datiem balstītai lauksaimniecībai, lai platforma nodrošinātu iespēju elastīgi kombinēt lauksaimniecības tehniku, sensoru sistēmas un datu analīzes rīkus, pārvarot to savietojamības problēmas, un ļautu lauksaimniekiem, izmantojot vismodernākās digitālās tehnoloģijas, ilgtspējīgā veidā palielināt produktivitāti. ATLAS projekta ietvaros ar Latvijas Augļkopju asociācijas, Dārzkopības institūta un Latvijas Bioloģiskās lauksaimniecības asociācijas līdzdalību izveidoti inovāciju centri (*Innovation Hubs*) piecās ar dārzkopību saistītās saimniecībās dažādās Latvijas vietās, demonstrējot meteoroloģisko staciju un saistīto sensoru sniegtās iespējas.

Viens no izaicinājumiem bija izprast situāciju lauksaimniecības digitalizācijas jautājumā, kā arī noteikt virzienu attiecīgām darbībām, stiprinot lauksaimniecības digitalizāciju, rodot iespēju savietojamības problēmu risinājumiem, tādējādi veicinot un stiprinot ražošanas ilgtspēju un produktivitāti. Rezultātā tika izveidota aptauja, kas bija pieejama interneta vidē.

Tas tika īstenots, lai nodrošinātu pēc iespējas plašāku lauksaimniecības nozaru (apakšnozaru) un reģionu pārstāvniecību, jo mājsaimniecību īpatsvars, kurās pieejams internets, 2020. gadā sasniedza 89.7%. Visplašāk platjoslas internets pieejams Rīgas un Zemgales reģionā – 89.6% mājsaimniecību, turpretī Latgalē – tikai 80.3% mājsaimniecību. Pilsētās platjoslas internets pieejams 88.7%, bet laukos – 84.7% mājsaimniecību. 2020. gada laikā platjoslas interneta pieejamība laukos palielinājusies

par 6.8%[14]. Autori to pieņēma kā pietiekamu, lai nodrošinātu atbilstošu objektivitāti to lauksaimnieku vidū, kas izmanto un varētu izmantot saimnieciskā darbībā inovatīvus, datos balstītus risinājumus.

Aptaujas rezultāti daļēji skatīti un analizēti gan no dārzkopības, gan bioloģiskā saimniekošanas aspekta (Rubauskis u. c., 2020; Liepniece, 2021). Šoreiz skatīta respondentu pārstāvēto apakšnozaru un saimniekošanas veidu ietekme uz aptaujas rezultātiem.

Materiāli un metodes

Lai gūtu priekštatu un virziena norādes, apkopotas 2020. gada otrajā pusē trīs mēnešu periodā saņemtās 196 respondentu atbildes. Aptaujas dalībnieku vidū vērojams dzimumu līdzsvars. Gandrīz līdzīgi sadalījās to aptaujas dalībnieku daudzums, kas pārstāv bioloģisko lauksaimniecību (55.4%) un cita veida lauksaimniekus, t. sk. integrēti saimniekojošus (44.6%). Pamatnozaru sadalījums aptaujas dalībnieku vidū ir šāds: augļkopība un dārzeņkopība kopā 15.9%, biškopība un lopkopība katra 23.6%, augkopība 17.4%, kā arī daudznozaru saimniecības 19.5%. Vairums biškopju, kā arī bioloģiski saimniekojošo lauksaimnieku pārstāv Vidzemi (40.8%). Kurzeme un Latgale aptaujāto vidū pārstāvētas līdzīgi – 17.9% aptaujas dalībnieku, Zemgale – 23.5%. Pēc izglītības respondentu sadalījums ir šāds: 8.7% vidējā izglītība, 23.5% vidējā profesionālā izglītība, 41.3% augstākā izglītība un tikai 22.4% respondentu ir augstākā izglītība lauksaimniecībā, pārējie – vidējā un augstākā līmeņa mācību iestāžu audzēkņi. Lielākā daļa aptaujas dalībnieku ir saimnieciski aktīvās vecuma kategorijas pārstāvji: 21–30 gadu vecumā ir 9.2% respondentu, 31–45 gadu vecumā 28.1%, 46–60 gadu vecumā 42.9% un 61–75 gadu vecumā attiecīgi 14.8% aptaujas dalībnieku.

Atbildes uz jautājumiem tika sakārtotas augošā svarīguma secībā. Vairums aptaujas jautājumu atbilžu bija ar sagaidāmu noliegumu vai apstiprinājumu ("jā" vai "nē"). Lai varētu veikt iegūto rezultātu statistisko datu analīzi, atbildes tika kodētas līdzīgi, kā tas īstenots, kodējot kvantitatīvus un kvalitatīvus rādītājus (Dimza, Rubauskis, 2000; Rubauskis et al., 2007; Dimza et al., 2010).

Datu statistiskai analīzei izmantots "IBM SPSS Statistics 25". Noskaidrojot nozaru un saimniekošanas veidu atšķirības, veikta dispersijas analīze. Statistiski nozīmīgas atšķirības ar ticamību 95% grupētas, izmantojot "Tukey" testu. Veikta datu korelācijas analīze, lai noskaidrotu iespējamās sakarības.

Gadījumos, kad atbilde uz aptaujas jautājumu bija noliegums (kods "–1") vai apstiprinājums (kods "1"), faktoru ietekmes vidējie rādītāji interpretēti šādi: 0.90 … 1.00 "noteikti jā" vai "noteikti piedalītos", "vienmēr", "visu laiku", "ļoti bieži", "pavisam noteikti"; 0.50 … 0.89 kā "jā" vai "piedalītos"; 0.05 … 0.49 kā "drīzāk" vai "drīzāk jā", "drīzāk piedalītos"; –0.05 … 0.05 kā "iespējams"; –0.05 … –0.49 kā "drīzāk nepiedalītos" vai "drīzāk nē"; –0.50 … –0.89 kā "nepiedalītos" vai "nē"; –0.90 … –1.00 kā "noteikti nepiedalītos" vai "noteikti nē".

Rezultāti un diskusijas

Veicot pētījumu – aptauju internetā –, jau bija sagaidāms, ka, neraugoties uz nozari kā faktoru vai saimniekošanas veidu, vairums respondentu norādīja apstiprinoši (91.2%), ka internetu telefonā lieto vai pat to dara ļoti bieži. Tāpat lielākajai daļai respondentu pieejami datori ar pietiekami jaudīgu internetu. Apstiprinājums tika gūts arī faktam, ka mobilajās ierīcēs tiek izmantotas dažāda veida lietotnes. Statistiski ar augstu ticamību bioloģiski saimniekojošie gan to norādījuši kā "drīzāk jā", bet krietni vairāk lietotnes telefonos izmanto citādi, t. sk. integrēti saimniekojošie lauksaimnieki (tabulās apjoma ierobežojuma dēļ rezultāti nav iekļauti). Vairums aptaujāto arī norādījuši, ka savas zināšanas un iespējas digitālo rīku izmantošanā vērtē kā "labas" (dārzkopji, biškopji un augkopji, kā arī integrēti saimniekojošie), "varētu būt labāk" atzīmējuši lopkopības un daudznozaru saimniecību pārstāvji, kā arī ar bioloģiskām metodēm strādājošie uzņēmēji. Labāk zināšanas vērtē vecuma ziņā jaunāki vīrieši (kods "–1") ar augstāku izglītību, izmantojot integrētās saimniekošanas metodes (attiecīgi statistiski nozīmīgi korelācijas koeficienti (r): –0.33; –0.23; 0.22; 0.20).

[14] CSP, (2020): Iedzīvotāju interneta lietošanas paradumi. Centrālās statistikas pārvaldes (CSP) preses relīze [Tiešsaiste] [skatīts 2021. g. 16. februārī]. Pieejams: https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/zinatne-ikt/datori-internets/meklet-tema/2775-iedzivotaju-interneta-lietosanas-paradumi.

1. tabula / *Table 1*

Nozīmīgākās viedokļu atšķirības lauksaimniecības nozaru vidū
Most significant differences in views among subsectors of agricultural sector

Aptaujas jautājums / *Survey Question*	**Lauksaimniecības apakšnozare / *Subsector of agriculture***					
	Augļ-kopība/ *Fruit-growing*	**Dārzeņ-kopība/ *Vegetable growing***	**Biško-pība/ *Bee-keeping***	**Aug-kopība/ *Crop produc-tion***	**Lop-kopība/ *Animal husban-dary***	**Daudz-nozaru/ *Multiple sector farming***
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Vai izmantotu lietotni, kas brīdinātu par apūdeņošanas vajadzību? / *Would you use an app that would alert you to the need for irrigation?*	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]	Jā, noteikti/ *Yes, definitely* [a]	Nē/ *No* [b]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [b]	Nē/ *No* [b]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]
Vai izmantotu lietotni, kas brīdinātu par slimību attīstības draudiem un kaitēkļu savairošanos, to noteikšanai pēc bojājumiem? / *Would you use an app that would alert you to the threat of disease development and the proliferation of pests, to detect them by damage profile?*	Jā/ *Yes* [a]	Iespējams/ *Likely* [ab]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [b]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [ab]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]
Vai lietotu dronu, lai novērtētu ražas lielumu un/vai augu stāvokli? / *Would a drone be used to assess the size of the harvest and whether the plant's condition?*	Iespējams/ *Likely* [b]	Noteikti jā/ *Yes, definitely* [a]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [b]	Jā/ *Yes* [a]	Iespējams/ *Likely* [b]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [b]
Vai interesētu ierīce un lietotne, kas brīdinātu par mājdzīvnieku uzvedības izmaiņām? / *Would you have an interest in a device and an app that would alert you to changes in the behavior of animals?*	Nē/ *No* [c]	Noteikti nē/ *Certainly not* [c]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [bc]	Nē/ *No* [c]	Jā/ *Yes* [a]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]
Vai izmantotu robotizētu iekārtu nezāļu ierobežošanai? / *Would you use a robotic tools for weeding?*	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]	Noteikti jā/ *yes, definitely* [a]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [ab]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [b]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]
Vai ir aktuāli zināt vides datus uz lauka, dārzā? / *Is it up to you to know the environmental data on the field, in the garden?*	Jā, noteikti jā/ *Yes, yes, definitely* [ab]	Noteikti jā/ *Yes, definitely* [a]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [b]	Jā/ *Yes* [ab]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [ab]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]

1. tabulas nobeigums

1	2	3	4	5	6	7
Vai aktuāli zināt vides datus dzīvnieku novietnēs? / *How important is it to know the environmental data in animal holding?*	Noteikti nē/ *Certainly not* [bc]	Noteikti nē/ *Certainly not* [c]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [ab]	Nē/ *No* [abc]	Jā/ *Yes* [a]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [abc]
Vai būtu vēlamas lauku vēstures, mēslošanas plānu ievadīšanas iespējas tiešsaistē ar viedierīci (lietotnē)? / *Would it be desirable to enter field history, fertilizer plans online with a smart device (in an app)?*	Jā/ *Yes* [a]	Noteikti jā/ *Yes, definitely* [a]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [b]	Jā/ *Yes* [a]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [a]	
Vai vēlētos saņemt lēmumu atbalsta sistēmas brīdinājumu par kritisko apstākļu iestāšanos saistībā ar kaitīgo organismu nozīmīgu izplatīšanos? / *Would you like a decision to support a system warning about the onset of critical conditions for the significant spread of harmful organisms?*	Noteikti jā/ *Yes, definitely* [a]	Iespējams/ *Likely* [bc]	Drīzāk nē/ *Rather, no* [c]	Jā/ *Yes* [ab]	Drīzāk jā/ *Rather, yes* [bc]	Jā/ *Yes* [ab]

a, b, c – apzīmē statistiski nozīmīgas (p-vērtība < 0.05) atšķirīgas grupas / *marked statistically significant different groups.*

Raugoties no aptaujas darbības laika (2020. gads) skatupunkta, vairums aptaujas dalībnieku (ar augstāko izglītību r = 0.22) norādījuši, ka digitālie rīki un/vai sensori uzņēmējdarbībā netiek izmantoti, bet vēlētos to darīt, vienlaikus uzsverot, ka nākotnē, iespējams, daži no darbiem varētu tikt veikti ar digitālo rīku un sensoru palīdzību. Lauksaimnieki (vairāk gan augļkopji un augkopji) sliecas domāt ("drīzāk jā"), ka no attāluma vadāmas lauksaimniecības ierīces varētu uzlabot ražošanas efektivitāti.

Jautāti, „Vai jau izmantojat kādu programmu, kas balstās uz vides parametru mērījumiem?", vairums atbilžu bija "nē" vai "noteikti nē". Savukārt par perspektīvu to izmantošanā jeb "Vai izmantotu datorprogrammas, kas, balstoties uz vides parametru mērījumiem, rēķinātu un ieteiktu nepieciešamās darbības saimniecībā?", konstatētas atšķirības starp apakšnozarēm, saimniekošanas veidu un šo faktoru mijiedarbību. Ieinteresēti to izmantošanā būtu integrēti saimniekojošie dārzkopji un augkopji, savukārt neieinteresēti integrēto metožu izmantošanā ir strādājoši biškopji un bioloģiski saimniekojoši lopkopji. Arī kopumā vērtējot saimniekošanas veida ietekmi, neieinteresēti ir bioloģiski saimniekojoši lauksaimnieki ("drīzāk nē"), pretstatā kuriem ir integrēti saimniekojošie lauksaimnieki ("drīzāk jā", r = 0.26).

Kā perspektīvas būtu uzskatāmas lauksaimnieku rīcībā esošas lietotnes, kas brīdinātu par salnu iespējamību, kā arī informētu par meteoroloģiskajiem un vides datiem uz lauka – apstiprinošas atbildes pārsvarā no visu nozaru pārstāvjiem, neskatoties uz viņu saimniekošanas veidu. Ja kāda lietotne palīdzētu vadīt saimniecībā apūdeņošanas procesus, tas noteikti gandarītu dārzkopjus un daudznozaru saimniecību pārstāvjus (1. tab.), lai gan kopumā lauksaimnieki pret to attiecas noraidoši ("drīzāk nē"). Tas visticamāk noteikts ar salīdzinoši lielo biškopības un lopkopības pārstāvēto aptaujas dalībnieku (47.2%), kā arī lielo lauku platību apsaimniekotāju – augkopju atbildēm.

Lietotne, kas brīdinātu par slimību attīstības draudiem un kaitēkļu savairošanos, vairāk uzrunā dārzkopjus, augkopjus un daudznozaru saimniecību pārstāvjus (1. tab.), neskatoties uz to saimniekošanas veidu. Par to, visticamāk, intereses nebūs lopkopjiem un biškopjiem. Vidēji nozarē drīzāk tādas lietotnes izmantotu to saimniecību pārstāvji, kuru saimniekošanā pieļaujams izmantot

ķīmiskā rūpniecībā ražotus augu aizsardzības (AAL) un mēslošanas līdzekļus. Lai gan, ņemot vērā bioloģiskā saimniekošanā izmantojamos pesticīdus (piem., dabiskas izcelsmes AAL), tas vēl jo svarīgāk būtu tieši bioloģiskajiem lauksaimniekiem, lai precīzāk, savlaicīgāk, mērķtiecīgāk un efektīvāk veiktu kaitīgo organismu ierobežošanu. Līdzīga situācija novērojama, izvērtējot atbildes par lietotnes izmantošanu, kura būtu izmantojama kaitīgo organismu darbību noteikšanai pēc to bojājumiem.

Tāda saimniekošanas objekta kā dārzs ilgmūžība, visticamāk, nosaka, ka dārzkopji būtu tie, kas izmantotu rīku, sensoru tīklu, kas vienlaikus novērtē apstākļus (mitrumu u. c.) dažādās dārza/lauka vietās. Citiem lauksaimniekiem šajā brīdī tas nav saistoši – saņemta atbilde "nē" vai "drīzāk nē", tāpat neatkarīgi no saimniekošanas veida. Tajā pašā laikā lauksaimniekus (izņemot biškopjus un lopkopjus) ar augstu ticamību interesē vides dati kopumā uz lauka vai dārzā neatkarīgi no saimniekošanas veida ("drīzāk jā") (1. tab.). Sevišķi ieinteresēti ir dārzkopji ("noteikti jā"). Tas varētu būt saistīts arī ar iespējām izmantot lēmumu atbalsta sistēmas, kas kaitīgo organismu situācijas attīstības analīzei izmanto vides datus (1. tab.). Izņemot biškopjus, kuriem nav nepieciešamības pēc iepriekš minētā, vairums lauksaimnieku (70.2% aptaujāto) sliektos to izmantot savā praksē. Lielāka izpratne par lēmumu atbalsta sistēmu lietderību ir integrēti saimniekojošiem lauksaimniekiem, jo sevišķi augļkopjiem, kuri pat būtu gatavi nelielā apmērā piedalīties to izmantošanā arī finansiāli. Tāpat būtiski ir piebilst, ka 52.6% aptaujas dalībnieku lēmumu atbalsta sistēmas labprāt izmantotu bez maksas. Finansiāli līdzdarboties (līdz 100 EUR) būtu gatavi līdz 27.3% aptaujas dalībnieku.

Visticamāk, ka lielās, vienlaidus apsaimniekojamās platības nosaka to, ka šobrīd tieši augkopji un dārzeņkopji labprāt izmantotu dronus savas saimniecības efektivitātes un ilgtspējas nodrošināšanai (1. tab.). Izņemot biškopjus un daudznozaru saimniecību pārstāvjus, kopumā lauksaimnieki pauž atbalstu šādu ierīču lietošanai, jāuzsver, ka pozitīvāk noskaņoti ir integrēti saimniekojošie.

Vai lauksaimnieki izmantotu robotus, piemēram, nezāļu ierobežošanā? Nozare kopumā saka: "Iespējams" (1. tab.). Saprotamu iemeslu dēļ šādā nezāļu ierobežošanā drīzāk mazāk ieinteresēti ir biškopji un lopkopji, bet citu nozaru pārstāvji noskaņoti vairāk pozitīvi. Drīzāk šeit ir vairāk risināmā tieši dažādo robotu autonomijā, attālinātā vadībā, kur, visticamāk, noderētu arī projektā ATLAS izmantotā platforma datu savietojamības nodrošināšanai u. tml.

Acīmredzot savvaļas dzīvnieku un citu "nelūgtu viesu" viesošanās visu veidu lauksaimnieku darbību ietekmē nozīmīgi, jo šo informāciju no ierīces un attiecīgi saistītās lietotnes labprāt saņemtu vairums (vairāk nekā 70%) aptaujāto. Tāpat būtu labi, ja tas tiktu sasaistīts vismaz ar kādu automātisku atbaidīšanas ierīci. Līdzīga pozitīva attieksme vairumā gadījumu pret šādām ierīcēm bijusi augļkopjiem, jo viņiem galvassāpes sagādā putni. Ja būtu pieejama šāda informācijas sistēma par nožogojuma bojājumiem vai mājlopu uzvedības izmaiņām, visticamāk, par to būtu pateicīgi lopkopji (1. tab.), kas šo aspektu atzīmējuši kā būtisku (vairāk nekā 40% aptaujāto).

Digitalizācija ieņems aizvien lielāku lomu lauksaimnieku ikdienā. To paredz ES kopējās lauksaimniecības politikas plāni Eko-shēmu un Agrovides pasākumu ietvaros. Svarīga būs dažādu datu bāzu savietojamība, iespējas lauku vēsturi un mēslošanas plānus veidot un datus uzkrāt virtuālā vidē, kas uz vietas saimniecībās zināmā mērā mazinātu kontroles un birokrātisko slogu (1. tab.). Vairums aptaujas dalībnieku (67.7%) vēlētos, lai attiecīgās ierīces sniegtu ziņas, kas būtu savietojamas ar LAD mājaslapu un/vai lietotni, lauka stāvokļa fiksēšanai un ziņu uzkrāšanai. 69.6% aptaujāto apliecina, ka labprāt izmantotu lauku vēstures, mēslošanas plānu ievadīšanas iespējas tiešsaistē ar viedierīci (lietotnē). Zināmi iebildumi ("drīzāk nē", "drīzāk neizmantotu") pret to ir vairumam biškopju (pieļaujams, acīmredzamu saimniekošanas atšķirību dēļ).

Vairums lauksaimnieciskajā darbībā iesaistīto (sevišķi ar augstāko izglītību, r = 0.22) apzinās zināšanu nepietiekamību jautājumos, kas saistīti ar digitalizāciju u. tml. procesiem. Kā norāda aptaujas dati, 81.5% lauksaimnieku izmantotu iespēju papildināt zināšanas par kādu konkrētu digitālo rīku, sensoru izmantošanu saimnieciskās darbības optimizēšanā. Noteiktu apņemšanos tādās mācībās piedalīties ir pauduši augļkopji. Nav šajā jautājumā atšķirības lauksaimnieciskās darbības veidā (metodēs). Arī apmācībās par meteoroloģisko datu izmantošanu piedalītos 77.2% aptaujas dalībnieku. Mazāk apņēmīgi ir bioloģiskā lauksaimniecībā iesaistītie, norādot, ka visdrīzāk piedalītos. Apņēmīgāki situāciju kontrolēt ir lauksaimnieki, kuru darbība balstās uz integrētām metodēm (vidējais vērtējums to atbildēm – "piedalītos"). Mācībās piedalītos tie lauksaimnieki, kuri pieļauj, ka to darbībā nākotnē noteiktu lomu ieņems lēmuma atbalsta sistēmas, no attāluma vadāmas ierīces, kā arī tiks izmantoti sensori u. tml. (r = 0.40–0.48).

Secinājumi

1. Aptaujas atbildēs par robotizēto iekārtu izmantošanu lielākoties vērojamas lauksaimniecības apakšnozaru noteiktas atšķirības, piemēram, nezāļu ierobežošanā, kā arī vides datos uz lauka vai dārzā nav ieinteresēti biškopji un lopkopji.
2. Vairāk to, kuri saimnieko citādāk nekā bioloģiskie, vēlētos izmantot datorprogrammas, kas, balstoties uz vides parametru mērījumiem, rēķinātu un ieteiktu nepieciešamās darbības saimniecībā.
3. Tie, kuru darba objekts ir augi, ieinteresēti ziņās par kaitīgo organismu draudiem, lēmuma atbalsta sistēmu bezmaksas izmantošanu u. tml.
4. Dārzkopji būtu tie, kas izmantotu vides datus apūdeņošanas vajadzības noteikšanai. Augļkopjus interesētu sensoru tīkla izmantošana, lai monitorētu apstākļus stādījumos.
5. Dronus vispārliecinošāk savā saimniekošanā izmantotu augkopji.
6. Lopkopjus interesētu ziņas par dzīvnieku uzvedības maiņu to novietnē vai brīdinājumi par nožogojuma darbības nodrošinājuma problēmām.
7. Lielāko daļu interesētu brīdinoša informācija par iespējamo bojājumu draudiem (savvaļas dzīvnieku vai putnu (sevišķi dārzkopjus) viesošanos, salnām).
8. Vairums aptaujāto būtu ieinteresēti datu savietojamībai, piemēram, ar LAD datu bāzēm, kur atspoguļot darbības, lauku vēsturi u. c.
9. Mācības gan meteoroloģisko datu, gan sensoru, gan citu digitālo rīku izmantošanā aktuālas vairumam lauksaimnieku.

Izmantotā literatūra

1. Dimza I., Rubauskis E. (2000). Multiplās regresijas analīzes izmantošana izmēģinājumu datu apstrādē augļkopībā. *Agronomijas Vēstis,* Nr. 2., 109.–112. lpp.
2. Dimza I., Skrīvele M., Gross A., Rubauskis E. (2010). Means of weed control and application of nitrogen fertilizer under the canopies of apple trees. *Acta Horticulturae*, Vol. 868., p. 197–202.
3. Liepniece I. (2021). Uz "tu" vai "jūs"? Bioloģiskās lauksaimniecības digitalizācija. *Bioloģiski*, Nr. 01/2021 (05), 10. lpp.
4. Rubauskis E., Dimza I., Gross A., Strautina S., Skrivele M. (2007). The use of multiple regression analysis to evaluate qualitative and quantitative factors in fruit research. ***In:*** *Proceedings of the International Symposium „Agricultural Field Trials – Today and Tomorrow".* October 8th to 10th, Stuttgart - Hohenheim, Germany, p.186–189.
5. Rubauskis E., Lepse L., Lepsis J., Strautiņa S. (2020). Latvijas dārzkopju digitālo prasmju raksturojums. *Profesionālā DĀRZKOPĪBA*, Nr. 13., 15.–17. lpp.

JĒRU KONTROLNOBAROŠANAS REZULTĀTI 2020. GADĀ

RESULTS OF FATTENING LAMBS IN 2020

Daina Kairiša[1], Dace Bārzdiņa[1], Harita Eglīte[2], Ilze Miķelsone[2], Valdis Leska[2]
[1]LLU Lauksaimniecības fakultāte, Dzīvnieku zinātņu institūts,
[2]Biedrība "Latvijas Aitu audzētāju asociācija"
daina.kairisa@llu.lv

Abstract. *To obtain the results of selection work of sheep breeds, control fattening of lambs is used which is organized under the same keeping and feeding conditions. The analysis of fattening results of the different breed lambs used the Latvian breed mother breeds: Latvian Dark Head (LT), Germany Merino Local (VMV) and Romanov (R) and 3 father breeds: Charolaise (SA), Dorper (DOR), Ile-de-France (IF). All lambs were bought from the litter, consisting of not less than 2 lambs, but Romanov's breed lambs was born in a significantly bigger litter, but having the lowest average live weight 2.88 ± 0.227 and 3.03 ± 0.191 kg. During the lactation and control fattening period, the highest growth rate of lambs was obtained for IF breed, on average 279.7 ± 10.45 g per day and 433.2 ± 16.07 g per day. IF and SA breed lambs were sold for meat at an average age of 132 and 137 days with a live weight of 49.3 ± 1.26 kg and 46.8 ± 1.26 kg. Lambs of other breeds were sold at significantly older age, but having significantly lower live weight R (42.8 ± 0.31 kg), however, significantly higher for VMV breed lambs (55.3 ± 0.87 kg). Changes in Longissimus Dorsi muscle depth during 1 kg live weight gain ranged from 0.32 mm IF to 0.62 mm SA, but changes in fat tissue layer depth ranged from 0.04 mm IF and SA to 0.06 mm in lambs of LT, R and DOR breeds. As regards the SA breed, the changes in the depth of the Longissimus Dorsi muscle were significantly larger than for the other lambs of the analysed breeds.*
Key words: *lambs, control fattening, daily weight gain, Longissimus Dorsi muscle, fat tissue*

Ievads

Šķirnes aitu audzēšanas darbam jābūt balstītam uz objektīviem jēru veiktspējas testiem. Testus izmanto, lai aprēķinātu ciltsvērtību jēru nobarošanai un kaušanas rezultātiem (Ergebnisse der Nachkommenprüfung..., 2013). Tiem ir jāsekmē selekcijas mērķu ātrāka sasniegšana. Selekcijas darba rezultātu ieguvei aitu šķirņu izkopšanā izmanto jēru kontrolnobarošanu vai kontrolizaudzēšanu, kas tiek organizēta vienādos turēšanas un ēdināšanas apstākļos. Latvijā dažādu šķirņu jēru kontrolnobarošanu veic vaislas teķu pārbaudes stacijā "Klimpas", kas savu darbību uzsāka 2009. gadā. Kopš 2019. gada Latvijā tiek īstenotas 9 aitu šķirņu audzēšanas programmas, no tām 3 ir mātes šķirņu – Latvijas tumšgalves (LT), Vācijas merino vietējā (VMV) un Romanovas (R) – un 6 tēva šķirņu – Šarolē (SA), Dorperas (DOR), Sufolkas (S), Ile-de-france (IF), Tekselas (T) un Oksforddaunas (OX).
Pētījuma mērķis – novērtēt un salīdzināt jēru kontrolnobarošanas rezultātus dažādu šķirņu jēriem.

Materiāli un metodes

Stacijā jērus baro neierobežoti ar kombinēto spēkbarību, kā rupjā lopbarība tiek izmantoti zirņauzu salmi. Jēri tiek turēti aizgaldā pa 3–4, atkarībā no skaita, kādā tie iepirkti. Ūdeni jēri saņem no nipeļdzirdnēm. Izēdinātās barības ķīmiskais sastāvs noteikts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā (1. tab.). Kombinētā spēkbarība iepirkta no viena piegādātāja, bet tajā novērota neliela laboratorijā noteiktā sastāva variācija. Vidējais kokšķiedras saturs spēkbarībā (15.44%) liecina, ka tās sastāvā ir augu valsts barības līdzekļi. Neskatoties uz to, optimālas jēru spurekļa darbības nodrošināšanai tika iepirkti salmi no vietējiem lauksaimniekiem. Iegūtie rezultāti liecina, ka tajos ir stabils sausnas saturs, bet mainīgs proteīna un koppelnu sastāvs. Līdzīgā pētījumā Turcijā vietējās šķirnes jēru nobarošanai tika izmantota spēkbarība ar 12% kopproteīna un 12% kokšķiedras saturu, bet papildus izēdināja kvalitatīvu lucernas sienu ar 16.8% kopproteīna un 24.1% kokšķiedras saturu (Sen et al., 2010).

Jēriem kontrolnobarošanas laikā regulāri veikta dzīvmasas kontrole, izmantojot elektroniskos svarus ar precizitāti līdz 0.01 kg, bet, uzsākot kontrolnobarošanu un tās noslēgumā, veikti muguras garā muskuļa un taukaudu slāņa dziļuma mērījumi pret pēdējo, 13 ribu – ar ultrasonogrāfu *Mindray Dp50 Vet*.

1. tabula / *Table 1*

Jēriem izbarotās lopbarības ķīmiskais sastāvs
Chemical composition of feed from lambs

Barības vielas / ***Nutrients***	**Spēkbarība /** ***Craft footer***	**Salmi/** ***Strew***
Sausna / *Dry matter*, %	89.44 ± 0.24	87.14 ± 0.32
Kopproteīns / *Crude protein*, %	19.54 ± 0.34	5.07 ± 0.34
Saistītais proteīns / *Undegraded protein*, %	0.57 ± 0.07	0.80 ± 0.07
Šķīstošais proteīns / *Degraded protein*, %	4.40 ± 0.34	2.11 ± 0.18
Aizsargātais proteīns no kopproteīna / *Unavailable protein*, %	67.66 ± 2.10	13.32 ± 3.24
Kokšķiedra / *Crude fiber*, %	15.44 ± 0.37	44.63 ± 1.26
NDF, %	29.54 ± 0.37	74.35 ± 1.17
ADF, %	18.51 ± 0.39	50.45 ± 0.92
ME, MJ	12.69 ± 0.06	8.79 ± 0.11
Koptauki / *Crude fat*, %	2.85 ± 0.06	×
Koppelni/*Copper*, %	7.34 ± 0.06	6.09 ± 0.44
Ca, %	0.92 ± 0.02	0.72 ± 0.03
P, %	0.45 ± 0.01	0.12 ± 0.02
Ciete/*Starch*, %	25.72 ± 0.41	×
Ca/P	2.04 ± 0.023	6.56 ± 0.88

Pētījumā izmantoti dati par 6 šķirņu jēru nobarošanu. Lielākais jēru skaits bija LT šķirnei–40 (11 vaislas teķu pēcnācēji), bet mazākais – DOR (2 vaislas teķu pēcnācēji) šķirnei (2. tab.).

2. tabula / *Table 2*

Pētījuma materiāls
Research material

Jēru šķirne / ***Lamb breed***	**Šķirnes saīsinājums /** ***Abbreviation of breed***	**Šķirņu grupa /** ***Group of breed***	**Jēru skaits /** ***Number of lambs***
Latvijas tumšgalve / *Latvian Dark Head*	LT	Mātes šķirnes / *Mother breeds*	40
Vācijas merino vietējā / *Germany Merino Local*	VMV		13
Romanovas/*Romanov*	R		8
Il-de-France/*Il-de-France*	IF	Tēva šķirnes / *Father breeds*	10
Šarolē/*Charolaise*	SA		7
Dorperas/*Dorper*	DOR		6

Iegūto rezultātu salīdzināšanai pa šķirnēm veikta dzīvmasas korekcija 70 dienu vecumā (uzsākot nobarošanu), izmantojot dzīvmasas pieaugumu diennaktī zīdīšanas perioda laikā, un 150 dienu vecumā (nobarošanas beigās), izmantojot dzīvmasas pieaugumu diennaktī nobarošanas laikā. Aprēķinātas muguras garā muskuļa un taukaudu slāņa dziļuma izmaiņas 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguves laikā. Iegūto rezultātu analīzei izmantota "Microsoft Excel 2010" datorprogramma. Rezultātu atšķirību būtiskuma noteikšana veikta ar t-testu nesaistītām paraugkopām. Rezultātu atšķirību būtiskums norādīts ar dažādiem alfabēta burtiem pie ticamības līmeņa 0.01.

Rezultāti un diskusijas

Visi jēri iepirkti no metiena, kas nebija mazāks par 2 jēriem, bet, pamatojoties uz šķirnes īpatnībām, būtiski lielākā metienā, bet ar mazāko vidējo dzīvmasu iepirkti R šķirnes jēri (3. tab.). Zīdīšanas perioda laikā lielākais jēru augšanas ātrums konstatēts IF šķirnei (vidēji 279.7 ± 10.45 g dn^{-1}), VMV šķirnes jēriem (262.2 ± 8.11 g dn^{-1}) un LT šķirnes jēriem

(253.3 ± 6.43 g dn^{-1}). IF šķirnes jēru koriģētā dzīvmasa 70 dienu vecumā bija 24.98 ± 0.60 kg, līdzīgs rezultāts iegūts jēru dzīvmasai 70 dienu vecumā Bulgārijā veiktajā pētījumā (Achkakanova, Staykova, 2019). VMV šķirnes jēriem dzīvmasa 70 dienu vecumā veido 23.86 ± 0.50 kg un LT šķirnei – 21.77 ± 0.41 kg. LT šķirnes jēriem, salīdzinot ar IF un VMV, dzīvmasa ir būtiski mazāka ($p < 0.01$), kas atbilst 2016. un 2017. gadā publicētajiem rezultātiem.

3. tabula / *Table 3*

Iepirkto jēru skaits metienā un augšanas rādītāji zīdīšanas perioda laikā pa šķirnēm
Number of lambs per litter and growth rates during lactation by breeds

Jēru šķirne / *Breed of lambs*	**Jēru skaits / *Number of lambs***	**Metiena lielums / *Litter size***	**Jēru dzīvmasa / *Lambs' weight*, kg**		**Dzīvmasas pieaugums diennaktī / *Daily weight gain*, g**
			piedzimstot / *at birth*	**70 dienu vecumā / *at the age of 70 days***	
LT	40	2.10 ± 0.048^{b}	4.04 ± 0.142^{b}	21.77 ± 0.41^{a}	253.3 ± 6.43^{c}
VMV	13	2.08 ± 0.077^{b}	5.51 ± 0.176^{c}	23.86 ± 0.50^{b}	262.2 ± 8.11^{bc}
R	8	2.88 ± 0.227^{a}	3.03 ± 0.191^{a}	20.50 ± 0.33^{a}	249.6 ± 5.17^{c}
IF	10	2.10 ± 0.100^{b}	5.31 ± 0.195^{c}	24.98 ± 0.60^{b}	279.7 ± 10.45^{b}
SA	7	2.00 ± 0.000^{b}	5.33 ± 0.163^{c}	21.73 ± 0.75^{a}	234.2 ± 9.84^{a}
DOR	6	2.00 ± 0.258^{b}	4.10 ± 0.073^{b}	20.08 ± 1.00^{a}	228.3 ± 14.88^{a}

$^{a, b, c, d}$ – pazīmēm ar atšķirīgiem alfabēta burtiem ir būtiskas atšķirības starp jēru šķirnēm ($p < 0.01$).
$^{a, b, c, d}$ – *features with different letters of the alphabet have significant differences between lamb breeds ($p < 0.01$).*

Jēru kontrolnobarošanas laikā iegūtie rezultāti apkopoti 4. tabulā. Vecākie jēri, uzsākot kontrolnobarošanu, pārstāvēja Šarolē šķirni (vidēji 101 ± 2.3 dienas veci), bet jaunākie bija Vācijas merino vietējās šķirnes jēri (79 ± 0.9 dienas veci). Šarolē šķirnes jēri bija būtiski vecāki, salīdzinot ar visiem pētījumā izmantoto šķirņu jēriem ($p < 0.01$). Analizējot dzīvmasu, ar kādu uzsākta jēru nobarošana, iezīmējās šķirņu ģenētiskās atšķirības – attiecīgi mātes šķirņu jēriem dzīvmasa ir mazāka, salīdzinot ar tēva šķirņu jēriem. No mātes šķirnēm lielākā dzīvmasa konstatēta Vācijas merino šķirnes jēriem (vidēji 27.5 ± 0.77 kg), kas bija līdzīga ar būtiski vecāku (98 ± 3.3 dienas) Dorperas šķirnes jēru dzīvmasu (27.1 ± 0.80 kg).

4. tabula / *Table 4*

Jēru vecums un dzīvmasa, uzsākot kontrolnobarošanu, un dzīvmasas pieaugums diennaktī nobarošanas laikā
Age and live weight of lambs at the start of control fattening and live weight gain per day during fattening

Šķirne/ *Breed*	**Uzsākot kontrolnobarošanu / *At the start of control fattening***		**Dzīvmasas pieaugums diennaktī nobarošanas laikā, g / *Live weight gain per day during fattening*, g**
	vecums, dienas / *age, day*	**dzīvmasa, kg / *live weight, kg***	
LT	84 ± 1.2^{b}	25.6 ± 0.34^{b}	350.1 ± 11.26^{b}
VMV	79 ± 0.9^{a}	27.5 ± 0.77^{c}	350.9 ± 7.24^{b}
R	80 ± 1.2^{a}	22.5 ± 0.83^{a}	271.7 ± 13.09^{a}
IF	86 ± 2.4^{b}	29.3 ± 0.41^{d}	433.2 ± 16.07^{c}
SA	101 ± 2.3^{d}	31.9 ± 0.90^{e}	414.7 ± 13.04^{c}
DOR	98 ± 3.3^{c}	27.1 ± 0.80^{c}	408.8 ± 13.87^{c}

$^{a, b, c, d}$ – pazīmēm ar atšķirīgiem alfabēta burtiem ir būtiskas atšķirības starp jēru šķirnēm ($p < 0.01$).
$^{a, b, c, d}$ – *features with different letters of the alphabet have significant differences between lamb breeds ($p < 0.01$).*

Dzīvmasas pieaugums nobarošanas laikā variēja no 271.7 ± 13.09 g R šķirnes jēriem līdz 433.2 ± 16.07 g IF šķirnes jēriem. Iegūtie rezultāti apstiprina, ka IF šķirnes aitas ir ne tikai pienīgas, par ko liecina labākais jēru augšanas temps zīdīšanas periodā, bet arī jēri ir ātraudzīgi, ko apstiprina lielākais

dzīvmasas pieaugums kontrolnobarošanas laikā. Jāuzsver fakts, ka visu pētījumā izmantoto tēva šķirņu jēri kontrolnobarošanas laikā pārsniedza 400 g dzīvmasas pieaugumu diennaktī, bet LT un VMV šķirņu jēru dzīvmasas pieaugums ir savstarpēji līdzīgs. Līdzīgi rezultāti tika iegūti pētījumos ar Ungāru merino šķirnes jēriem krustojumos ar Sufolkas un Ile-de France jēriem – no 323.01 ± 4.82 g līdz 358.24 ± 6.76 g (Pajor et al., 2009). Jēru vecums un dzīvmasa realizācijas laikā, kā arī koriģētā dzīvmasa 150 dienu vecumā apkopota 5. tabulā. IF un SA šķirnes jēri realizēti vidēji 132 un 137 dienu vecumā ar dzīvmasu 49.3 ± 1.26 kg un 46.8 ± 1.26 kg. Pārējo šķirņu jēri realizēti būtiski vecāki, bet krietni mazāka dzīvmasa konstatēta R (42.8 ± 0.31 kg) un būtiski lielāka – VMV šķirnes jēriem (55.3 ± 0.87 kg). Iegūto rezultātu salīdzināšanai izmantota jēru koriģētā dzīvmasa 150 dienu vecumā. Iegūtie rezultāti liecina, ka 5 mēnešu vecumā vidēji 50 kg dzīvmasu nebūtu sasnieguši R šķirnes jēri un daļa no LT šķirnes jēriem.

5. tabula / *Table 5*

Jēru vecums un dzīvmasa nobarošanas beigās, koriģētā dzīvmasa 150 dienu vecumā

Age and live weight of lambs at the end of fattening, corrected live weight at 150 days of age

Šķirne/ *Breed*	**Vecums nobarošanas beigās, dienas / *Age at the end of fattening, day***	**Dzīvmasa nobarošanas beigās, kg / *Live weight at the end of fattening, kg***	**Koriģētā dzīvmasa 150 dienu vecumā, kg / *Corrected live weight at 150 days of age, kg***
LT	147 ± 2.1[b]	47.3 ± 0.48[b]	49.8 ± 1.10[b]
VMV	158 ± 0.9[c]	55.3 ± 0.87[c]	51.9 ± 0.56[b]
R	155 ± 4.7[c]	42.8 ± 0.31[a]	42.2 ± 0.96[a]
IF	132 ± 2.4[a]	49.3 ± 0.82[b]	59.6 ± 1.25[d]
SA	137 ± 2.3[a]	46.8 ± 1.26[b]	54.9 ± 1.31[c]
DOR	151 ± 3.8[bc]	48.6 ± 1.06[b]	52.8 ± 2.00[b]

[a, b, c, d] – pazīmēm ar atšķirīgiem alfabēta burtiem ir būtiskas atšķirības starp jēru šķirnēm ($p < 0.01$).

[a, b, c, d] – *features with different letters of the alphabet have significant differences between lamb breeds ($p < 0.01$).*

Kopumā iespējams secināt, ka, intensīvi nobarojot pētījumā izmantoto šķirņu jērus, optimālais realizācijas vecums ir 4 līdz 4.5 mēneši, ko pierāda arī mūsu iepriekš veikto pētījumu rezultāti (Bārzdiņa, Kairiša, 2017; Kairiša, Bārzdiņa, 2016). Uzsākot kontrolnobarošanu, visu tēva šķirņu jēru muguras garā muskuļa dziļums bija lielāks, salīdzinot ar mātes šķirņu jēriem, SA – 24.8 mm, IF – 25.4 mm, bet DOR – 27.5 mm. Mātes šķirņu jēriem tas bija no 20.7 mm (R) līdz 22.6 mm (LT un VMV). Kontrolnobarošanas noslēgumā lielākais muguras garā muskuļa dziļums konstatēts DOR šķirnes jēriem, ko skaidrojam ar vecumu (151 diena), kādā jērus realizēja kaušanai. IF un SA šķirnes jēri bija būtiski jaunāki, vidēji 132 un 137 dienas, bet muguras garā muskuļa dziļums veidoja 32.2 mm un 33.9 mm. Pētījumos ar Dienvidāfrikā izmantoto dažādu šķirņu jēriem Dorperas šķirnes jēru muguras garā muskuļa dziļums bija 29.66 mm (Van der Merwe et al., 2020).

6. tabula / *Table 6*

Muguras garā muskuļa un taukaudu slāņa dziļuma izmaiņas jēriem 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguves laikā, mm

Changes in the depth of the lamb Longissimus Dorsi muscle and fat tissue layer per 1 kg of live weight gain, mm

Šķirne/ *Breed*	**Dziļuma izmaiņas / *Changes in the depth***	
	muguras garā muskuļa / *Longissimus Dorsi muscle*	**taukaudu slāņa / *fat tissue layer***
LT	0.419 ± 0.025[b]	0.062 ± 0.004[bc]
VMV	0.355 ± 0.031[ab]	0.054 ± 0.004[b]
R	0.376 ± 0.033[ab]	0.064 ± 0.004[c]
IF	0.317 ± 0.052[a]	0.038 ± 0.006[a]
SA	0.623 ± 0.035[c]	0.036 ± 0.009[a]
DOR	0.341 ± 0.065[ab]	0.061 ± 0.010[c]

[a, b, c] – pazīmēm ar atšķirīgiem alfabēta burtiem ir būtiskas atšķirības starp jēru šķirnēm ($p < 0.01$).

[a, b, c] – *features with different letters of the alphabet have significant differences between lamb breeds ($p < 0.01$).*

Skaitliski lielākas muguras garā muskuļa dziļuma izmaiņas iegūtas SA šķirnes jēriem – 9.1 mm, bet IF un DOR šķirnes jēriem tās bija attiecīgi 7.0 un 6.8 mm. Arī taukaudu slāņa dziļums, uzsākot kontrolnobarošanu, tēva šķirņu jēriem bija lielāks – no 2.0 mm IF šķirnes jēriem līdz 2.4 mm SA šķirnes jēriem. No mātes šķirnēm mazākais taukaudu slāņa dziļums novērots R šķirnes jēriem, vidēji 1.8 mm, bet lielākais VMV šķirnes jēriem – 2.0 mm.

Kontrolnobarošanas noslēgumā DOR šķirnes jēriem taukaudu slāņa dziļums bija 3.4 mm, tā izmaiņas nobarošanas laikā – 1.2 mm. Mazākais taukaudu slāņa dziļums abu Francijā selekcionēto šķirņu jēriem – IF (2.8 mm) un SA (2.9 mm). Pētījumos ar tēva šķirņu grupas Dorsetas jēriem muguras garā muskuļa dziļums sasniedza 24 mm, bet taukaudu slāņa dziļums 3.1 mm (Gilmour et al., 1994), arī citos pētījumos ar gaļas tipa šķirņu jēriem iegūti līdzīgi rezultāti (Fitzmaurice et al., 2019).

Realizācijas vecums un nobarošanas ilgums visu šķirņu jēriem nebija vienāds, tāpēc muguras garā muskuļa un taukaudu slāņa dziļuma izmaiņu salīdzināšanai izmantotas to izmaiņas, jēriem iegūstot 1 kg dzīvmasas pieaugumu (6. tab.). Kā liecina apkopotie rezultāti, muguras garā muskuļa dziļuma izmaiņas 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguves laikā bija robežās no 0.317 mm (IF) līdz 0.623 mm (SA).

SA šķirnei muguras garā muskuļa dziļuma izmaiņas ir būtiski lielākas nekā pārējiem analizēto šķirņu jēriem ($p < 0.01$). Taukaudu slāņa dziļuma izmaiņas bija no 0.036 mm IF līdz 0.064 mm R šķirnes jēriem.

Secinājumi

1. Visi jēri iepirkti no metiena, kas nebija mazāks par 2, būtiski lielākā metienā, bet ar mazāko vidējo dzīvmasu, iepirkti R šķirnes jēri 2.88 ± 0.227 kg un 3.03 ± 0.191 kg.
2. Zīdīšanas perioda un kontrolnobarošanas laikā lielākais jēru augšanas ātrums iegūts IF šķirnei, vidēji 279.7 ± 10.45 g dn^{-1} un 433.2 ± 16.07 g dn^{-1}. IF un SA šķirnes jēri realizēti gaļai vidēji 132 un 137 dienu vecumā ar dzīvmasu 49.3 ± 1.26 kg un 46.8 ± 1.26 kg.
3. Uzsākot kontrolnobarošanu, visu tēva šķirņu jēriem muguras garā muskuļa dziļums bija lielāks, salīdzinot ar mātes šķirņu jēriem, SaA – 24.8 mm, IF – 25.4 mm, bet DOR – 27.5 mm. Mazākais taukaudu slāņa dziļums konstatēts abu Francijā selekcionēto šķirņu jēriem – IF 2.8 mm un SA 2.9 mm.
4. Muguras garā muskuļa dziļuma izmaiņas 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguves laikā bija robežās no 0.317 mm IF līdz 0.623 mm SA, bet taukaudu slāņa dziļuma izmaiņas no 0.036 mm SA līdz 0.064 mm R šķirnes jēriem.

Izmantotā literatūra

1. Achkakanova E, Staykova G. (2019). Evaluation of the main productive traits of Ile de France sheep in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (Suppl. 1) 2019 Agricultural Academy, p. 69–72.
2. Bārzdiņa D., Kairiša D. (2017). Use of ultrasound measurements for lamb fattening control. ***In:*** *Proceedings of 16th International scientific conference "Engineering for rural development"*, Jelgava, Latvia, 24 - 26 May, 2017, Vol.15, p. 1244–1249.
3. Ergebnisse der Nachkommenprüfung auf Mast- und Schlachtleistung beim Schaf 2012/2013. ***In:*** *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaf.* [Tiešsaiste] [Skatīts 2021. g. 25. februārī]. Pieejams: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_23447.pdf
4. Fitzmaurice S., Conington J., Fetherstone N., Pabiou T., McDermott K., Wall E., Banos G., McHugh N (2019). Genetic analyses of live weight and carcass composition traits in purebred Texel, Suffolk and Charollais lambs. *The International Journal of Animal Biosciences*, Vol. 14(5), p. 899–909.
5. Gilmour A. R., Luff A. F., Fogarty N. M., Banks R. (1994). Genetic Parameters for Ultrasound Fat Depth and Eye Muscle Measurements in Live Poll Dorset Sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, Australia Vol. 45, p 1281–1291.
6. Kairiša D., Bārzdiņa D. (2016). Quality evaluation of fattening lambs using ultrasonic scanner Mindray Dp-50 Vet. ***In:*** *Proceedings of 5th International scientific conference "Engineering for rural development"*, Jelgava, Latvia, 25–27 May, 2016, Vol.15, p. 750–755.
7. Pajor F., Láczó E., Erdős O., Póti P. (2009). Effects of crossbreeding Hungarian Merino sheep with Suffolk and Ile de France on carcass traits. *Archiv fur Tierzucht, Research Institute for the Biology of Farm Animals (FBN)* Dummerstorf, Germany Vol. 52/2, p. 169–176.

8. Sen U., Sirin E., Ulutas Z., Kuran M. (2010). Fattening performance, slaughter, carcass and meat quality traits of Karayaka lambs. *Tropical Animal Health and Production*, Vol. 43(2), p. 409–16.
9. Van der Merwe D. A., Brand T. S., Hoffman L. C. (2020). Slaughter Characteristics of Feedlot Finished Premium South African Lamb: Effects of Sex and Breed Type. *MDPI, Journal Foods*, Vol. 9, 648 p.

DAŽĀDA GENOTIPA CŪKU GAĻAS UN LIEMEŅA KVALITĀTES VĒRTĒJUMS

ASSESSMENT OF MEAT AND CARCASS QUALITY OF PIGS OF DIFFERENT GENOTYPES

Daina Jonkus[1], Lilija Degola[1], Imants Jansons[2]
LLU [1]Dzīvnieku zinātņu institūts, [2]Agroresursu un ekonomikas institūts
daina.jonkus@llu.lv

Abstract. *The aim of the study was to evaluate the quality of pig carcasses, differences of meat chemical composition and fatty acid content, as well as cholesterol content in longissimus lumborum et thoracis muscle of different genotypes' fattening pigs reared under the same conditions. The study used 28 fattening pigs divided into two groups. The first group included Latvian Landrace × Yorkshire pigs (M_1) crossed with Duroc boars (M_1 × DJ). In the second group, M_1 pigs crossed with Pietren breed boars (M_1 × PJ). Both groups of pigs were provided with the same composition of organic feed. The live weight of the pigs in groups did not differ significantly at the start of the study. The results showed that pig fattening and carcass quality indicators, including meat chemical composition, cholesterol and fatty acid content, were different in pigs with different genotypes. Significantly more lean meat in the carcasses (62.97 ± 0.21%) and less backfat thickness (10.60 ± 0.60 mm) were in M_1 × PJ crossbred pigs ($p<0.001$), but M_1 × DJ fattening pigs had a higher carcass weight (79.83 ± 1.39 kg) and slaughter rate (71.13 ± 0.70%). Crossbred M_1 × PJ pigs had significantly higher crude protein (22.11 ± 0.16%) of longissimus lumborum et thoracis muscle and lower fat (3.23 ± 0.41%) content ($p <0.05$), as well as higher content of polyunsaturated fatty acids (681.00 ± 41.22 mg per 100 g-1) and better ratio of polyunsaturated and saturated fatty acids (0.47 ± 0.05). Pigs of crossbred (M_1 × DJ) had lower cholesterol content (43.68 ± 0.92 mg per 100 g^{-1}) and better meat pH (5.56 ± 0.05) in the muscle of longissimus lumborum et thoracis.*
Key words: *carcass traits, meat quality, cholesterol, fatty acids*

Ievads

Cūkkopības nozarei Latvijā ir senas tradīcijas, un Latvijas iedzīvotāji joprojām cūkgaļu plaši izmanto uzturā. Pēdējo desmit gadu laikā cūkkopības produkts – cūkgaļa – lopkopības preču galaprodukcijas struktūrā ieņem otro vietu aiz piena, tomēr Latvijā apmēram 40% no patērētā cūkgaļas apjoma saražo citās valstīs, kurās, tāpat kā Latvijā, cūkgaļas ražošana galvenokārt notiek konvencionālajās saimniecībās, kurās ir plaši izplatīta antibiotiku lietošana, kas arvien palielina draudus cilvēku un dzīvnieku antibakteriālās rezistences attīstībai. Latvijā tikai nelielā skaitā saimniecību notiek cūku izaudzēšana ar bioloģiskās saimniekošanas metodēm – galvenokārt tādēļ, ka saņemtie ienākumi nekompensē ražošanas izmaksas.

Tomēr patērētāji arvien lielāku uzmanību pievērš gaļas izcelsmei un tās kvalitātei. Gaļas kvalitāte ir kompleksa pazīme, kas ietver gan liemeņa vizuālo izskatu, gan gaļas ķīmisko sastāvu, gaļas higiēnisko/toksikoloģisko un tehnoloģisko kvalitāti (Rosenvold et al., 2003).

Cūkgaļas kvalitāti ietekmē vairāki faktori, no kuriem nozīmīgākie ir cūku selekcija un ēdināšana, dzīvnieku labturība un veselība, pirmskaušanas procesu vadība un kaušanas tehnoloģija, kā arī gaļas uzglabāšana. Daudzi autori (Jiang et al., 2012; Parunovic et al., 2013; Poldvere et al., 2015; Debreceni et al., 2018) uzskata, ka lielu daļu gaļas kvalitātes parametru ietekmē šķirne. Tāpēc, izvēloties dzīvniekus krustošanai, ir svarīgi ņemt vērā, ka liemeņa un gaļas kvalitātes īpašības ir atkarīgas arī no cūku genotipa.

Pētījuma mērķis bija vērtēt vienādos apstākļos audzētu dažāda genotipa nobarojamo cūku liemeņa kvalitāti, gaļas ķīmisko sastāvu un taukskābju daudzuma atšķirības muguras garajā muskulī *longissimus lumborum et thoracis.*

Materiāli un metodes

Pētījumā izmantotas 28 nobarojamās cūkas, kas sadalītas divās grupās. Pirmajā grupā tika iekļautas Latvijas Landrases × Jorkšīras šķirnes krustojuma cūkas (M_1), kas krustotas ar Djurokas (DJ) šķirnes kuiļiem. Otrajā grupā Latvijas Landrases × Jorkšīras šķirnes krustojuma cūkas (M_1), kas krustotas ar Pjetrenas (PJ) šķirnes kuiļiem. Pirmās grupas cūku (M_1×DJ) vidējā dzīvmasa, uzsākot nobarošanu, bija 36.9 kg, otrās grupas (M_1×PJ) cūkām – 36.5 kg, un cūku vidējais vecums būtiski neatšķīrās. Cūkām

katru dienu reģistrēja individuālo dzīvmasu un barības patēriņu. Cūkas tika nodrošinātas ar bioloģiski audzētu lopbarību. Pirmajā nobarošanas periodā cūkas saņēma *Grovers* barību, kas saturēja 50.0% kviešu, 24.8% sojas raušu, 19.4% miežu, 2.8% rapšu eļļas un 3.0% *MiaVital Grower-Fattening Green.* Nobarošanas noslēguma periodā cūkas saņēma *Finisher* barību, kas saturēja 50.0% kviešu, 30.1% miežu, 16.9% sojas raušu un 3.0% *MiaVital Grower-Fattening Green.* Krustojuma $M_1 \times$ DJ nobarošanas perioda ilgums bija 160 dienas, savukārt $M_1 \times$ PJ nobarošanas ilgums – 174 dienas.

Lai noteiktu kautķermeņu parametrus, cūkas tika nokautas komerciālajā kautuvē. Katrai cūkai tika fiksēta liemeņa masa. Muguras taukaudu biezums tika mērīts ar instrumentu "Intrascope" (*Optical Probe)*". Liemeņa liesās gaļas saturs tika noteikts, izmantojot šādu formulu:

$$y = 66.6708 - 0.3493 \times F, \quad (1)$$

kur y – aprēķinātais liemeņa liesās gaļas procentuālais saturs;

F – muguras tauku slāņa biezums milimetros (ieskaitot ādu), kuru mēra liemeņa kreisajā pusē aiz pēdējās ribas sešu centimetru attālumā no liemeņa viduslīnijas (Dzīvnieku ...., 2018). Muskuļacs laukums tika noteikts ar planimetru.

Cūkgaļas ķīmiskā sastāva un taukskābju analīzes veiktas piecām cūkām katrā grupā. Gaļas paraugu, ko ieguva no muguras garā muskuļa (*M. longissimus lumborum et thoracis)* pēdējās ribas rajonā, ievietoja plastmasas maisiņā vakuumiepakojumā. Gaļas paraugi tika uzglabāti +2 līdz +5 °C temperatūrā. Paraugi analizēti 24 stundas pēc kaušanas. Gaļas bioķīmiskie rādītāji noteikti LLU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas Agronomisko analīžu nodaļā saskaņā ar šādām metodēm: kopējais sausnas saturs, % – LVS EN ISO 6498:2012, 7. 5.; kopproteīns (sausnā), % – LVS EN ISO 5983-2:2009; tauki (sausnā) % – ISO 6492:1999; vides reakcija (pH) – ГОСТ 26180-84, met. 3; taukskābes mg 100 g gaļas – LVS CEN ISO/TS 17764-1; holesterīns mg 100 g gaļas – noteikts pēc laboratorijā izstrādātas metodes.

Datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot "IBM SPSS 23" programmu paketi. Pazīmju vidējo vērtību būtiskās atšķirības noteiktas ar t-testu. Tabulās apkopotas pazīmju vidējās vērtības un to standartkļūdas. Atšķirības starp vidējiem rādītājiem noteiktas pie būtiskuma līmeņa $\alpha = 0.05$.

Rezultāti un diskusijas

Nobarojamo cūku dzīvmasa pirms kaušanas bija 112.25 ± 1.72 kg pirmās grupas cūkām ($M_1 \times$ DJ) un 110.79 ± 3.06 kg otrās grupas ($M_1 \times$ PJ) cūkām. Dzīvmasa pirms kaušanas būtiski neatšķīrās, lai gan $M_1 \times$ PJ cūkas tika barotas par 14 dienām ilgāk, kas norāda, ka šī krustojuma cūku dzīvmasas pieaugums diennaktī bijis mazāks. Cūku nobarošanas rezultāti un kautķermeņa kvalitāte apkopota 1. tabulā.

1. tabula / *Table 1*

Cūku nobarošanas rezultāti un kautķermeņa kvalitāte
Pig fattening performance and carcass quality traits

Pazīmes/*Traits*	**Genotips/*Genotype***		**p-vērtība/ *p-value***
	$M_1 \times$ DJ (n = 13)	**$M_1 \times$ PJ (n = 15)**	
Dzīvmasa / *Live weight*, kg	112.25 ± 1.72	110.79 ± 3.06	0.78
Liemeņa masa / *Carcass weight*, kg	79.83 ± 1.39	78.17 ± 2.50	0.58
Kautiznākums / *Slaughter yield*, %	71.13 ± 0.70	70.45 ± 0.54	0.44
Liesās gaļas saturs / *Lean meat content*, %	61.70 ± 0.24	62.97 ± 0.21	0.00*
Muguras taukaudu biezums / *Back fat thickness*, mm	14.23 ± 0.69	10.60 ± 0.60	0.00*
Muskuļacs laukums / *Loin eye area*, cm^2	65.47 ± 1.17	65.55 ± 0.87	0.95

* – $p < 0.001$

No $M_1 \times$ DJ krustojuma cūkām ieguva par 1.66 kg lielāku liemeņa masu jeb kautmasu, kā arī lielāku kautiznākumu – 71.13%, salīdzinot ar 70.45% $M_1 \times$ PJ cūkām. Igaunijā veiktajā pētījumā, kurā analizēts

dažādu krustojuma cūku kautiznākums, secināts, ka lielāko kautiznākumu (70.55%) ieguva no Igaunijas Landrases, Lielās baltās un Djurokas šķirnes krustojuma nobarojamām cūkām (Poldvere et al., 2015). Dažāda genotipa cūkām muskuļaudu masa jeb liesās gaļas saturs (%) un muguras taukaudu biezums (mm) būtiski atšķīrās ($p < 0.001$). Lielāks liesās gaļas iznākums bija $M_1 \times$ PJ krustojuma cūkām – 62.97 ± 0.21%. Arī $M_1 \times$ DJ krustojuma cūkām liesās gaļas saturs kautķermenī bija lielāks par 61.0%. Jāpiebilst, ka Igaunijā veiktajā pētījumā līdzīga genotipa cūkām liesās gaļas saturs kautķermenī veidoja tikai 58.94% (Poldvere et al., 2015). Muguras garā muskuļa *M. longissimus lumborum et thoracis* šķērsgriezuma laukums jeb muskuļacs laukums arī ir svarīgs kautķermeņa kvalitātes rādītājs. Serbijā tika salīdzināts piecu dažādu genotipu cūku liesās gaļas saturs kautķermenī. Lielāko liesās gaļas saturu (60.73%) ieguva no Jorkšīras × Landrases un Pjetrenas šķirnes krustojuma cūkām (Kosovac et al., 2009). Augstvērtīgam kautķermenim ir raksturīgs lielāks *M. longissimus lumborum et thoracis* muskuļacs laukums. Mūsu pētījumā abām cūku grupām muskuļacs laukums būtiski neatšķīrās un bija lielāks par 65.0 cm^2. Poļu un čehu pētnieki veica dažādus krustojumus, kuros izmantoja Polijā audzētās Lielās baltās un Landrases šķirnes cūkas, kuras krustoja ar Pjetrenas un Djurokas šķirnes vaislas kuiļiem. Cūkas tika nokautas, kad tās bija sasniegušas 100 kg dzīvmasu. Nevienā no krustojuma variantiem liesās gaļas saturs kautķermenī nepārsniedza 60%, savukārt muskuļacs laukums nepārsniedza 50 cm^2 (Rybarczyk et al., 2011).

Cūkgaļas muskuļaudu ķīmisko sastāvu un kvalitāti vērtēja pēc sausnas, kopproteīna, tauku, holesterīna satura un pH (2. tab.).

2. tabula / *Table 2*

Cūkgaļas ķīmiskais sastāvs
Chemical composition of pork quality

Pazīmes/*Traits*	**Genotips/*Genotype***		**p-vērtība/ *p-value***
	$M_1 \times$ DJ (n = 5)	**$M_1 \times$ PJ (n = 5)**	
Sausnas saturs / *Dry matter content*, %	28.61 ± 0.74	26.87 ± 0.55	0.11
Kopproteīns / *Protein content*, %	20.81 ± 0.41	22.11 ± 0.16	0.03*
Tauku saturs / *Fat content*, %	7.24 ± 0.85	3.23 ± 0.41	0.02*
Holesterīns/ *Cholesterol*, mg 100 g^{-1}	43.68 ± 0.92	45.77 ± 0.93	0.16
pH	5.56 ± 0.05	5.43 ± 0.15	0.08

* – $p < 0.05$.

Kopējais sausnas saturs nobarojamo cūku muskuļaudos bija no 26.87% $M_1 \times$ PJ līdz 28.61% $M_1 \times$ DJ krustojuma cūkām. Šī 1.74% atšķirība nebija būtiska. Būtiski lielāks kopproteīna un mazāks tauku saturs novērots $M_1 \times$ PJ krustojuma cūkām ($p < 0.05$). Vidējais kopproteīna saturs abu genotipu cūku muguras garajā muskulī bija no 20.81 līdz 22.11%. Tauku saturs $M_1 \times$ DJ krustojuma cūkām bija 7.24% un $M_1 \times$ PJ krustojumam – 3.23%. Vairāku autoru pētījumos vidējais kopproteīna saturs muguras garajā muskulī novērots līdzīgs mūsu pētījumā iegūtajam (Parunovic et al., 2013; Degola et al., 2018; Jansons et al., 2020), taču citos pētījumos kopproteīna saturs cūku muguras garajā muskulī bijis lielāks par 23% (Rybarczyk et al., 2011; Poldvere et al., 2015). Augsts tauku saturs muguras garajā muskulī konstatēts arī Latvijas Jorkšīras šķirnes cūkām (Paura et al., 2019), kā arī citu valstu vietējās izcelsmes cūku šķirnēm un to krustojumiem (Parunovic et al., 2013; Debreceni et al., 2018).

Vidējais holesterīna saturs 100 gramos gaļas bija 43.68 un 45.77 mg. $M_1 \times$ DJ krustojumam bija par 2.09 mg 100 g^{-1} mazāks holesterīna saturs nekā $M_1 \times$ PJ krustojumam, lai gan tas būtiski neatšķīrās. Citu autoru pētījumos holesterīna saturs variē no 32 mg Latvijas Landrases un Jorkšīras šķirnes krustojumam (Paura et al., 2019) līdz 103 mg 100 g^{-1} Polijas vietējās izcelsmes Pulawska šķirnei (Debreceni et al., 2018).

Mūsu pētījumā cūku genotips būtiski neietekmēja pH līmeni muguras garajā muskulī, kas $M_1 \times$ DJ bija 5.56 un $M_1 \times$ PJ krustojuma cūkām 5.43, atbilstot kvalitatīvas gaļas prasībām. Ja pH līmenis gaļā 24 stundas pēc nokaušanas pazeminās zem 5.3, gaļa ir bāla, mīksta, ūdeņaina (PSE gaļa), un šādas gaļas

griešana ir apgrūtināta, jo tai ir mīksta konsistence. Turpretī, ja 24 stundas pēc dzīvnieka nokaušanas gaļas pH ir lielāks par 6.0, gaļa būs tumša, sīksta un sausa, to pieņemts apzīmēt par DFD gaļu (Warriss, 2000). Kā norāda Īrijas pētnieki, optimālākais kvalitatīvas gaļas pH 24 stundas pēc nokaušanas ir robežās no 5.5 līdz 5.8 (O`Neill et al., 2003).

Taukskābju daudzums un sastāvs gaļā ir svarīgs cilvēku veselībai. Vēlams, lai uzturā būtu vairāk nepiesātinātās taukskābes. Intramuskulāro tauku sastāvs cūku liemeņos var ievērojami atšķirties, un šis sastāvs ir īpašība ar vidēju vai augstu iedzimstamības koeficienta vērtību (Sellier et al., 1994).

Piesātināto un nepiesātināto taukskābju saturs cūku muguras garajā muskulī apkopots 3. tabulā.

3. tabula / *Table 3*

Taukskābju saturs muguras garā muskuļa intramuskulārajos taukos
Fatty acid composition of the intramuscular fat of M. longissimus lumborum et thoracis

Pazīmes/*Traits*	**Genotips/*Genotype***		**p-vērtība/ *p-value***
	M_1 × DJ (n = 5)	**M_1 × PJ (n = 5)**	
SFA mg 100 g^{-1}	1724.40 ± 70.57	1503.50 ± 127.85	0.15
MUFA mg 100 g^{-1}	1470.20 ± 161.57	1081.25 ± 84.81	0.09
PUFA mg 100 g^{-1}	510.20 ± 108.18	681.00 ± 41.22	0.22
PUFA:MUFA attiecība *PUFA:MUFA ratio*	0.39 ± 0.11	0.65 ± 0.08	0.11
PUFA:SFA attiecība *PUFA:SFA ratio*	0.31 ± 0.07	0.47 ± 0.05	0.15
MUFA:SFA attiecība *MUFA:SFA ratio*	0.87 ± 0.06	0.73 ± 0.07	0.25

SFA – piesātinātās taukskābes; MUFA – mononepiesātinātās taukskābes; PUFA – polinepiesātinātās taukskābes.
SFA – saturated fatty acid; MUFA – monounsaturated fatty acid; PUFA – polyunsaturated fatty acid.

Lielāks piesātināto (SFA) un mononepiesātināto (MUFA) taukskābju daudzums konstatēts M_1 × DJ krustojuma cūkām, attiecīgi 1724 un 1470 mg 100 g^{-1}, tādējādi tas bija par 220.9 un 339 mg 100 g^{-1} vairāk nekā M_1 × PJ cūkām. Turpretī polinepiesātināto (PUFA) taukskābju daudzums M_1 × DJ krustojuma cūkām bija par 170.8 mg 100 g^{-1} mazāks nekā M_1 × PJ krustojuma cūkām.

De Smet u. c. 2004. gadā publicētajā pārskata rakstā min Kamerona u. c. (Cameron et al., 1991) pausto atziņu, ka Djurokas šķirne ir pazīstama ar augstu tauku saturu muskuļos, salīdzinot ar citām šķirnēm. Šī iemesla dēļ Djurokas šķirnei intramuskulārās SFA un MUFA proporcijas bija augstākas un PUFA proporcija bija zemāka, salīdzinot ar Lielbritānijas Landrases cūkām (De Smet et al., 2004).

Piesātināto un nepiesātināto taukskābju attiecība ir svarīgs kvalitatīvas gaļas rādītājs. Mūsu pētījumā PUFA:SFA attiecība bija 0.31 M_1 × DJ un 0.47 M_1 × PJ krustojuma cūkām. Saskaņā ar Vuda u. c. (Wood et al., 2004) pētnieku publicētajiem secinājumiem vēlamākā PUFA:SFA attiecība ir virs 0.40. Serbijas pētnieku grupa, analizējot vietējo cūku šķirņu gaļas paraugus, noskaidroja PUFA:SFA attiecību, kura bija robežās no 0.10 līdz 0.11. Pētnieki atsaucas uz Britu Medicīnas komitejas (*British Committee on Medical Aspects of Food and Nutrition Policy)* ieteikumu, ka PUFA:SFA attiecībai vajadzētu būt > 0.45 un < 1.0 (Petrovič et al., 2014).

MUFA un SFA attiecība abu genotipu cūkām būtiski neatšķīrās un bija 0.87 M_1 × DJ un 0.73 M_1 × PJ krustojuma cūkām. Citu autoru pētījumos ar tīršķirnes un dažādu krustojumu cūkām MUFA:SFA attiecība cūku muguras garajā muskulī bija lielāka par 1 (Petrovič et al., 2014; Debreceni et al., 2018; Paura et al., 2019).

Secinājumi

Cūku nobarošanas un kautķermeņa kvalitātes rādītāji, arī gaļas ķīmiskais sastāvs un taukskābju daudzums *longissimus lumborum et thoracis* muskulī atšķīrās cūkām ar dažādu genotipu. Būtiski lielāks liesās gaļas saturs kautķermenī un mazāks muguras tauku biezums bija Latvijas Landrases un Jorkšīras šķirnes (M_1) krustojumam ar Pjetrenas šķirnes kuiļiem. Šī krustojuma cūku gaļā bija būtiski lielāks kopproteīna un mazāks tauku saturs, kā arī lielāks polinepiesātināto taukskābju daudzums un optimālāka polinepiesātināto un piesātināto taukskābju attiecība. Turpretī lielāka liemeņa masa un kautiznākums, kā arī zemāks holesterīna saturs un optimālāks gaļas pH novērots M_1 krustojumam ar Djurokas šķirnes kuiļiem.

Pateicība

Pētījums veikts ZM ELFLA projekta (Nr. 19-00-A01612-000003) **"**Latvijas cūkkopības ilgtspējīga attīstība uz antibiotiku brīvas un bioloģiskas saimniekošanas pamatiem" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Cameron N. D., Enser M. B. (1991). Fatty acid composition of lipid in *Longissimus dorsi muscle* of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Science.* Vol. 29 (4), p. 295–307.
2. De Smet S., Raes K., Demeyer D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. *Anim. Res.,* Vol. 53, p. 81–98.
3. Debrecéni O., Lípová P., Bučko O., Cebulska A., Kapelánski W. (2018). Effect of pig genotypes from Slovak and Polish breeds on meat quality. *Archives Animal Breeding*, Vol. 61, p. 99–107.
4. Degola L., Jonkus D. (2018). The influence of dietary inclusion of peas, faba bean and lupin as a replacement for soybean meal on pig performance and carcass traits. *Agronomy Research.* Vol. 16 (2), p. 389–397.
5. Dzīvnieku liemeņu klasifikācijas noteikumi. Ministru kabineta noteikumi Nr. 416. Rīgā, 2018. gada 10. jūlijā. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 20. febr.]. Pieejams: https://likumi.lv/ta/id/300432-dzivnieku-liemenu-klasifikācijas-noteikumi.
6. Jansons I., Degola L., Sterna V., Zute S. (2020). Influence of local extruded soybean cake and imported soybean meal on fattening pig productivity and pork quality. *Agronomy Research.* Vol.18 (S2), p. 1307–1315.
7. Jiang Y. Z., Zhu L., Tang G. Q., Li M. Z., Jiang A. A., Cen W. M., Xing S. H., Chen J. N., Wen A. X., He T., Wang Q., Zhu G.X., Xie M. & Li X.W. (2012). Carcass and meat quality traits of four commercial pig crossbreeds in China. *Genetic and Molecular Research,* Vol. 11(4), p. 4447–4455.
8. Kosovac O., Živković B., Radović Č., Smiljaković T. (2009). Quality Indicators: Carcas Side and Meat Quality of Pigs of Different Genotypes. *Biotechnology in Animal Husbandry,* Vol. 25 (3-4), p. 173–188.
9. O'Neill D. J., Lynchb P. B., Troyc D. J., Buckleya D. J., Kerrya J. P. (2003). Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Science,* Vol. 64, p. 105–111.
10. Parunović N., Petrović M., Matekalo-Sverak V., Radović Č., Stanišić N. (2013). Carcass properties, chemical content and fatty acid composition of the *musculus longissimus* of different pig genotypes. *South African Journal of Animal Science,* Vol. 43 (No. 2), p. 123–136.
11. Paura L., Degola L., Jonkus D., Gramatina I. (2019). Analysis of chemical composition in pork longissimus muscle of Latvian breed pigs. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis,* Vol. 67(5), p. 1189–1194.
12. Petrović M., Wähner M., Radović Č., Radojković D., Parunović N., Savić R. and Brkić N. (2014). Fatty acid profile of *M. longissimus dorsi* of Mangalitsa and Moravka pig breeds. *Archiv Tierzucht,* Vol. 57, p. 1–12.
13. Poldvere A., Tanavots A., Saar R., Torga T., Kaart T., Soidla R., Mahla T., Andreson H., Lepasalu L. (2015). Effect of imported Duroc boars on meat quality of finishing pigs in Estonia. *Agronomy Research,* Vol. 13(4), p. 1040–1052.
14. Rybarczyk A., Pietruszka A., Jacyno E., Dvořak J. (2011). Carcass and meat quality traits of pig reciprocal crosses with a share of Pietrain breed. *Czech Journal Animal Science,* Vol. 56, (2), p. 47–52.
15. Rosenvold K., Andersen H. J. (2003). Factors of significance for pork quality – a review. *Meat Science,* Vol. 64, p. 219–237.
16. Sellier P., Monin G. (1994). Genetics of pig meat quality: a review. *Journal of Muscle Foods,* Vol. 5, p. 187–219.
17. Warriss P. D. (2000). *Meat science: An introductory text*. Post-mortem changes in muscle and its conversion into meat. CAB International: Wallingford. 310 p.
18. Wood J. D., Nute G. R., Richardson R. I., Whittington F. M., Southwood O., Plastow G., Mansbridge R., Da Costa N., Chang K. C. (2004). Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science,* Vol. 67, p. 651–667.

ANGUS ŠĶIRNES LIELLOPU NOBAROŠANAS EFEKTIVITĀTE MARMORIZĒTAS GAĻAS IEGUVEI BIOLOĢISKĀS LAUKSAIMNIECĪBAS SISTĒMĀ

FATTENING EFFICIENCY OF ANGUS CATTLE FOR MARBLED MEAT PRODUCTION IN ORGANIC FARMING SYSTEM

Elita Aplociņa[1], Dzidra Kreišmane[2], Aija Ošāne[3], Arvīds Ošāns[4]
LLU LF, [1]Dzīvnieku zinātņu institūts, [2]Augsnes un augu zinātņu institūts, [3]SIA "Eco Dārzs", [4]SIA "Eco Onyx"
elita.aplocina@llu.lv

Abstract. *The study explains the effect of different types of grass forage on the fattening rates of beef cattle. Pure beef breed animal Angus were fed with different types of roughage (chopped or unchopped hay) at three different end stages of fattening (2, 3, or 5 months), and the influence of these factors on beef production was determined. Animals in both study groups received wheat concentrate ad libitum. Study group's 1 (SS) bulls received chopped hay on the feed table, and Study group's 2 (NS) animals received unchopped hay bales. At the start of intensive fattening at 20-21 months of age with an average live weight of 610-613 kg, bulls ate an average of 6.4 kg of rolled wheat in the first 63 days (39.8% of the ration dry matter), which was increased to 8.23 kg (50.3%) per day per animal in the following 34 days, but in the final phase of fattening the amount consumed in the last 57 days was decreased to 3.79 kg (24.8%) per day per animal. The lowest live weight gain (0.41–0.92 kg per day per animal) was achieved after 2 months of intensive fattening, while the highest live weight - 1.42–1.71 kg per day per animal was achieved during the three-month intensive fattening period. Better fattening rates were achieved in the SS group. The carcass yield for pure-bred Angus bulls was 53% in the NS group and 59% in the SS group. M. Longissimus dorsi muscular marbling according to the AUS-MEAT system corresponded to grades 3 to 6, which shows that Angus cattle with proper housing and feeding in the organic farming system have the opportunity to achieve good steak marbling and obtain high quality meat, which is needed in the Latvian market and should be well appreciated by consumers.*
Key words: *beef, meat, live weight, forage, marbling.*

Ievads

Bioloģiski saimniekojošie uzņēmumi Latvijā 2019. gadā aizņēma 14.8% no lauksaimniecībā izmantojamās zemes platības. Liellopu gaļas ražošanas nozarē notiek strauja attīstība – 2019. gadā gaļas liellopu pārraudzībā bija 4589 saimniecības ar 56 387 zīdītājgovīm (kas bija par 9.2% vairāk nekā iepriekšējā gadā), bet no kopējā šo liellopu daudzuma 20.6% bija bioloģiskajās saimniecībās. Visvairāk audzē Šarolē, Herefordas, Limuzīnas un Angus (Aberdinangus) šķirnes liellopus, kā arī gaļas šķirnes krustojumus (XG), kas skaita ziņā ir visvairāk (Latvijas lauksaimniecība...) Ar liellopu gaļas ražošanu nodarbojas visā Latvijā, bet visvairāk – Vidzemē un Kurzemē, kur ir salīdzinoši vairāk augkopības produkcijas ražošanai nepiemērotas platības. Nelīdzenais reljefs, sadrumstalotas zemju platības un zemāka augsnes auglība ir galvenie iemesli, kādēļ saimnieki izvēlas šo nozari. Bioloģiskās lauksaimniecības uzņēmumi apsaimnieko 289 796 ha, no kuriem 136 226 ha jeb 47% 2019. gadā bija ilggadīgie zālāji, kas nodrošina pamata ražošanas resursu dzīvniekiem (Helga et al., 2021).

Bioloģiski sertificētas produkcijas ražošanu veicina arī pieaugošais pieprasījums sabiedrībā pēc šādiem produktiem, liellopu gaļas patēriņš gan ir salīdzinoši mazāks. Lai situāciju mainītu, ir nepieciešams tirgū nodrošināt labas kvalitātes liellopu gaļu. Liellopu audzētāju zināšanas un prasmes ik gadu palielinās, tomēr vēl arvien saimniecībās ir lielas mazražīgu zālāju platības un dzīvniekiem nav nodrošināta sabalansēta ēdināšana. Kvalitatīvas produkcijas ieguvei svarīga ir gan zīdītājgovju atbilstoša turēšana un ēdināšana, gan teļu labturība, bet īpaši laba un pārdomāta dzīvnieku ēdināšana ir jānodrošina nobarošanas periodā pēdējos 2–3 mēnešos. Gaļas liellopu nobarošanas rādītājus ietekmē ne tikai ēdināšana, bet arī dzīvnieka dzimums, kā arī kastrēšana. Buļļi (salīdzinājumā ar telēm) ir ātraudzīgāki. Saskaņā ar Blanco u. c. autoru (2020) pētījumiem buļļi vienādos ēdināšanas apstākļos ir ātraudzīgāki un optimālo dzīvmasu sasniedz 49 dienas ātrāk nekā vērši, ko skaidro ar testosterona anabolisko iedarbību. Gaļas liellopu dzīvmasu pirms kaušanas ietekmē arī jaunlopu vecums. Pagarinot nobarošanas periodu no 15 līdz 18 mēnešu vecumam, var iegūt par 15% lielāku dzīvmasu (Nogalski et al., 2018).

Ilgtspējīga iedzīvotāju nodrošināšana ar pārtiku ir viens no pasaules aktuālākajiem izaicinājumiem nākamajās desmitgadēs. Līdztekus augkopības produkcijai arī gaļa ir svarīgs uztura avots cilvēkiem, un globālais pieprasījums pēc gaļas pieaug. Vērtējot pēc kvalitātes un konsistences, Angus liellopu gaļa ir augstas kvalitātes, tomēr tā galvenokārt ir zināma ASV, kur šī šķirne ir viena no populārākajām, īpaši Dienvidamerikā. Marmora gaļa ir liellopu sarkanā gaļa, kas satur dažādu daudzumu intramuskulāru tauku, piešķirot tai marmoram līdzīgu izskatu. Marmorizēšanu var ietekmēt liellopu nobarošanas laiks, barības veids un barības relatīvās vērtības. Jo ilgāk liellopu baro ar enerģētiski bagātu barību, jo lielāka iespēja, ka liemeņus pēc kvalitātes rādītāja novērtēs augstāk un tajā liesās gaļas un tauku attiecība būs zemāka (Meat quality ...).

Pētījuma mērķis – skaidrot atšķirīgu zāles lopbarības izēdināšanas veidu (smalcināts, nesmalcināts siens) ietekmi uz gaļas liellopu nobarošanas rādītājiem.

Materiāli un metodes

Divās bioloģiski sertificētās saimniecībās 2019. un 2020. gadā, kas nodarbojas ar Angus tīršķirnes gaļas liellopu audzēšanu un nobarošanu, tika apsekoti zālāji, analizēta sējumu struktūra un lopbarības kvalitāte, kā arī optimizētas barības devas liellopiem nobarošanas beigu fāzē. Pētījuma laikā saimniecībās skaidrota atšķirīgu rupjās lopbarības izēdināšanas veidu (smalcināts rituļu smalcinātājā vai nesmalcināts siens, kas izēdināts barības galdos) un nobarošanas beigu fāzes garuma (2, 3 vai 5 mēneši) ietekme uz liellopu gaļas ražošanu. Atlasīti 9 vienāda vecuma un dzimuma Angus šķirnes gaļas liellopi, kurus sadalīja divās grupās. Abu grupu buļļi nobarošanas beigās saņēma melasi un brīvi pieejamu placinātu kviešu spēkbarību. Dzīvniekiem bija brīvi pieejams ūdens un minerālpiedevas. Pirmās pētījuma grupas buļļi nobarošanas beigās saņēma smalcinātu sienu, bet otrās pētījuma grupas dzīvnieki – sienu rituļos (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Pētījuma shēma / *Research scheme*

Pētījuma grupa / *Group of experiment*	**Zāles lopbarība / *Grass forage***	**Dzīvnieku skaits katrā nobarošanas fāzē / *Number of animals in each fattening phase***		
		63 dienas/*days*	**97 dienas/*days***	**154 dienas/*days***
Pirmā/*First*	Smalcināts siens / *Chopped hay*	6	4	1
Otrā/*Second*	Nesmalcināts siens / *Unchopped hay*	3	3	1

Orientējošās barības devas aprēķinātas ar mērķi panākt atbilstošu liemeņu kvalitāti (SEUROP), nodrošinot nepieciešamo tauku slāņa klasi.

Uzsākot izmēģinājumu, zāles lopbarībai un kviešu graudiem noteikti šādi bioķīmiskie rādītāji: sausna (DM) pēc ISO 6496:1999; neitrāli skalotā kokšķiedra (NDF) pēc LVS EN ISO 16472:2006; skābi skalotā (ADF) kokšķiedra pēc LVS EN ISO 13906:2008; kopproteīns (CP) pēc LVS EN ISO 5983-2:2009; kalcijs (Ca) pēc LVS EN ISO 6869:2002; fosfors (P) pēc ISO 6491:1998. Savukārt neto enerģija laktācijai (NEL) un maiņas enerģija (ME) noteikta pēc laboratorijā veiktajiem aprēķiniem. Barības līdzekļu kvalitātes rādītājus noteica akreditētā LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā Agronomisko analīžu nodaļā.

Tā kā dzīvnieki barību saņēma *ad libitum*, katru dienu tika uzskaitīts barības galdos ieliktās lopbarības daudzums, kā arī vienu reizi mēnesī dzīvnieki tika svērti. Pēc iegūtajiem dzīvmasas rādītājiem aprēķināts absolūtais dzīvmasas pieaugums (a) diennaktī pētījuma laikā, izmantojot formulu:

$$a = \frac{Wt - Wo}{t}, \qquad (1)$$

kur W_t – dzīvmasa nobarošanas perioda beigās, kg;
W_0 – dzīvmasa nobarošanas perioda sākumā, kg;
t – perioda ilgums, dienās.

Aprēķināts arī dzīvmasas pieaugums diennaktī gan katrā nobarošanas fāzē, gan visā nobarošanas periodā. Pēc liellopu nobarošanas veikta kontrolkaušana, vērtēta iegūtā kautmasa un aprēķināts kautiznākums, izmantojot šādu formulu:

$$K = \frac{Km}{Wk} \times 100 \quad , \qquad (2)$$

kur K – kautiznākums, %;
Wk – dzīvmasa pirms kaušanas, kg;
Km – liemeņa svars, kg.

Dzīvniekus nokāva pēc 700 kg dzīvmasas sasniegšanas atbilstoši saimniecībā izstrādātam kaušanas plānam. Pēc 1. nobarošanas fāzes (63 dienas nobarošanā) nokauti 2 liellopi no 1. pētījumu grupas, pēc 2. nobarošanas fāzes (+ 34 dienas nobarošanā) – 5 liellopi (trīs no 1. grupas un divi no 2. grupas), bet pēc trešās nobarošanas fāzes (+ 57 dienas nobarošanā) nokāva atlikušos 2 liellopus – pa vienam no katras grupas. Liellopu nobarošanas laikā analizēts dzīvmasas pieaugums, kautiznākums un izēdinātās lopbarības patēriņš dzīvmasas pieauguma nodrošināšanai. Tika noteikta arī gaļas marmorizācija M *Longissimus dorsi* šķērsgriezumā starp 12. un 13. ribu pēc Austrālijā izmantotās liellopu gaļas marmorējuma noteikšanas sistēmas (AUS-MEAT) skalā no 0 līdz 9, kur 9 ir augtākais novērtējums ar visizteiktāko marmorējumu. Datu statistiskai apstrādei izmantota "MS Excel" datorprogramma.

Rezultāti un diskusijas

Viena no Latvijā audzētajām gaļas liellopu šķirnēm ir Angus jeb Aberdinangus. Šī šķirne nav tik izplatīta kā Šarolē vai Limuzīnas šķirnes, bet jauktu šķirņu ganāmpulkos vai tīršķirnes ganāmpulkos tos audzē. Angus šķirnes dzīvnieki labi attīstās un nobarojas ar zāles lopbarību, minimāli nepieciešama koncentrētā barība, ir liels kautiznākums un teicamas kvalitātes, labi marmorēta gaļa ar zemu tauku saturu (Gaļas šķirņu liellopu ...). Angusi, apēdot salīdzinoši mazāku barības daudzumu, spēj efektīvi pārvērst šo barību gaļā. Angus liellopi ir vidēja auguma, tos raksturo mazāks dzīvmasas pieaugums, ekstensīvākos turēšanas apstākļos nobarojas labāk, un iegūtās gaļas kvalitāte ir augsta. Šie dzīvnieki nobarošanas intensīvo fāzi sasniedz vēlāk nekā intensīvās gaļas liellopu šķirnes dzīvnieki, tādējādi tiem ir mazāk veselības problēmu intensīvās nobarošanas fāzē (Pesonen et.al., 2012). Barojot lielu daudzumu labības graudu, piem., kukurūzu vai miežus, liemeņa tauku krāsa mainīsies no dzeltenīgas līdz baltai, un palielināsies iespēja iegūt augstāku kvalitātes klasi. Teļa gaļai nenotiek marmorēšana vai tā tikai nedaudz marmorizējas, jo jaunajiem liellopiem vispirms rodas zemādas tauki, pēc tam nieru, iegurņa un sirds tauki, kam seko starpmuskulārie tauki, un pēdējie ir intramuskulārie tauki. Angusu liellopu gaļa ir bagāta ar olbaltumvielām, vitamīniem, dzelzi, cinku, fosforu un selēnu, un tā ir piemērota veselīgam un sabalansētam uzturam. Aberdinangusu liellopu gaļu uzskata par vislabāko liellopa gaļu (Meat quality ...) tās maiguma, sulīguma un garšas dēļ, ko gaļai piešķir marmorizējums.

Angusa šķirnes liellopiem piemīt visas labās nobarojamo liellopu audzēšanas īpašības, tomēr, audzējot dzīvniekus, ir svarīgi ievērot pareizus dzīvnieku ēdināšanas nosacījumus. Lai gaļas liellopiem uz ķermeņa veidotos atbilstošs tauku slānis, nobarošanas beigu posmā (pēdējos 2–4 mēnešus pirms kaušanas) barības devai jāsastāv no palielināta enerģijas satura, tādēļ abu pētījuma grupu dzīvnieki saņēma kviešu spēkbarību *ad libitum*. Smith un Johnson (2016) pētījums ASV apliecina, ka marmorētas gaļas ieguvei ir nepieciešams palielināt spēkbarības daudzumu barības devā. Pirmajā nobarošanas fāzē buļļi apēda vidēji 6.4 kg placinātu kviešu, 2. fāzē apēstais kviešu daudzums palielinājās līdz vidēji 8.2 g dienā uz dzīvnieku, bet nobarošanas beigu fāzē patērētais daudzums samazinājās, veidojot tikai 3.8 kg dienā vienam dzīvniekam. Spēkbarības īpatsvars barības devā, rēķinot pēc nodrošinātās sausnes, nobarošanas 1. fāzē bija 39.8%, 2. fāzē – 50.3%, bet 3. fāzē – 24.8% (2. tab.). Vairāki autori pētījumos norādījuši, ka liellopu nobarošanas beigās ir iespējams palielināt spēkbarības īpatsvaru pat līdz 80%, rēķinot no barības devas sausnes (Pinďák, Vrchlabský, 2000). Saskaņā ar Štercova u. c. (2005) un Fluharty u. c. (2000) pētījumiem, kur spēkbarības īpatsvars barības devā bija 86–88%, gaļas liellopu dzīvmasas pieaugumi nobarošanas periodā pieauga pat līdz 1.60 kg dienā uz 1 dzīvnieku, bet Angus liellopiem līdz 1.70 kg dienā, tomēr nobarošanas beigās samazinājās līdz 1.17 kg dienā. Palielinot barības devās graudu lopbarības īpatsvaru, ir iespēja panākt lielus dzīvmasas pieaugumus, sasniedzot lielu dzīvmasu pirms kaušanas bez liemeņa aptaukošanās. Šāda nobarošanas tehnoloģija vispiemērotākā

ir intensīvo gaļas liellopu šķirņu buļļiem. Savukārt zāles lopbarības īpatsvara palielināšana barības devās nobarošanas laikā piemērotāka ir telēm un vēršiem (Fritz, 2019, Nogalski et al., 2018), kas ir jāņem vērā, izvēloties nobarošanas tehnoloģiju. Barības devās iekļaujot lielas graudu lopbarības devas, Angus šķirnes jaunlopu liemeņi var pārlieku aptaukoties (Chassot, 2008). Muižnieces un Kairišas (2018) pētījumos noskaidrots, ka Angus jaunlopi ir piemēroti nobarošanai ar zāles lopbarību, rezultātā iegūstot pietiekami aptaukotus liemeņus.

2. tabula / *Table 2*

Barības līdzekļu un barības vielu nodrošinājums ar pamatbarību
Provision of nutrients with basic feed

Barības vielas / *Nutrients*	**1. fāze/*phase***		**2. fāze/*phase***		**3. fāze/*phase***	
	daudzums/ *quantity*	**vajadzība/ *need***	**daudzums/ *quantity***	**vajadzība/ *need***	**daudzums/ *quantity***	**vajadzība/ *need***
Apēstā lopbarība uz 1 dzīvnieku dienā / *Eat feed per 1 animal per day*, kg						
Siens/*Hay*	9.3	×	7.5	×	11.3	×
Placināti kvieši / *Rolled wheat grains*	6.4	×	8.2	×	3.8	×
Melase/*Molasses*	1.1	×	1.3	×	1.0	×
Uzņemtās barības vielas uz 1 dzīvnieku dienā / *Nutrient intake per 1 animal per day*						
Sausne / *Dry matter*, kg	14.17	12.6	14.40	12.8	13.45	13.8
NEL, MJ	99.96	89.7	105.20	94.4	90.30	99.1
ME, MJ	179.92	137.0	188.83	146.0	163.03	156.0
Kopproteīns / *Crude protein*, kg	1.61	1.38	1.63	1.40	1.54	1.51
ADF, kg	2.65	1.58	2.23	1.60	3.09	1.73
Barības devas sagremojamība / *Digestibility of feed ration*						
Sagremojamība / *Digestibility*, %*	86.8	×	87.2	×	86.50	×

*Sagremojamība/*Digestibility* = 88.9–(ADF *0.779).

Nobarošanas beigu posmā, ja tas nepieciešams, var iekļaut nelielas graudu lopbarības devas, tādējādi uzlabojot tauku noslāņojumu. Izēdinot lielāku daudzumu spēkbarības, iegūst vairāk marmora (Troy et al., 2016). Mūsu pētījumā nobarošanas 1. un 2. fāzē saistībā ar palielināto graudu apēdamību uzņemtās sausnes un proteīna saturs pārsniedza dienas vajadzību attiecīgi par 12.5% un 16.5%, ko varētu skaidrot ar dzīvnieku apetīti un nepieciešamību pēc papildu enerģijas dzīvmasas pieauguma nodrošināšanai. Savukārt nobarošanas beigu fāzē liellopi paši izvēlējās mazāk patērēt graudu lopbarību, līdz ar to uzņemto barības vielu daudzums bija atbilstošs vajadzībai.

Uzsākot intensīvo nobarošanu, abās pētījumu grupās tika iekļauti vienāda vecuma dzīvnieki, kuru vidējais vecums bija 20–21 mēnesis un vidējā dzīvmasa 610–613 kg. Veicot intensīvu dzīvnieku nobarošanu ar brīvi pieejamu sienu, placinātiem kviešu graudiem un melasi, 1. nobarošanas fāzē vēlamā dzīvmasa virs 700 kg tika sasniegta tikai dažiem buļļiem, jo buļļi labprātāk ēda zāles lopbarību, nevis graudu barību, kas nodrošinātu lielākus dzīvmasas pieaugumus. Turpinot intensīvo nobarošanu, buļļi palielināja apēstās graudu barības īpatsvaru, kas abās pētījuma grupās nodrošināja dzīvmasas pieaugumu virs 1.4 kg dienā uz vienu dzīvnieku. Tas norāda, ka saimniecībā, organizējot dzīvnieku fināla intensīvo nobarošanu, nobarošanas periodam vajadzētu būt vismaz 3 mēnešus vai vairāk ilgam, lai panāktu augstāku barības konversiju. Aberdinangusi dod vērtīgu marmorizētu gaļu ar vienādiem tauku slāņiem. Pēc kaušanas liemeņu kautiznākums svārstās no 60 līdz 70%. Šādus rādītājus var sasniegt, ievērojot pareizas barības devas (Абердин – ангус старинная...). Šai pētījumā kautiznākums Angus tīršķirnes buļļiem bija 53–59% (3. tab.), nesasniedzot literatūrā norādīto potenciālu, kas liecina, ka vēl nepieciešami pētījumi par optimālu dzīvnieku izaudzēšanu bioloģiskās saimniekošanas apstākļos. Tomēr augstāks kautiznākums sasniegts buļļu grupā, kas tika ēdināti ar smalcinātu sienu.

Pētījuma laikā noskaidrota vidējā dzīvmasas pieaugumu tendence visā intensīvās nobarošanas periodā. Zemākais dzīvmasas pieaugums sasniegts pēc 2 mēnešu intensīvas nobarošanas, un starp grupām nav konstatētas būtiskas atšķirības (P > 0.05), savukārt augstākie dzīvmasas pieaugumi – 1.42–1.71 kg dienā uz dzīvnieku – sasniegti 3 mēnešu intensīvās nobarošanas periodā ar palielinātām spēkbarības devām, bet arī šajā periodā nav novērotas statistiski būtiskas atšķirības (P > 0.05) (3. tab.).

3. tabula / *Table 3*

Angus šķirnes liellopu produktivitāte intensīvas nobarošanas periodā
Productivity of Angus cattle during the period of intensive fattening

Rādītāji/*Indicators*	**1. grupa/*group***	**V, %**	**2. grupa/*group***	**V, %**
Vecums, uzsākot pētījumu, dienas / *Age at the start of the study, days*	620 ± 13.9	5.5	623 ± 9.2	2.5
Dzīvmasa, uzsākot pētījumu / *Living weight at the start of the study*, kg	613.3 ± 29.03	11.6	610.3 ± 29.61	8.4
1. nobarošanas fāze – 63 dienas / *1st fattening phase – 63 days*				
Dzīvnieku skaits kopā / nokautie / *Total number of animals / slaughtered*	6/2	x	3/0	x
Dzīvmasa 1. nobarošanas fāzes beigās, kg / *Live weight at the end of the 1st fattening phase, kg*	671.2 ± 28.70	10.5	636.0 ± 35.93	9.8
Dzīvmasas pieaugums, dienā uz 1 dzīvnieku / *Live weight gain per day per animal, kg*	0.92 ± 0.183	48.9	0.41 ± 0.100	42.9
Kaušanas vecums, dienas / *Age of slaughter, days*	701 ± 6.5	1.3	x	x
Liemeņa masa / *Carcass weight*, kg	452.0 ± 7.00	2.2	x	x
Kautiznākums, %	59.6 ± 0.49	1.2	x	x
2. nobarošanas fāze – 63 + 34 dienas / *2nd fattening phase – 63 + 34 days*				
Dzīvnieku skaits kopā / nokautie / *Total number of animals / slaughtered*	4/3	x	3/2	x
Dzīvmasa 2. nobarošanas fāzes beigās, kg / *Live weight at the end of the 2nd fattening phase, kg*	736.3 ± 10.68	2.9	748.3 ± 41.26	9.6
Dzīvmasas pieaugums, dienā uz 1 dzīvnieku / *Live weight gain per day per animal, kg*	1.71 ± 0.134	15.6	1.42 ± 0.181	22.1
Kaušanas vecums, dienas / *Age of slaughter, days*	731 ± 6.8	1.6	729 ± 3.0	0.6
Liemeņa masa / *Carcass weight*, kg	411.5 ± 11.69	4.9	415.5 ± 12.50	4.3
Kautiznākums, %	55.1 ± 1.05	3.3	52.8 ± 0.08	0.2
3. nobarošanas fāze – 97 dienas / *3rd fattening phase – 97 days*				
Dzīvnieku skaits kopā / nokautie / *Total number of animals / slaughtered*	1/1	x	1/1	x
Dzīvmasa 3. nobarošanas fāzes beigās, kg / *Live weight at the end of the 3rd fattening phase, kg*	750.0	x	700.0	x
Dzīvmasas pieaugums, dienā uz 1 dzīvnieku / *Live weight gain per day per animal, kg*	1.39	x	0.88	x
Kaušanas vecums, dienas / *Age of slaughter, days*	706	x	759	x
Liemeņa masa / *Carcass weight*, kg	441.0	x	389.0	x
Kautiznākums, %	59.0	x	56.0	x

Labāki nobarošanas rādītāji tika konstatēti dzīvniekiem grupā, kuriem izēdināja smalcinātu sienu, kas norāda, ka šādu lopbarību dzīvnieks labāk izmanto un vairāk enerģijas novirza dzīvmasas pieaugumam, nevis barības sasmalcināšanai ēšanas procesā. Tā kā Latvijā līdz šim nav praktiskas pieredzes gaļas marmorējuma noteikšanai, tika izvērtētas dažādas pasaulē izmantotās sistēmas. Marmorējums ir smalki tauku ieslēgumi muskuļaudos.

Visizteiktākais marmorējums ir Wagyu tipa gaļas liellopiem, bet ar atbilstošu ēdināšanu un turēšanu ir iespējams uzlabot gaļas marmorējumu arī citām liellopu šķirnēm (Wagyu beef ...). Gaļas marmorējums uzlabo gaļas garšu, maigumu un sulīgumu. Marmorizētas gaļas taukiem raksturīga

zemāka kušanas temperatūra un augstāka mononepiesātināto un piesātināto tauku attiecība (Chung et al., 2018). Parasti 8. un 9. klasi, kā arī zilo marķējumu piešķir tīršķirnes Wagyu liellopiem, savukārt 4. un 5. klasei piešķir sarkano marķējumu, kas pierāda, ka gaļa ir labi marmorizēta. Zemākas klases novērtējumiem netiek piešķirts marmorizētas gaļas marķējums. Mūsu pētījumā M *Longissimus dorsi* šķērsgriezumā starp 12. un 13. ribu muskuļacs marmorējumu vērtējām ar 3. līdz 6. klasi, kas liecina, ka Angus liellopiem ar atbilstošu turēšanu un ēdināšanu ir iespēja panākt labu gaļas marmorizāciju un iegūt kvalitatīvu steiku, ko novērtēs patērētāji. Šobrīd trūkst zinātnisko pētījumu par marmorizētas gaļas īpatsvaru liellopu liemeņos, tomēr saskaņā ar Vācijas zinātnieku pētījumiem (Schulz, Sundrum, 2021) noskaidrots, ka pastāv vāja sakarība starp marmorējumu, muguras tauku biezumu un liemeņa masu.

Secinājumi

1. Organizējot intensīvu dzīvnieku fināla nobarošanu, nobarošanas periodam vajadzētu būt vismaz 3 mēnešus vai vairāk ilgam, lai panāktu augstāku barības konversiju.
2. Labāki nobarošanas rādītāji ir panākti, izēdinot dzīvniekiem smalcinātu sienu, kas norāda, ka šādu lopbarību dzīvnieks labāk izmanto un vairāk enerģijas novirza dzīvmasas pieauguma nodrošināšanai, nevis barības sasmalcināšanai ēšanas procesā.
3. Kautiznākums Angus tīršķirnes buļļiem bija 53–59%, kas liecina, ka vēl nepieciešams veikt pētījumus par optimālu dzīvnieku izaudzēšanu bioloģiskās saimniekošanas apstākļos. Tomēr augstāks kautiznākums (59%) sasniegts buļļu grupā, ko ēdināja ar smalcinātu sienu.
4. M *Longissimus dorsi* šķērsgriezumā starp 12. un 13. ribu muskuļacs marmorējums tika novērtēts ar 3. līdz 6. klasi, kas liecina, ka Angus liellopiem, nodrošinot atbilstošu turēšanu un ēdināšanu, ir iespējams panākt labu gaļas marmorizāciju un iegūt kvalitatīvu steiku.

Pateicība: Pētījums notiek ELFLA finansētā projekta "Bioloģiski ražots marmorēts steiks" (Nr. 18-00-A01612-000016) ietvaros no 2019. līdz 2022. gadam.

Izmantotā literatūra

1. Blanco M., Ripoll G., Delavaud C., Casasus I. (2020). Performance, carcass and meat quality of young bulls, steers and heifers slaughtered at a common body weight. *Livestock Science*, 240, p. 104–156.
2. Chassot A. (2008) Mastleisung von Angus und Eringer Mastrementen. AGRAR Forschung, 15(10), p. 492–497.
3. Chung K. Y., Lee S. H., Cho S. H., Kwon E. G., Lee J. H. (2018). Current situation and future prospects for beef production in South Korea. *Asian-Australias J. Animal Science*, 31(7), p. 951–960.
4. Fluharty F. L., Loerch S. C., Turner T. B., Moeller G. D. (2000). Effects of weaning age and diet on growth and carcass characteristics in steers. *J. Anim. Sci*., 78, p. 1759–1767.
5. Fritz C. (2019). Vergleich der Wirtschaftlichkeit einer intensiven Mast von Stieren, Ochsen und Kalbinnen in Osterreich 46. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, p. 71–84.
6. Gaļas šķirņu liellopu audzēšanas programma no 2019. gada. [Tiešsaiste] [skatīts 18.02.2021.] Pieejams: https://www.ldc.gov.lv/upload/doc/lglaa_galas_skirnu_liellopu_audzesanas_programma_no_2019-_gada.pdf.
7. Helga W., Trávníček J., Meier C., Schlatter B. (Eds.) (2021). The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2021. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. [Tiešsaiste] [skatīts 18.02.2021.] Pieejams: www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2021.html.
8. Latvijas lauksaimniecība 2020. [Tiešsaiste] [skatīts 18.02.2021.] Pieejams:
9. https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS_Static_Page_Doc/00/00/01/89/03/2020_lauksaimniecibas_gada_zinojums1.pdf.
10. Meat quality of angus. [Tiešsaiste] [skatīts 10.11.2020.] Pieejams: https://aiaa.it/en/meat-quality-of-angus.

11. Muizniece I., Kairisa D. (2018). Angus and Hereford breed bulls suitability for fattening with grass forage. ***In:*** *Book of Abstracts of the 69th annual meeting of the European Federation of Animal Science*, p. 260.
12. Nogalski Z., Pogorzelska-Przybylek P., Sobezuk-Szul M., Nogalska A., Modzelewska-Kapitula M., Purwin C. (2018). Carcass characteristics and meat quality of bulls and steers slaughtered at two differen ages. *Italian Journal of Animal Science*, 17(2), p. 279–288.
13. Pesonen M., Honkavaara M., Huuskonen A. (2012). Effect of breed on production, carcass traits and meat quality of aberdeen angus, limousin and aberdeen angus × limousin bulls offered a grass silage – garain – based diet. *Agricultural and Food Science*, 21(4), p. 361–369.
14. Pinďák J., Vrchlabský J. (2000). Evaluation of the fattening process and the slaughter value of young cattle baby beef (in Czech). *Res. Cattle Breed*, 42, p. 1–14.
15. Schulz L., Sundrum A. (2021) Determining Relationships between Marbling Scores and Carcass Yield Traits of German Beef Bull Carcasses Using Video-Image Analysis at the 12th and 10th Rib Position of Longissimus Thoracis and EUROP Classification. *Applied Science*, 11, p. 269–279.
16. Smith S. B., Johnson B. J. (2016). Marbling: Management of cattle to maximize the deposition of intramuscular adipose tissue. *J. Anim. Sci*. Vol. 94, p. 14.
17. 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.
18. Wagyu Beef: Marbling Fact Sheet [Tiešsaiste] [skatīts 18.02.2021.] Pieejams: https://sherwagyu.com.au/wp-content/uploads/2019/05/a4-marbling-fact-sheet.pdf.
19. Абердин – ангус старинная порода вновь на пике популярностии. [Tiešsaiste] [skatīts 15.09.2020] Pieejams: https://primebeef.ru/blog/znakomtes_chernyj_angus.

PIENA LOPKOPĪBAS RAKSTUROJUMS BIOLOĢISKĀS LAUKSAIMNIECĪBAS SISTĒMĀ SEG EMISIJU KONTEKSTĀ

CHARACTERISTICS OF DAIRY LIVESTOCK IN ORGANIC FARMING SYSTEM IN THE CONTEXT OF GHG EMISSIONS

Dzidra Kreišmane[1], Elita Aplociņa[1], Kaspars Naglis-Liepa[4], Laima Bērziņa[2], Olga Frolova[3], Arnis Lēnerts[4],

[1]LLU Lauksaimniecības fakultāte, [2]LLU Informācijas tehnoloģiju fakultāte, [3]LLU Vides un būvzinātņu fakultāte, [4]LLU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte

dzidra.kreismane@llu.lv

Abstract.

Certified organic dairy farms are one of the most effective measures in terms of climate policy to reduce GHG and ammonia emissions due to the fact that animals are grazed in the summer, manure is composted and the animals are fed mainly with self-produced fodder. However, to achieve the economic and climate goals of farms, it is necessary to improve both animal nutrition and welfare. Nitrogen excretion in faeces and urine can be reduced by feeding the animals with a balanced diet with a differentiated crude protein content depending on the lactation phase. The increase of the content of non-starch polysaccharides in the feed improves the utilization of feed in the animal, and, as a result, nitrogen is excreted more in faeces than in the urine. Using the feeding program NorFor to optimize feed rations, it is estimated that with increased protein intake in organic farms with an average lactation milk yield of 6,000 kg, at the beginning of lactation N in faeces and urine is by 27 g d^{-1} more than in dairy cows with 5,880 kg of milk yield. In mid-lactation, reducing the crude protein content of the ration by an average of 10 g kg^{-1} dry matter, the difference is 20.8 g d-^{1}. By reducing the crude protein content in the dry matter by further 20–25 g at the end of lactation and during the dry period, N excretion in faeces and urine is significantly reduced, regardless of the milk yield. By increasing the number of lactations per cow on average to 4.5 in all types of farms, it is possible to reduce the number of heifers per dairy cow. With the planned longevity of the cow in 2030, by reducing the number of heifers required for the renewal of the herd by 12.54 thousand, ammonia emissions can be reduced by 0.051 kt.

Key words: *feed ration, ammonia emissions, dairy cows, organic dairy farming.*

Ievads

Lauksaimniecības nozare 2018. gadā radīja 83.0% (12.83 kt) no kopējām radītajām amonjaka emisijām Latvijā (15.46 kt), un tā ir lielākā amonjaka emitētāja valstī. Gaisa piesārņojošo vielu inventarizācijas ziņojumā amonjaka emisijas uzskaita no kūtsmēslu apsaimniekošanas liellopu, aitu, kazu, zirgu, cūku, mājputnu un kažokzvēru saimniecībās (rada 51% emisijas) un no lauksaimniecības augsnēm, tai skaitā slāpekļa minerālmēslu, kūtsmēslu, notekūdeņu dūņu vai citu organisko mēslu lietošanas, urīna un mēslu nogulsnēšanās ganībās un no kultūraugu audzēšanas (Latvia's Informative Inventory..., 2020). Pieņemot 2014. gadu par bāzes gadu, novērojams, ka lauksaimniecības nozares radītās amonjaka emisijas 2015. gadā samazinājušās par 6.4% jeb 0.89 kt, seko gadi ar nelielu palielinājumu vai kritumu, lielāks samazinājums novērots 2018. gadā, kad, salīdzinot ar bāzes gadu, tās ir sarukušas par 1.15 kt jeb 8.2%. To var izskaidrot ar mājlopu skaita samazinājumu, īpaši slaucamo govju, no165.9 tūkstošiem 2014. gadā līdz 144.5 tūkstošiem 2018. gadā. Novērtējot ietekmi uz vidi, saimniekošanas veidam ir izšķiroša nozīme. Ilgtspējīga bioloģiskā lauksaimniecība piedāvā daudz iespēju samazināt siltumnīcas efekta gāzu (SEG) emisijas un mazināt globālo sasilšanu. Piena lopkopības saimniecību darbības rezultātus ir analizējuši daudz zinātnieku Eiropas un arī citās pasaules valstīs. Rezultāti nav viennozīmīgi. Salīdzinot bioloģiski un konvencionāli saimniekojošus piena lopkopības uzņēmumus, var konstatēt daudz priekšrocību un trūkumu kā vienā, tā otrā gadījumā. Vairums rezultātu apliecina, ka izslaukuma līmenis bioloģiskajās saimniecībās ir zemāks, turpretī ieguvumi vides aizsardzībai ir lielāki. Piemēram, bioloģiskā lauksaimniecība samazina kopējās enerģijas patēriņu ražošanas procesā par 25–50%, salīdzinot ar konvencionālo lauksaimniecību. SEG samazināšanai, piesaistot augsnē oglekli zālāju platībās, ir vēl lielāks potenciāls mazināt klimata pārmaiņas (Niggli et al., 2009). 2019. gada beigās Latvijā darbojās 4173 bioloģiski saimniekojoši uzņēmumi, kas veido aptuveni 6% no kopējā aktīvo lauksaimniecības uzņēmumu skaita, bioloģiski sertificētā platība bija 14.8% no kopējās lauksaimniecībā izmantojamās zemes (LIZ) platības valstī (The

World of … 2021). Bioloģiski sertificētas piena lopkopības saimniecības klimata politikas aspektā ir viens no efektīvākajiem pasākumiem SEG un amonjaka emisiju samazināšanai. Tas lielā mērā ir saistīts ar faktu, ka dzīvnieki vasarā iet ganībās, kūtsmēslus kompostē, dzīvnieku ēdināšanai galvenokārt izmanto pašražotu lopbarību. Šādu uzņēmumu negatīvā ietekme uz vidi ir maza, tomēr augsnes un kūtsmēslu apsaimniekošanas jomā, kā arī lopbarības kvalitātes uzlabošanā un dzīvnieku ēdināšanā ir nepieciešami pilnveidojumi. Zinātnieki norāda, ka turpmākai vides uzlabošanai bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā ir nepieciešams uzlabot laukaugu un zālāju ražības rādītājus un lopbarības kvalitāti. Šveices zinātnieki secina, ka lauksaimniecībā pastāv ievērojams vides uzlabošanas potenciāls un ka detalizēta ekoefektivitātes analīze varētu palīdzēt vēl vairāk samazināt ietekmi uz vidi (Nemecek et al., 2006; Nemecek et al., 2011).

Zinātnieki Itālijā, Lombardijas reģionā, veica slaucamo govju dzīves cikla novērtējumu abu saimniekošanas veidu gadījumā, nosakot globālās sasilšanas potenciālu (GSP) % no kopējām SEG emisijām, paskābināšanās (ĀKK) potenciālu % no kopējiem SO_2 rašanās avotiem un eitrofikācijas potenciālu (EP) % kopējiem PO_4^{3-} rašanās avotiem. Dzīves cikla rādītājs tika aprēķināts gan uz 1 kg EKP, gan uz platības vienību līdzīga lieluma saimniecībās. Piena izslaukums konvencionālajās saimniecībās bija ievērojami lielāks (9004 kg govs^{-1} gadā$^{-1}$) nekā bioloģiskajās (7736 kg govs^{-1} gadā$^{-1}$), taču GSP uz 1 kg EKP bija attiecīgi 1.24 pret 1.37 kg CO_2 ekv., paskābināšanās potenciāls 0.025 pret 0.026 kg SO_2 ekv. un EP – 0.011 un 0.013 kg PO_4 ekv. Uz 1 ha lauksaimniecības zemes ievērojami augstāki rādītāji tika novēroti konvencionālajā saimniekošanas sistēmā nekā bioloģiskajā – GSP attiecīgi 25.8 pret 11.5 t CO_2 ekv; paskābināšanās potenciāls 507 pret 225 g SO_2 ekv; EP – 210 pret 117 g PO_4 ekv. Līdz ar to vidējais saražotā piena apjoms ir nozīmīgs GSP faktors gan uz 1 kg EKP, gan platības vienību. Tāpat itāļu zinātnieki secina, ka viņu veiktajā pētījumā netika novērotas būtiskas atšķirības SEG emisiju ziņā, izņemot augkopības resursus, kas bija krietni augstāki konvencionālajā sistēmā. Galvenie paskābināšanās potenciāla avoti bija NH_3 un NOx emisijas no kūtsmēslu apsaimniekošanas un izkliedēšanas, kur varēja konstatēt ievērojamu atšķirību starp konvencionālo un bioloģisko sistēmu (attiecīgi 82.2% pret 92.9%). Arī EP galvenais avots bija NH_3, N_2O emisijas un P no kūtsmēslu apsaimniekošanas un lietošanas, kas bioloģiskajā sistēmā bija daudz augstāks nekā konvencionālajā (attiecīgi 62.9% pret 67.8%). Šie rezultāti liecina, ka bioloģiskajās sistēmās ir jāuzlabo govju produktivitāte un jāuzlabo vides problēmu risināšanas efektivitāte, turklāt autori izsaka pieņēmumu, ka bioloģiskās piena lopkopības saimniecības var ražot tikpat daudz piena kā konvencionālās saimniecības (Pirlo, Lolli, 2019).

Latvijā liela saimniecību grupa – nepilni 70% – ir piemājas jeb pašnodrošinājuma saimniecības, kuras saskaņā ar 2015. gada datiem apsaimnieko 19.8% no LIZ jeb 6.1% no visas aramzemes, taču patērē tikai 2.5% no visiem slāpekļa (N) minerālmēsliem, audzē 11.2% no visiem liellopiem un 5.4% no visām slaucamajām govīm valstī (Siltumnīcefekta gāzu emisiju ... 2018). Tāpat Latvijā ir augstāks vidēji lielo, mazāk intensīvo, jaukto augkopības un lopkopības saimniecību īpatsvars. Pie labvēlīgiem lauksaimniecības politikas nosacījumiem daļa no šīm saimniecībām potenciāli varētu attīstīties un kļūt par komerciālu bioloģiski vai konvencionāli saimniekojošu uzņēmumu, turpretī nelabvēlīgu nosacījumu gadījumā – pārtraukt saimniekošanu. Organiskās vielas satura palielināšana augsnē ir vēlama ikvienā saimniekošanas sistēmā, tomēr bioloģiskajās piena lopkopības saimniecībās ar daudz lielāku zālāju īpatsvaru un iespēju iestrādāt augsnē kompostētus kūtsmēslus nodrošina ievērojamas priekšrocības SEG emisiju samazinājumā. Latvijā 2019. gadā 45% no bioloģiski sertificētās aramzemes platības veidoja ilggadīgie zālāji. Pētījumu rezultāti liecina, ka zālājiem ir salīdzinoši lielāks potenciāls piesaistīt oglekli, pasargāt vidi no iespējamām barības elementu noplūdēm un SEG emisijām. Bioloģiskajām saimniecībām oglekļa piesaistīšanas potenciāls ir augstāks, jo zālājos ir palielināts āboliņa un citu tauriņziežu īpatsvars, kas nodrošina lielu augu atlieku klātbūtni un iestrādi augsnē, veicinot organiskās vielas satura palielināšanos. Konvencionālajās saimniecībās papildu emisijas rada arī iepirktā lopbarība. Pētījuma rezultāti apliecina, ka emisijas uz kg saražotā piena abās sistēmās neatšķiras, jo bioloģiskajās saimniecībās dzīvnieku mūžs ir ilgāks. Zinātnieki arī norāda, ka Vācijas apstākļos, palielinot izslaukumu no 7500 līdz 10 000 kg EKP govs^{-1} gadā$^{-1}$, tiek paredzēts, ka nav gaidāms ievērojams SEG emisiju samazinājums piensaimniecībā (Frank et al., 2014).

Līdz ar to ir svarīgi pilnveidot veicināšanas programmas gan bioloģiskās lauksaimniecības attīstībai, gan radīt nosacījumus jaukto, vidēji lielo un piemājas saimniecību pārstrukturēšanai.

Pētījuma mērķis ir aprēķināt amonjaka emisiju samazināšanas potenciālu Latvijā, optimizējot slaucamo govju ēdināšanu un nodrošinot to ilgmūžību, kā arī sniegt pamatojumu amonjaka emisiju samazināšanas iespējām bioloģiski sertificētās piena lopkopības saimniecībās.

Materiāli un metodes

Datu analīzei ir izmantota Lauksaimniecības datu centra (LDC) datu bāze par slaucamo govju produktivitāti, turēšanas un ēdināšanas tehnoloģijām. Amonjaka emisiju samazināšanai, optimizējot slaucamo govju ēdināšanu, ir izvēlēti divi pasākumi: 1) kopproteīna, cukuru un necietes polisaharīdu (celuloze, hemiceluloze) satura optimizācija slaucamo govju barības devā ar mērķi nodrošināt produktivitāti un samazināt SEG un amonjaka emisijas un 2) slaucamo govju ēdināšana atbilstoši laktācijas fāzei, produktivitātei un vecumam ar mērķi samazināt amonjaka emisijas.

Barības devu optimizācija veikta, izmantojot Dānijā reģistrēto "NorFor" datorprogrammu barības devu sabalansēšanai slaucamajām govīm ar mērķi samazināt kopproteīna saturu barības devās un sabalansēt izēdinātās barības enerģijas līmeni, kas ļauj samazināt N emisijas. Barības devas sabalansēšanai izmantoti šādi barības optimizācijas rādītāji: enerģijas bilance, pieejamais proteīns, proteīna sabalansētība, taukskābes, barības devas pildījums, gremošanas indekss u. c. Barības devās iekļauti barības līdzekļi, vadoties no iepriekš veiktajiem pētījumiem par izēdināto barības līdzekļu veidu un īpatsvaru dažādos slaucamo govju ganāmpulkos Latvijā (Degola u. c., 2016). "NorFor" programmā ir integrētas arī dzīvnieku un barības ražošanā radītās slāpekļa un metāna emisijas. Kopproteīna saturs lopbarībā (g kg^{-1} DM), N cietajos izkārnījumos un urīnā (g d^{-1}), metāns (MJ kg^{-1} enerģētiski koriģētā piena (EKP)), plānotā ražība (EKP, kg d^{-1}) un izslaukums uz kg barības sausni (kg kg^{-1} DM) ir aprēķināti, par pamatu ņemot sabalansētu barības devu pie vidējā izslaukuma Latvijā 2019. gadā dažāda lieluma bioloģiskajās piena lopkopības saimniecībās (1. tab.). Informācija par dzīvnieku skaitu, to produktivitāti, laktāciju ilgumu un turēšanas apstākļiem gūta LDC datu bāzē.

1. tabula / *Table 1*

Pētījumā iekļauto bioloģiski sertificēto piena lopkopības saimniecību sadalījums un govju ēdināšanā izmantotie barības līdzekļi

Distribution of certified organic dairy farms included in the study and feedstuff used for feeding cows

Saimniecības kategorija / ***Farm category***	**Vidējais slaucamo govju skaits saimniecībā /** ***Average number of dairy cows in the farm***	**Vidējais izslaukums, kg no govs gadā /** ***Average milk yield, kg per cow per year***	**Barības devā iekļautie barības līdzekļi /** ***Feedstuffs included in the ration***
Mazas/*Small*	< 10	5883	Izslaukumam 5800-6000 kg $gadā^{-1}$ $govs^{-1}$: miežu milti, pupas, melase, zāles skābbarība, siens
Vidējas/*Medium*	11–100	5858	
Lielas/*Large*	> 101	5977	Izslaukumam virs 6000 kg $gadā^{-1}$ $govs^{-1}$: miežu milti, rapša rauši, pupas, melase, lucernas + stiebrzāļu skābsiens, zāles skābbarība, siens

Barības devas aprēķināšanai izmantoti lopbarības katalogā iekļautie barības līdzekļi, kuru ķīmiskais sastāvs atspoguļo vidējo barības kvalitāti Latvijā (Lopbarības analīžu ...2013). Ņemot vērā dažādu valstu zinātnieku (Aguerre et al., 2012; Bittman et al., 2014; Powell et al., 2014) iepriekš veiktos pētījumus par iespējām samazināt amonjaka emisijas, samazinot kopproteīna saturu barības devā, šajā pētījumā ir diferencēts kopproteīna līmenis barības devā dažādās laktācijas fāzēs, paredzot laktācijas sākumā (līdz 60. slaukšanas dienai) 15–16% kopproteīna, laktācijas vidū (60.–280. slaukšanas diena) 13–14%, bet laktācijas beigās (> 280 slaukšanas dienas) un cietstāves periodā 11–12% kopproteīna barības devā.

Amonjaka emisiju samazinājuma potenciāla aprēķināšanai izmantota IPCC (IPCC, 1997) metodika amonjaka emisiju uzskaitei, kuru lieto oficiālajam, starptautiski auditētajam Latvijas nacionālajam inventarizācijas ziņojumam (Lavia`s Informative ... 2020), kā arī tajās izmantotās Latvijas

oficiālās lauksaimniecības datu prognozes. Pētījumā paredzētais prognozēšanas periods – līdz 2030. gadam, kam ir noteikts iespējamais amonjaka emisiju ietaupījums (neemitējot), ja barības devu optimizāciju ieviestu kā apzinātu saimniekošanas pasākumu. Aprēķinu gaitā var noteikt tehnisko, ekonomisko vai politisko amonjaka samazināšanas potenciālu. Pētījumā aprēķināts tehniskais potenciāls, jo barības devu optimizācija aprēķinā ir piemērota tām slaucamajām govīm, kurām (pēc ekspertu vērtējuma) līdz šim barības devu optimizācija nav veikta.

Rezultāti un diskusijas

Slaucamo govju vecuma ietekme emisiju ierobežošanai. Bioloģiski ražojošās saimniecībās, kas ir 13.7% no slaucamo govju skaita Latvijā, vidējā govju ilgmūžība 2019. gadā bija robežās no 3.55 līdz 4.45 jeb vidēji 4.3 laktācijas. Lielākais slaucamo govju īpatsvars (64.4%) tika konstatēts vidējo saimniecību grupā ar 11–100 dzīvniekiem, tās raksturo lielāks potenciāls palielināt govju ilgmūžību līdz 4.5 laktācijām. Lielajās saimniecībās var plānot palielināt govju ilgmūžību līdz 4 laktācijām, bet mazajās, uzlabojot dzīvnieku labturību un ēdināšanu, ir iespējams sasniegt vismaz 5 laktācijas. Konvencionālajās saimniecībās vidēji bija 3.5 laktācijas ar 6602 kg piena izslaukumu gadā (2. tab.). Šāda mērķa sasniegšanai saimniecībās ir nepieciešama pastāvīga dzīvnieku labturības kontrole, slaucamo govju vajadzībām atbilstošas barības devas aprēķināšana un ieviešana, govju ilgmūžības, produktivitātes izmaiņu un atražošanas rādītāju (tai skaitā apsēklošanas reižu skaita) analīze, kā arī pasākumu ieviešana šo rādītāju optimizēšanai. Dzīvnieku veselību veicinošs faktors ir ganīšana, tai skaitā ganību perioda pagarināšana. Šo pasākumu var īstenot tikai ilgākā laika periodā. Vairāki zinātnieki norāda, ka šīs stratēģijas var pozitīvi ietekmēt dzīvnieku labturību un, visticamāk, samazināt metāna (CH_4) emisiju no zarnās notiekošā fermentācijas procesa, jo īpaši, ja to izsaka kā emisiju uz saražotā piena vienību (Kebreab *et al*., 2001; Powell, Rotz & Weaver, 2009).

2. tabula / *Table 2*

Slaucamo govju raksturojums piena lopkopības saimniecībās Latvijā 2019. gadā
Characteristics of dairy cows in dairy farms in Latvia in 2019

Saimniecības kategorija / *Farm category*	**Dzīvnieki 365 dienās / *Animals in 365 days***		**Izslaukums, vidēji / *Average milk yield, kg***	**Laktācijas, skaits / *Lactations, number***	
	skaits, gab. / *number, pcs*	**īpatsvars/ *proportion,%***		**vidēji/ *average***	**mērķis/ *target***
Slaucamās govis bioloģiski sertificētās saimniecībās kopā / *dairy cows in certified organic farms, in total*	16139	100.0	5873	4.29	5.0
t. sk. mazajās saimniecībās (1–10 dzīvnieki) / *incl. in small farms (1-10 animals)*	2817	17.5	5883	4.45	5.0
vidējās saimniecībās (11–100 dzīvnieki) / *in medium farms (11-100 animals)*	10402	64.4	5858	4.15	4.5
lielajās saimniecībās (> 101 dzīvnieks) / in large farms (>101 animals)	2920	18.1	5977	3.55	4.0
Slaucamās govis konvencionālajās saimniecībās kopā / *Dairy cows in conventional farms, in total*	101740	100.0	6602	3.50	4.0

Avots: autoru veidots pēc LDC datu bāzes.

Kā liecina pētījumā veiktie aprēķini, palielinot govju ilgmūžību visu veidu saimniecībās, neizdalot bioloģiski sertificētās saimniecībās esošos dzīvniekus, ir iespēja samazināt atražošanai paredzēto dzīvnieku skaitu uz slaucamo govi. Latvijā kopumā amonjaka emisiju samazinājums balstās uz aprēķiniem izmantoto datu prognozi, paredzot samazinājumu par 0.1 teli uz katru slaucamo govi. Ilgtermiņa prognoze liecina, ka, pie plānotās govju ilgmūžības 2030. gadā samazinot ganāmpulka

atjaunošanai nepieciešamo teļu skaitu par 12.54 tūkstošiem, var ietaupīt 0.051 kt amonjaka (Latvijas lauksaimniecības ... 2020).

Optimizējot barības devu atkarībā no izslaukuma un pielāgojot to dažādām laktācijas fāzēm, iespējams secināt, ka pie palielināta kopproteīna daudzuma barības devā bioloģiski saimniekojošos uzņēmumos ar 100 un vairāk dzīvniekiem un ar vidējo izslaukumu laktācijā 6000 kg piena laktācijas sākumā N cietajos izkārnījumos un urīnā ir par 27 g d^{-1} vairāk, bet metāna daudzums ir par 0.06 MJ kg^{-1} EKP mazāk nekā slaucamajām govīm mazākās saimniecībās ar 5880 kg izslaukumu. Arī laktācijas vidusposmā, samazinot barības devā kopproteīna saturu vidēji par 10 g kg^{-1} sausnas, starpība ir attiecīgi 20.8 g d^{-1} un 0.03 MJ kg^{-1} EKP. Samazinot kopproteīna saturu sausnā vēl par 20–25 g laktācijas beigās un cietstāves periodā, N izdalīšanās cietajos izkārnījumos un urīnā ievērojami samazinās neatkarīgi no izslaukuma. Metāna daudzums uz vienu kg EKP laktācijas beigās palielinās, kas ir skaidrojams ar izslaukuma samazinājumu (3. tab.).

3. tabula / *Table 3*

Optimizētu barības devu ietekme uz slāpekļa un metāna emisijām dažādās laktācijas fāzēs atkarībā no izslaukuma Latvijā 2019. gadā

Influence of optimized feed rations on nitrogen and methane emissions in different stages of lactation depending on milk yield in Latvia in 2019

Rādītājs/ ***Indicator***	**Laktācijas sākums, 0–60 dienas /** ***Early lactation 0–60 days***	**Laktācijas vidus, 60–280 dienas /** ***Mid-lactation 60-280 days***	**Laktācijas beigas, > 280 dienas /** ***Late lactation > 280 days***	**Cietstāves periods /** ***Dry period***
Bioloģiski saimniekojošos lielajos uzņēmumos (> 101 dzīvnieks), vidējais izslaukums 6000 kg piena laktācijā / *In large certified organic farms* (>101 animals), *average milk yield 6,000 kg per lactation*				
Kopproteīns / *Crude protein*, g kg^{-1} DM	147	136	112	114
N cietajos izkārnījumos un urīnā / *N in faeces and urine*, g d^{-1}	242.7	239.5	189.8	163.9
Metāns/*Methane* MJ kg^{-1} EKP	0.89	1.17	1.54	
Plānotā ražība / *Planned productivity* EKP, kg d^{-1}	22.8	19.0	14.3	-
Izslaukums uz 1 kg barības sausnes / *Milk yield per 1 kg of feed DM*, kg kg^{-1} DM	1.51	1.22	0.86	-
Bioloģiski saimniekojošos mazajos (< 10 dzīvnieki) un vidējos uzņēmumos (11–100 dzīvnieki), vidējais izslaukums 5880 kg piena laktācijā / *In small (<10 animals) and medium (11-100 animals) certified organic farms, average milk yield 5,880 kg per lactation*				
Kopproteīns / *Crude protein*, g kg^{-1} DM	131	122	112	110
N cietajos izkārnījumos un urīnā / *N in faeces and urine*, g d^{-1}	215.7	218.7	188.6	150.6
Metāns/*Methane* MJ kg^{-1} EKP	0.95	1.20	1.53	
Plānotā ražība / *Planned productivity* EKP, kg d^{-1}	22.7	19.3	14.2	-
Izslaukums uz 1 kg barības sausnes / *Milk yield per 1 kg of feed DM*, kg kg^{-1} DM	1.46	1.16	0.86	-
Konvencionālās vidēji lielās saimniecībās (11–300 dzīvnieki), vidējais izslaukums 6843 kg piena laktācijā / *In medium conventional farms(11-300 animals), average milk yield 6,43 kg per lactation*				
Kopproteīns / *Crude protein*, g kg^{-1} DM	152	149	112	120
N cietajos izkārnījumos un urīnā / *N in faeces and urine*, g d^{-1}	286.4	304.9	177.9	170.5
Metāns/*Methane* MJ kg^{-1} EKP	0.90	1.13	1.30	-
Plānotā ražība EKP / *Planned productivity ECM*, kg d^{-1}	25.6	22.2	16.5	-
Izslaukums uz 1 kg barības sausnes / *Milk yield per 1 kg of feed DM*, kg kg^{-1}	1.52	1.24	0.99	-

Konvencionālajās piena lopkopības saimniecībās ar līdzīgu izslaukuma līmeni laktācijas sākumā un vidū N izdalīšanās cietajos izkārnījumos un urīnā ir par 40–90 g d^{-1} vairāk, bet laktācijas beigās par 10 g d^{-1} mazāk nekā bioloģiskajās saimniecībās, metāna daudzums uz kg^{-1} EKP ir līdzvērtīgs. Bioloģiski sertificētās piena lopkopības saimniecībās vasarā dzīvnieku pamata barība ir ganību zāle, bet ziemas periodā zāles skābbarība un siens. Slāpekļa un metāna emisiju rašanās dažādās saimniecībās atšķiras, un izšķiroša nozīme ir lauksaimnieku izvēlei izēdināt dzīvniekiem pašražotu lopbarību, kam ir liela pozitīva ietekme uz piena ražošanas efektivitāti un ietekmi uz vidi.

Secinājumi

1. Uzlabojot dzīvnieku labturību un ēdināšanu bioloģiski sertificētās piena lopkopības saimniecībās, ir iespējams palielināt govju ilgmūžību vidēji līdz 5 laktācijām un samazināt atražošanai paredzēto dzīvnieku skaitu uz slaucamo govi. Ilgtermiņa prognoze liecina, ka pie plānotās govju ilgmūžības var samazināt atjaunojamo ganāmpulku par 0.1 teli uz katru slaucamo govi, kopā Latvijā par 12.54 tūkstošiem, tādējādi ietaupot 0.051 kt amonjaka 2030. gadā.
2. Pie palielināta kopproteīna satura līdz 15% barības devā bioloģiski sertificētās saimniecībās laktācijas sākumā N cietajos izkārnījumos un urīnā ir no 215 līdz 243 g d^{-1}. Barības devā samazinot kopproteīna saturu vidēji par 10 g kg^{-1}, sausnas N samazinājums cietajos izkārnījumos un urīnā ir neliels, bet, samazinot kopproteīna saturu sausnā laktācijas beigās un cietstāves periodā līdz 11%, N izdalīšanās ievērojami samazinās neatkarīgi no izslaukuma.

Pateicība

Pētījums veikts LR Zemkopības ministrijas subsidētā projekta "Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu un amonjaka emisijas, kā arī CO_2 piesaistes (aramzemēs un zālājos) robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) pielāgošana izmantošanai lauksaimniecības, vides un klimata politikas veidošanā" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bittman S., Dedina M., Howard C. M., Oenema O., Sutton M. A. (2014). Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh, UK.
2. Degola L., Cielava L., Trūpa A., Aplociņa E. (2016). Barības devas dažāda lieluma piena lopkopības saimniecībās. ***No**: Līdzsvarota lauksaimniecība*, Zinātniski praktiskās konferences raksti (2016. g. 25.–26. febr.). Jelgava: LLU, 161.–167. lpp.
3. Frank H., Schmid H., Hülsbergen K-J. (2014). Greenhouse Gas Emissions of organic and conventional dairy farms in Germany. In: Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turkey, p. 505–508.
4. IPCC (International Panel on Climate Change) (1997): Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
5. Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu un amonjaka emisijas, kā arī CO_2 piesaistes (aramzemēs un zālājos) robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) pielāgošana izmantošanai lauksaimniecības, vides un klimata politikas veidošanā (2020). Pārskats par zinātniskās izpētes projekta Nr. 10.9.1-11/18/929-e izpildi. Projekta vadītājs K. Naglis-Liepa. Jelgava: LLU. 118 lpp. [Tiešsaiste] [skatīts 2021. g. 3. martā]. Pieejams: https://www.llu.lv/sites/default/files/files/projects/20-00-SOINV05-000013_LLU_K_Naglis-Liepa_0.pdf.
6. *Lavia`s Informative Inventory Report 2020*. [Tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 17. sept.]. Pieejams: https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Gaiss/Piesarnojums/New/IIR_2020_NECD.pdf.
7. Lopbarības analīžu rezultātu apkopojums (2013). [Tiešsaiste] [skatīts 2021. g. 3. martā]. Pieejams: http://www.laukutikls.lv/sites/laukutikls.lv/files/upload/piena_rokasgramata/54_lopbariba_internetam.pdf.

8. Nemecek T., Dubois D., Huguenin-Elie O., Gaillard G. (2006). Life cycle assessment of Swiss organic farming systems. Aspects of Applied Biology, No. 79, p. 15–18.
9. Nemecek T., Huguenin-Elie O., Dubois D., Gaillard G., Schaller B., Chervet A. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production. *Agricultural Systems*. Vol. 104, Issue 3, p. 233–245.
10. Niggli U., Fließbach A., Hepperly P., Scialabba N. (2009). Low Greenhouse Gas Agriculture: Mitigation and Adaptation Potential of Sustainable Farming Systems. FAO. April 2009. Rev. 2.
11. Pirlo G., Lolli S. (2019). Environmental impact of milk production from samples of organic and conventional farms in Lombardy (Italy). *Journal of Cleaner Production*, No. 211, p. 962–971.
12. Powell J. M., Rotz C. A., Wattiaux M. A. (2014). Abatement of ammonia and nitrous oxide emissions from dairy farms using milk urea N (MUN). *Journal of Environmental Quality*. DOI:10.2134/jeq2013.09.0375.
13. Siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas iespējas ar klimatam draudzīgu lauksaimniecību un mežsaimniecību Latvijā (2018). P. Rivžas red. L. Bērziņa, D. Popluga, Dz. Kreišmane u. c. Jelgava: LLU. 174.–190. lpp.
14. The World of Organic Agriculture. Statistics and emerging trends (2021). [Tiešsaiste] [skatīts 2021. g. 3. martā]. Pieejams: https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1150-organic-world-2021.pdf.

EKSTERJERA PAZĪMJU IETEKME UZ LATVIJAS BRŪNĀS UN LATVIJAS ZILĀS ŠĶIRNES GOVJU PIENA PRODUKTIVITĀTI

THE EFFECT OF BODY CONFORMATION TRAITS ON LATVIAN BROWN AND LATVIAN BLUE DAIRY COW MILK PRODUCTIVITY

Lāsma Cielava, Daina Jonkus
LLU Lauksaimniecības fakultāte, Dzīvnieku zinātņu institūts
lasma.cielava@llu.lv

Abstract. *The body conformation is one of the most important factors that directly influences the dairy cow milk productivity not only during the first, but also during later lactations. Some of the less analyzed traits in dairy farming are as follows: additional and thick teats, uneven udder base line, heel depth and risen tail base. The aim of our study was to determine to what extent different body conformation imperfections influence the milk productivity in the first and later lactations. The information about 153 Latvian Brown (LBSDz) and 352 Latvian Blue (LZ) breed cows was included in the data basis. The following information was collected from the Latvian Agricultural data center: dairy cow milk productivity and quality in the 1st – 3rd lactations, the body conformation trait linear evaluation score results as well as the information about the exterior imperfections. The average milk productivity in the 1st lactation was 4710.4±102.15 kg energy corrected milk (ECM) from LBSDz and 4672.6±68.94 kg ECM from LZ breed cows. In total exterior imperfections were observed in 35% of all cases (178 animals), furthermore, half of the animals had more than 1 exterior imperfection. The most common observed trait was "additional teat" (57 cases), "uneven udder base line" (42 cases), "risen tail base" (38 cases) and weak and deep heals (20 cases). The significantly higher (p<0.05) milk productivity was observed in the group where cows had exterior imperfections such as "additional teat" and "uneven udder base line".*

Key words: *exterior imperfections, milk productivity, local endangered breeds.*

Ievads

Līdz ar piena lopkopības saimniecību modernizāciju, pieaug pieprasījums pēc govīm ar konkurētspējīgu piena produktivitāti un pareizi veidota ķermeņa, īpaši tesmeņa, uzbūvi. Latvijā, vērtējot slaucamo govju eksterjeru pirmajā un trešajā laktācijā, lineāri tiek novērtētas 17 pazīmes, kā arī tiek atzīmēts, vai konkrētajam dzīvniekam ir kāda no eksterjera kļūdām (MK noteikumi Nr. 228). Eksterjera kļūdas ietekmē govju izmantošanas iespējas ganāmpulkos, piemēram, papildu pupi traucē slaukšanas procesa norisi (slaukšanas stobriņu uzlikšanu), nelīdzena tesmeņa apakšējā mala traucē optimāli vizuāli novērtēt tesmeņa veselības stāvokli, kā arī apgrūtina govs slaukšanu automatizētajās slaukšanas sistēmās. Atsevišķas eksterjera kļūdas pasliktina dzīvnieka vispārējo labsajūtu (vāji vēzīši, šauri nagi, klibums) (Pajili et al., 2020).

Pasaulē, modernās piensaimniecībās, dzīvniekus ar eksterjera kļūdām neizmanto pēcnācēju ieguvei, kā arī tos brāķē no ganāmpulkiem krietni ātrāk nekā citus dzīvniekus (Mammo et al., 2017). Ganāmpulkos esošajām govīm uzlabot vai novērst eksterjera pazīmes dzīvnieka dzīves laikā nav iespējams, tomēr atsevišķām pazīmēm, tādām kā papildu pupi, tiek izmantota amputācija, savukārt šauru nagu problēma, ilgākā laika periodā īstenojot regulāras profesionālas apkopes, var tikt izlabota (Misk et al., 2018). Pasaulē plaši tiek pētīta dažādu eksterjera pazīmju ietekme uz slaucamo govju piena produktivitāti un to raksturojošiem rādītājiem, tomēr eksterjera kļūdas, to sakarības ar citām govju ķermeņa eksterjera pazīmēm un piena produktivitāti plaši netiek pētīta.

Vietējo apdraudēto lauksaimniecības dzīvnieku populāciju selekcijas programmu mērķis ir šo dzīvnieku saglabāšana. Ārējā izskata, tajā skaitā eksterjera, vērtējumā lielākais uzsvars tiek vērsts uz tesmeņa pazīmju izkopšanu, kas ļautu govis ganāmpulkos izmantot ilgāku laika periodu un no tām iegūt augstāku produktivitāti.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot dažādu eksterjera pazīmju un eksterjera kļūdu ietekmi uz Latvijas brūnās un Latvijas zilās šķirnes govju piena produktivitāti.

Materiāli un metodes

Pētījuma datu bāze tika veidota, izmantojot Lauksaimniecības datu centrā uzkrāto informāciju par slaucamo govju piena produktivitāti, kvalitāti un eksterjera vērtējumu. Pētījumā tika iekļautas

153 Latvijas brūnās (LBSDz) un 352 Latvijas zilās (LZ) šķirnes slaucamās govis, kas izmantotas ZM projekta "Nacionālajā gēnu bankā uzkrātā Latvijas vietējo apdraudēto dzīvnieku šķirņu bioloģiskā materiāla gēnu bankas papildināšana un izpēte" īstenošanā. Pētījumā iekļautās slaucamās govis dzimušas laika posmā no 01.01.2012. līdz 01.01.2017., attiecīgi līdz 2021. gadam tām ir veikta eksterjera novērtēšana un aprēķināta piena produktivitāte noslēgtā standartlaktācijā.

Līdztekus eksterjera kļūdām datu bāzes veidošanai tika apkopota informācija par:

- govju vispārējā izskata, kāju un nagu, tesmeņa vērtējumu, punktos;
- krustu augstumu, cm, un dzīvmasu, kg;
- piena produktivitāti 1. un 3. laktācijā (izslaukums (kg), tauku un olbaltumvielu saturs (%));
- somatisko šūnu skaitu pienā tūkst. 1 mL^{-1}.

No visiem analizētajiem dzīvniekiem 84 govīm ir novērota 1 eksterjera kļūda, 20 govīm konstatētas 2 kļūdas, bet 1 govij bijušas vienlaicīgi 3 eksterjera kļūdas. Biežāk sastopamās eksterjera kļūdas analizētajām LBSDz un LZ šķirnes govīm bija "pacelta astes sakne" (43 dzīvniekiem), "slīpa tesmeņa apakšējā mala" (44 dzīvniekiem), "papildu pupi" (54 dzīvniekiem) un "šauri nagi" (20 dzīvniekiem).

No apkopotajiem piena produktivitātes datiem aprēķināts enerģētiski koriģētā piena daudzums, izmantojot formulu:

$$EKP = izslaukums, kg \left[\frac{(0.383 \times T, \%) + (0.242 \times OBV, \%) + 0.783}{3.14}\right] \quad , (1)$$

kur: EKP – enerģētiski koriģētais piens, kg;
T – tauku saturs pienā, %;
OBV – olbaltumvielu saturs pienā, %.

Govju eksterjera kopvērtējuma, piena produktivitātes un kvalitātes raksturošanai izmantoti aprakstošās statistikas rādītāji (vidējais aritmētiskais un standartkļūda). Eksterjera pazīmju un šķirnes ietekmes būtiskums novērtēts, izmantojot dispersijas analīzi. Analizēto faktoru ticamība noteikta pie būtiskuma līmeņa $\alpha < 0.05$. Faktora ietekme tika atzīta par būtisku, ja $p < \alpha$. Būtiskās atšķirības starp dažādām faktoru gradācijas klasēm tabulās un attēlos apzīmētas ar atšķirīgiem latīņu alfabēta burtiem augšrakstā ($^{a, b, c}$ – utt.).

Datu matemātiskā apstrāde veikta ar "IBM SPSS 20.0" un "MS Excel" programmu paketēm.

Rezultāti un diskusija

Slaucamo govju eksterjera pazīmēm (īpaši tām, kas saistītas ar tesmeni) ir vērojama tendence pasliktināties, līdz ar govju vecuma palielināšanos (Cielava, Jonkus, Paura, 2016). Latvijas brūnās (LBSDz) un Latvijas zilās (LZ) šķirnes govīm ir īpaši svarīgi vērtēt ne tikai šo pazīmju izpausmi, bet arī analizēt, kādi faktori to ietekmē (1. tab.).

1. tabula / *Table 1*

Latvijas brūnās (LBSDz) un Latvijas zilās (LZ) šķirnes govju dzīvmasa un dažādu eksterjera pazīmju grupu vērtējumi pirmajā un trešajā laktācijā

The evaluation of different body conformation trait groups in the 1st and 3rd lactations for Latvian Brown (LBSDz) and Latvian Blue (LZ) breed cows

Laktācija/ ***Lactation***	**Dzīvmasa un eksterjera pazīmju grupa / *Body conformation group and live weight***	**Visām govīm / *For all cows***	**Šķirne/*Breed***	
			LBSDz (N=153)	**LZ (N=352)**
1	Dzīvmasa, kg / *Live weight, kg*	492.7 ± 2.82^{a}	478.3 ± 4.58^{Aa}	499.0 ± 3.47^{Ba}
	Krustu augstums, cm / *Stature, cm*	137.3 ± 0.26^{a}	135.1 ± 0.37	138.2 ± 0.33^{a}
	Vispārējais izskats / *Overall look*	79.2 ± 0.16	78.5 ± 0.32	79.5 ± 0.18
	Kājas un nagi / *Legs and claws*	79.1 ± 0.16	78.3 ± 0.30	79.5 ± 0.18
	Tesmenis / *Udder*	78.4 ± 0.24	77.3 ± 0.61	78.8 ± 0.21
3	Dzīvmasa, kg / *Live weight, kg*	552.3 ± 4.60^{b}	550.2 ± 8.40^{a}	553.3 ± 5.51^{b}
	Krustu augstums, cm / *Stature, cm*	139.0 ± 0.40^{b}	136.0 ± 0.65	140.5 ± 0.46^{b}
	Vispārējais izskats / *Overall look*	80.4 ± 0.27	78.4 ± 0.54^{A}	81.5 ± 0.26^{B}
	Kājas un nagi / *Legs and claws*	78.9 ± 0.29	77.0 ± 0.54	79.9 ± 0.31
	Tesmenis / *Udder*	77.8 ± 0.36	75.3 ± 0.78^{A}	79.1 ± 0.33^{B}

$^{a, b}$ – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp dažādām laktācijām ($p < 0.05$);
$^{A, B}$ – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp dažādām šķirnēm ($p < 0.05$).

Pētījumā iekļautās LBSDz un LZ šķirnes slaucamās govis 1. laktācijā bijušas 492.7 ± 2.82 kg smagas ar 137.3 ± 0.26 cm lielu krustu augstumu, kas līdz 3. laktācijai būtiski palielinājies, sasniedzot attiecīgi 552.3 ± 4.60 kg un 139.0 ± 0.40 cm atzīmi (1. tab.).

Analizētajiem dzīvniekiem eksterjera kopvērtējums gan pirmajā, gan trešajā laktācijā visās pazīmju grupās ir zemāks par 80.4 punktiem (vispārējais izskats 3. laktācijā), kamēr zemākais kopvērtējums ir vērojams 3. laktācijā tesmeņa pazīmju novērtējumam, šāds rezultāts liecina par tendenci slaucamo govju eksterjera pazīmēm pasliktināties, līdz ar to vecuma palielināšanos. Salīdzinot dzīvnieku eksterjera novērtējuma rezultātus starp LBSDz un LZ šķirnes govīm, novērots, ka augstāks novērtējums visās 3 eksterjera pazīmju grupās gan pirmajā, gan trešajā laktācijā tika iegūts LZ šķirnes govīm. Šajā govju grupā novērota arī būtiski lielāka dzīvmasa ($p < 0.05$) un krustu augstums, salīdzinot ar LBSDz šķirnes govīm. Vidējā slaucamo govju piena produktivitāte pirmajā laktācijā pētījumā iekļautajām govīm bija 4748.4 ± 57.82 kg enerģētiski koriģētā piena (EKP), bet trešajā laktācijā tai vērojams būtisks palielinājums, sasniedzot 5655.0 ± 110.23 kg EKP. Arī somatisko šūnu skaitam pienā pirmajā un trešajā laktācijā ir būtiska atšķirība, attiecīgi 125.1 ± 11.56 un 227.5 ± 33.12 tūkst. 1 mL^{-1} piena. (2. tab.).

2. tabula / *Table 2*

Piena produktivitāti un kvalitāti raksturojošie rādītāji 1. un 3. laktācijā Latvijas brūnās (LBSDz) un Latvijas zilās (LZ) šķirnes govīm

Latvian Brown (LBSDz) and Latvian Blue (LZ) breed cow milk productivity and quality traits in 1st and 3rd lactations

Laktācija/ *Lactation*	**Pazīme/ *Trait***	**Kpējais/ *Overall***	**Šķirne/*Breed***	
			LBSDz (N = 153)	**LZ (N = 352)**
1	Enerģētiski koriģētais piens, kg / *Energy corrected milk, kg*	4748.4 ± 57.82^{a}	4772.8 ± 103.46^{a}	4737.0 ± 69.85^{a}
	Somatisko šūnu skaits, tūkst. 1 mL^{-1} / Somatic cell count, thous. per mL^{-1}	125.1 ± 11.56^{a}	121.1 ± 18.18^{Aa}	127.0 ± 14.70^{Ba}
3	Enerģētiski koriģētais piens, kg / *Energy corrected milk, kg*	5655.0 ± 110.23^{b}	5858.2 ± 216.12^{Ab}	5561.0 ± 126.19^{Bb}
	Somatisko šūnu skaits, tūkst. 1 mL^{-1} / Somatic cell count, thous. per mL^{-1}	227.5 ± 33.12^{b}	228.6 ± 36.80^{b}	226.4 ± 34.04^{b}

$^{a, b}$ – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp 1. un 3. laktāciju ($p < 0.05$);
$^{A, B}$ – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp dažādām šķirnēm ($p < 0.05$).

Lai arī LBSDz šķirnes govīm bijis raksturīgs zemāks eksterjera vērtējums, tomēr no tām 3. laktācijā tika iegūts par 297.2 kg EKP vairāk nekā no LZ šķirnes dzīvniekiem ($p < 0.05$). Eksterjera kļūdu ietekme uz kopējo eksterjera vērtējumu dažādās pazīmju grupās atspoguļota 3. un 4. tabulā.

3. tabula / *Table 3*

Atsevišķu eksterjera kļūdu ietekme uz eksterjera kopējo vērtējumu 1. un 3. laktācijā

The effect of exterior mistakes on the body conformation scores in the 1st and 3rd lactations

Laktācija/ *Lactation*	**Pazīme/ *Trait***	**Eksterjera kļūda / *Exterior mistake***			
		šauri nagi / *narrow claws*		**pacelta astes sakne / *risen tail base***	
		nav/*absent*	**ir/*present***	**nav/*absent***	**ir/*present***
1	Vispārējais izskats / *Overall look*	80.0 ± 0.63	79.1 ± 0.18	79.1 ± 0.17	79.6 ± 0.46
	Kājas un nagi / *Legs and claws*	80.1 ± 0.71	79.0 ± 0.17	79.0 ± 0.17	80.0 ± 0.42
3	Vispārējais izskats / *Overall look*	81.3 ± 1.17	80.3 ± 0.31	80.4 ± 0.29	80.0 ± 0.78
	Kājas un nagi / *Legs and claws*	82.2 ± 0.62^{A}	78.6 ± 0.34^{B}	78.8 ± 0.32	79.6 ± 0.82

$^{a, b}$ – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp 1. un 3. laktāciju ($p < 0.05$);
$^{A, B}$ – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp dažādām šķirnēm ($p < 0.05$).

Eksterjera kļūda "papildu pupi" negatīvi ietekmē ($p < 0.05$) tesmeņa kopvērtējumu gan pirmajā, gan trešajā laktācijā, kas skaidrojams ar faktu, ka šī pazīme tieši ietekmē tesmeņa formu un simetriju, kā rezultātā dzīvnieki ar šo eksterjera kļūdu saņem zemākus tesmeņa eksterjera pazīmju novērtējumus (Weiss et al., 2004). Govīm, kurām tika novērota eksterjera kļūda "šauri nagi", bija būtiski zemāks ($p < 0.05$) kāju un nagu pazīmju grupas kopvērtējums – 78.6 ± 0.34 punkti. Šādu tendenci literatūrā skaidro ar dzīvnieku stāju, kas ilgā laika periodā ne tikai negatīvi ietekmē govju kāju un nagu stāvokli, bet arī var izraisīt klibumu (Sadiq et al., 2020). Arī piena produktivitāte un iegūtā piena kvalitāte būtiski atšķiras starp dzīvnieku grupām, kurās ir novērotas eksterjera kļūdas, un tām, kurās šīs kļūdas netiek konstatētas (skat. Att.). Būtiski augstāka piena produktivitāte 3. laktācijā tika novērota govīm grupā, kurām bija papildu pupi, kamēr zemākais produktivitātes līmenis bijis govīm grupā, kam konstatēta pacelta astes sakne ($p < 0.05$). Būtiski augstākais somatisko šūnu skaits 3. laktācijā (458.8 tūkst. 1 mL^{-1}) novērots govīm grupā, kur dzīvniekiem tika konstatēta slīpa tesmeņa apakšējā mala.

4. tabula / *Table 4*

Biežāk novēroto tesmeņa kļūdu ietekme uz dažādu pazīmju grupu eksterjera kopējo vērtējumu 1. un 3. laktācijā

The effect of most common exterior mistakes on the body conformation total evaluation scores in the 1st and 3rd lactations

Laktācija / *Lactation*	**Pazīme/ *Trait***	**Eksterjera kļūda / *Exterior mistake***			
		papildu pupi / *additional teat*		**slīpa tesmeņa apakšējā mala / *uneven udder lower line***	
		nav/*absent*	**ir/*present***	**nav/*absent***	**ir/*present***
1	Vispārējais izskats / *Overall look*	79.1 ± 0.17	79.6 ± 0.46	79.2 ± 0.17	78.9 ± 0.61[a]
	Tesmenis/*Udder*	79.3 ± 0.26[A] [a]	78.2 ± 0.48[Ba]	78.4 ± 0.26	78.2 ± 0.74
3	Vispārējais izskats / *Overall look*	80.4 ± 0.29	80.0 ± 0.78	80.3 ± 0.29[A]	81.5 ± 0.80[B] [b]
	Tesmenis/*Udder*	77.9 ± 0.39[A] [b]	76.9 ± 1.05[Bb]	77.9 ± 0.37	78.3 ± 1.19

[a, b] – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp 1. un 3. laktāciju ($p < 0.05$);
[A, B] – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras starp dažādām šķirnēm ($p < 0.05$).

Augstā piena produktivitāte dzīvniekiem, kam tika novērota eksterjera kļūda "papildu pupi" dažādos pētījumos skaidrota ar LGR5 gēna pleiotropo izpausmi, kas tiek saistīta ar tesmeņa audu veidošanos (tai skaitā ar papildu pupu veidošanos) embrionālās attīstības stadijā, kā arī ar dzīvnieku zarnu epitēlijšūnu attīstību, kas savukārt tieši ietekmē dzīvnieku piena produktivitāti (Butty et al., 2017).

1. att. Piena produktivitāte un kvalitāte 1. un 3. laktācijā govīm ar un bez atsevišķām eksterjera kļūdām / *Milk productivity in the 1st and 3rd lactations in cow groups with and without exterior*

mistakes: 17 – vāji vēzīši / *weak and deap heals*, 30 – slīpa tesmeņa apakšējā mala / *uneven udder lower line*, 13 – pacelta astes sakne / *risen tail base*, 25 – papildu pupi / *additional teat*.

Pētījumi par papildu pupu veidošanos un to esamības ietekmi uz slaucamo govju piena produktivitāti tika veikti jau 1928. gadā, kad A. Ivanova savos pētījumos pierādīja, ka viens no gēniem, kas nosaka papildu pupu esamību slaucamajām govīm, palielina piena produktivitāti par aptuveni 15% (Ivanova, 1928).

Eksterjera kļūdas – pacelta astes sakne un vāji vēzīši būtiski neietekmēja piena produktivitāti un iegūtā piena kvalitāti pirmajā un trešajā laktācijā.

Secinājumi

1. Pētījumā iekļautajām Latvijas brūnās šķirnes govīm bija raksturīgs zemāks ķermeņa pazīmju novērtējums, tomēr tās bija būtiski produktīvākas ($p < 0.05$) nekā Latvijas zilās šķirnes govis (attiecīgi 5858.2 ± 216.12 kg EKP un 5561.0±126.19 kg EKP).
2. Lielākā ietekme uz slaucamo govju piena produktivitāti un eksterjera novērtējumu bija eksterjera kļūdai "papildu pupi", no šīm govīm laktācijā tika iegūta būtiski lielāka piena produktivitāte (6194.4 ± 12.89), bet zemāks tesmeņa kopvērtējums pirmajā un trešajā laktācijā (attiecīgi 79.3 ± 0.26 un 77.9 ± 0.39 punkti).

Pateicība: ZM projekts "Nacionālajā gēnu bankā uzkrātā Latvijas vietējo apdraudēto dzīvnieku šķirņu bioloģiskā materiāla gēnu bankas papildināšana un izpēte".

Izmantotā literatūra

1. Cielava L., Jonkus D., Paura L. (2016). Effect of conformation traits on longevity of dairy cows in Latvia. ***In:*** *Proceedings of international scientiffic conference: Research for rural development, Latvia*, 18 – 20 of May, 2016. p. 43–49.
2. Mammo M., Alemayehu K., Tassew A. (2017). Conformation traits of dairy cattle populations in selected Districts of Northwestern Amhara, Ethiopia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, Vol. 18(4), p. 1669–1679.
3. Misk N., Misk T., El-Khamary A., Semeika M. (2018). A retrospective study of surgical affections of mammary glands in cattle and buffaloes and their management in the field. *Journal of Veterinary Medical Science*, p. 1–14.
4. Palii A. P., Shkromada O. I., Todorov N. I., Grebenik N. P., Lazorenko A. B., Bondarenko I. V., Boyko Y. A., Brit O. V., Osipenko T. L., Halay O. Yu., Paliy A. P. (2020). Effect of linear traits in dairy cows on herd disposal. *Ukrainian Journal of Ecology*, Vol. 10(3), p. 1–18
5. Sadiq M. B., Ramanoon S. Z., Mansor R., Syed-Hussain S. S.; Shaik Mossadeq W.M. (2020). Claw Trimming as a Lameness Management Practice and the Association with Welfare and Production in Dairy Cows. *Animals*, Vol. 10(9), p. 1515.
6. Weiss D., Weinfurtner M., Bruckmaier R. M. (2004). Teat anatomy and its relationship with quarter and udder milk flow characteristics in dairy cows. *Journal of dairy science*, Vol. 87(10), p. 3280–3289.
7. Butty A. M., Frischknecht M., Gredler B., Neuenschwander S., Moll J., Bieber A., Baes C. F., Seefried F. R. (2017). Genetic and genomic analysis of hyperthelia in Brown Swiss cattle. *Journal of dairy science*, Vol. 100(1), p. 402–411.
8. Ivanova A. (1928). Uber Vererbung der Mehrzitzigkeit beim Rind. *Zeitschrift Für Tierzüchtung Und Züchtungsbiologie Einschließlich Tierernährung*, Vol. 11, p. 119–139.

MYCOPLASMA SPP. NOTEIKŠANAS METODIKAS IZSTRĀDE PIENA LOPKOPĪBĀ

Kaspars Kovaļenko, Aija Mālniece, Margarita Terentjeva, Lelde Tītmane, Aīda Vanaga, Agris Zirnītis
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Veterinārmedicīnas fakultāte
kaspars.kovalenko@llu.lv

Ievads

Mikoplazmu sugas visā pasaulē rada būtiskus ekonomiskus zaudējumus govju un citu dzīvnieku saslimšanas dēļ, tostarp izraisa mastītus, artrītus, pneimonijas, vidusauss iekaisumu un reproduktīvos traucējumus. Vairākas mikoplazmu sugas ir ļoti kontagiozas, spēj izraisīt arī smagu slimības formu, kas ir grūti ārstējama, bet svarīgākais ir savlaicīga un precīza mikoplazmu izraisīto slimību diagnostika, lai novērstu un kontrolētu slimības uzliesmojumus saimniecībā un valstī (Lysnyansky, Ayling, 2016). Šajā pētījumā īpaša uzmanība pievērsta dažādu riska faktoru analīzei, kas veicina mikoplazmozes izplatību saimniecībā vai reģionā, dažādu dzīvnieku paraugu iegūšanas metodikas izstrādei mikoplazmu noteikšanai, *Mycoplasma bovis* izolēšanai, antigēno īpašību noteikšanai un autogēno vakcīnu izstrādes iespējām, kas būtu piemērojamas Latvijas lauksaimniecības apstākļiem. Tradicionāli mikoplazmu identifikāciju un diagnostiku veic, izmantojot bakterioloģisko kultivēšanu, bet pēdējā laikā arvien biežāk izmanto polimerāzes ķēdes reakciju, lai noteiktu mikoplazmu klātbūtni un mikoplazmu sugas dažādos paraugos no liellopiem. Polimerāzes ķēdes reakcijai laboratorijas diagnostikā ir lielāka efektivitāte, specifiskums un jutīgums, salīdzinot ar parastajām, uz mikrobioloģisko kultivēšanu balstītajām metodēm, lai gan molekulārās metodes nesniedz iespēju izolēt mikoplazmas un neļauj noteikt to antigēnās īpašības un dzīvotspēju. Šī iemesla dēļ pētījumā līdztekus polimerāzes ķēdes reakcijai izmanto arī konvenciālo mikrobioloģiju, kas mikoplazmu izolēšanai ir komplicēta to specifiskās vairošanās un uzbūves dēļ. Seroloģiskai mikoplazmu diagnostikai ir izmantojama netiešā imūnfermentācijas analīze (ELISA), kas ļauj noteikt antimikoplazmu antivielas asins serumā un pienā (Salina, et al., 2020).

Pētījuma mērķis – izstrādāt paraugu iegūšanas un paraugu izmeklēšanas metodiku turpmākai izmantošanai klīniskajā praksē piena lopkopības sektorā *Mycoplasma* spp. noteikšanai.

Materiāli un metodes

Saimniecību atlase pētījumam tika veikta pēc brīvprātības principa, balstoties uz apkalpojošā veterinārārsta sniegto informāciju par dzīvnieku veselības problēmām saimniecībā, kas ir asociējamas ar mikoplazmozi, piemēram, augsts somatisko šūnu skaits, respiratoro infekciju klīniskās izpausmes, locītavu iekaisumi, kas nav saistīti ar novirzēm labturībā u. c., vai arī pamatojoties uz iepriekš laboratoriski apstiprinātu mikoplazmozi saimniecībā pēdējā gada laikā. Balstoties uz šīm metodēm, pētījumā ir atlasītas 10 dažāda lieluma piena lopkopības saimniecības no četriem Latvijas reģioniem, tādējādi nodrošinot izolātu maksimāli plašu ģeogrāfisko pārstāvniecību.

Faringo-ezofagālās zondes (rīkles zondes) izmantošanas procedūra faringeālo paraugu iegūšanā mikoplazmu noteikšanai. Faringo-ezofagālās zondes parasti pielieto mutes un nagu sērgas diagnostikā kā vienu no uzticamākajām metodēm, jo rīkles ventrālā siena bagātīgi satur limfoīdos audus un šeit ir novērojama vairāku infekcijas slimību ierosinātāju izteikta primārā replikācija. Faringeālos paraugus, kas iegūti ar rīkles zondi, var efektīvi izmantot arī *Mycoplasma bovis* un citu mikoplazmu noteikšanai, ņemot vērā mikoplazmu neizturību ārvidē un to replikāciju elpošanas ceļu un rīkles epitēlija šūnās, kas bieži neļauj veiksmīgi noteikt mikoplazmu klātbūtni dzīvniekiem saimniecībā nepietiekamā mikoplazmu daudzuma dēļ nazālā noslaucījuma vai transtarheālā noskalojuma paraugā. Šāda parauga iegūšanas pieeja var kalpot kā efektīvāka metode mikoplazmu noteikšanai saimniecībā klīniskas un subklīniskas infekcijas gadījumā, jo satur lielu daudzumu rīkles epitēlija šūnu. Izvēlas atbilstošu rīkles zondes izmēru, vadoties pēc dzīvnieka lieluma, piemēram, aitām un teļiem lieto pirmā vai otrā izmēra rīkles zondi, attiecīgi govīm izmanto trešā izmēra rīkles zondi. Parauga iegūšanas tehnika – pareizi nofiksē dzīvniekus stellēs vai citā dzīvniekam un procedūras veicējam drošā veidā. Vizuāli nomēra nepieciešamo rīkles zondes ievadīšanas dziļumu, lai sasniegtu faringeālo telpu. Ar kreisās rokas pirkstiem (labročiem) atver vaļā dzīvnieka muti, ievietojot diastomā kreisās rokas rādītājpirkstu. Uzmanīgi ievada rīkles zondes kausu mutē, pārliecinoties, ka rīkles zondes stieples rokturis ir vērsts uz leju. Turpina virzīt rīkles zondi pāri mēlei rīklē. Pēc ievadīšanas rīklē zondes pozīciju var noteikt, izmantojot rīkles kraniālās daļas palpāciju. Rīkles zondi virza no augšas uz leju aptuveni 5–10 cm diapazonā. Zondi izvelk uzmanīgi, lai netraumētu dzīvnieku un maksimāli saglabātu paraugu. 0.5–1 mL

zondes kausiņa saturu ar sterilu šļirci vai mikropipeti pārnes atsevišķā stobriņā ar 2 ml mikoplazmu selektīvo buljonu (tajā selektivitāti nodrošina penicilīns un tallija acetāts, kuri attiecīgi darbojas antibakteriāli pret grampozitīvajām un gramnegatīvajām baktērijām). Iepriekšminēto stobriņu ar saturu 4–6 h laikā 4 ± 2 °C nogādāja laboratorijā turpmāko izmeklējumu veikšanai.

Līdztekus faringeālajiem paraugiem no dzīvniekiem tika iegūti arī nazālie noslaucījumu paraugi (svābu), sinoviālie paraugi, piena kopparaugi un asins paraugi.

Paraugu izmeklēšanas metodika – mikoplazmu noteikšanai klīniskajos paraugos un koppiena paraugos var izmantot vairākas metodes. Kā viena no vecākajām metodēm mikoplazmu noteikšanai ir bakterioloģiskā mikoplazmu kultivēšana specifiskajās barotnēs un mikroaerofīlos apstākļos. Savukārt jaunākas metodes, ko plaši izmanto klīniskajā praksē, ir metodes, kas balstītas uz atsevišķu mikoplazmu gēnu noteikšanu, piemēram, konvenciālā polimerāzes ķēdes reakcija (PĶR) vai reālā laika polimerāzes ķēdes reakcija (RT-PĶR), vai arī uz pilnu mikoplazmu genoma sekvencēšanu, taču parasti vienlaikus izmanto arī seroloģiskās metodes antivielu noteikšanai pret mikoplazmām.

Paraugu mikrobioloģiskā izmeklēšana**.** Pēc selektīvā buljona ar faringeālo paraugu nogādāšanas laboratorijā to inkubē termostatā 37 °C temperatūrā 3–4 dienas. Nazālos paraugus uzreiz pēc to iegūšanas ievieto Amies transporta barotnē bez ogles, nogādā laboratorijā, uzglabājot 4 ± 2 °C vismaz 4–6 h laikā. Laboratorijā svāba galu, apmēram 2 cm garumā ar vates daļu, ar sterilām grieznēm nogriež un ievieto stobriņā sterilā mikoplazmu selektīvajā buljonā 2 mL apjomā, to inkubē termostatā 37 °C temperatūrā 3–4 dienas. Pēc tam no sētā mikoplazmu selektīvā buljona paņem 200 µl buljona un uzsēj uz mikoplazmu selektīvā agara barotnes ar sterilu špāteli. Barotni inkubē 37 °C temperatūrā mikroaerofīlos apstākļos (O_2 koncentrācija < 10% un CO_2 koncentrācija < 10%), mitrā kamerā 7–14 dienas, sējumus inspicē ik pēc 2–3 dienām, barotnes virsmu aplūko ar gaismas mikroskopu 40–60 × palielinājumā, kamēr uz barotnes virsmas novēro mikoplazmām raksturīga izskata kolonijas, kuras vizuāli atgādina "ceptas olas" struktūru, ar kolonijas sabiezinājumu tās vidusdaļā. Konstatējot mikoplazmām raksturīgās kolonijas, tās pēcāk identificē molekulārbioloģiski.

Bez mikrobioloģiskās izmeklēšanas paraugus izmeklē arī ar RT-PĶR un ELISA, bet izolāti turpmāk tiks analizēti, īstenojot genotipēšanas metodes, lai noteiktu to genotipiskās variācijas piena lopkopības sektorā Latvijā.

Secinājumi

1. Faringo-ezofagālās zondes izmantošana faringeālo parauga iegūšanai *Mycoplasma* spp. noteikšanai ir ērti lietojama, salīdzinot ar citām metodēm, ko izmanto paraugu iegūšanai no elpošanas ceļiem ar mērķi izolēt mikoplazmas.
2. Ar faringo-ezofagālās zondes palīdzību iegūtā parauga apjoms ir lielāks salīdzinājumā ar citām metodēm, kas atvieglo paraugu sagatavošanu testēšanai un mikoplazmu izolēšanai.

Pateicības

Pētījums tapis ar projekta "*Mycoplasma bovis* autogēno vakcīnu pielietošanas iespējas antimikrobiālās rezistences mazināšanai piena lopkopībā Latvijā" (20-00-SOINV05-000030) atbalstu.

Izmantotā literatūra

1. Lysnyansky I., Ayling R. D. (2016). *Mycoplasma bovis*: Mechanisms of resistance and trends in antimicrobial susceptibility. *Frontiers in Microbiology*, Vol. 7 (4), p. 1–7.
2. Salina A., Timenetsky J., Barbosa M. S., Azevedo C. M., Langoni H. (2020). Microbiological and molecular detection of *Mycoplasma bovis* in milk samples from bovine clinical mastitis. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, Vol. 40 (2), p. 82–87.

NO SŪKALĀM IEGŪTA PASKĀBINĀTĀJA IETEKME UZ PIENA TEĻU ĒDINĀŠANU, DZĪVMASAS PIEAUGUMU UN VESELĪBU

THE INFLUENCE OF FEED ACIDIFIER DERIVED FROM WHEY ON THE FEEDING, GROWTH INDICATORS AND HEALTH OF DAIRY CALVES

Unigunde Antone[1], Indra Eihvalde[2,3], Laima Liepa[4], Aija Ilgaža[5]

[1]Latvijas Lauksaimniecības universitāte (LLU), Pārtikas Tehnoloģijas fakultāte, [2]LLU Lauksaimniecības fakultāte, Dzīvnieku zinātņu institūts, [3]SIA LLU MPS "Vecauce", [4]LLU Veterinārmedicīnas fakultāte (VMF), Klīniskais institūts, [5]LLU VMF, Preklīniskais institūts
u.antone@gmail.com

Summary. *Dairy by-products – whey and permeate thereof – are widely used in both food and animal feed (including ruminant feed) production worldwide. In the study, which took place from 18 August to 16 December 2020, an experiment was performed with Holstein dairy heifer calves by feeding them milk acidifier (PP) obtained from whey permeate. Organic acids in acidifiers lower the pH level of the feed, and their antimicrobial effect creates environment unsuitable for pathogenic microorganisms to develop. The liquid acidifier obtained by fermentation can also serve as a functional feed ingredient – a source of B vitamins, protein and energy. In addition, reduction of the spread of antimicrobial resistance requires alternative ways how animal health is cared for both in Latvia and Europe, especially by natural means. The study was aimed at investigating the effect of the new product in a triple (divided) and single (undivided) feeding system on the calf growth and health. It covered 30 heifers born during the period from 18 August to 16 September 2020 and kept in SIA LLU MPS "Vecauce" dairy cow shed "Līgotnes" under equal housing conditions. The study groups were completed gradually, dividing the newborn heifers into three groups – E1, E2 and K (n=10 in each group). The mean live weight (at birth) in all groups was similar: 36.9±1.09 (E1), 39.3±0.69 (E2) and 38.7±1.33 (K) kg (p≥0.05). Control (K) group heifers received pasteurized whole milk without acidification. The heifers of the experimental groups – E1 and E2 – were fed 2-3 times a day with less acidified (pH 4.6–5.2) or once a day with more acidified (pH 4.2–4.6) pasteurized bulk milk. Acidified milk was fed to the animals from 7 to 75 days of age introducing the feed gradually. Animal health (appearance, fecal consistency and appetite) was assessed daily. One animal ate an average 533.6±3.45 (E1), 553.7±3.08 (E2) and 547.8±2.48 (K) liters of milk (d. 2–75) and 23.6±2.51 (E1), 24.2±3.03 (E2) and 30.7±3.64 (K) kg of concentrates between the ages of 2 and 75 days. Significant (p <0.05) differences were found only in the amount of milk eaten, which was smaller in the E1 group. Upon the cessation of milk feeding at 75 days of age, heifers reached the live weight of 105.0±3.76 (E1), 108.0±2.61 (E2) and 106.8±2.65 (K) kg, but the daily weight gain was 908±46.5, 917±32.7 and 909±24.4 g/d. Although the results of the E2 group were higher, the difference between the groups was not significant (p≥0.05). Fecal consistency, assessed on a point system from 0 to 4, also did not differ significantly between the groups (p≥0.05). During the first 30 days of life, it showed an average of 0.12±0.027 (E1), 0.12±0.035 (E2) and 0.07±0.019 (K) points. It should be noted that no cases of diarrhea (above 2 points) were observed in any animal throughout the study. The results confirm that PP can be used to acidify the milk fed to calves under both divided and undivided feeding; moreover it saves the time required for feeding. Milk acidifier can be added to milk directly as it does not need to be diluted, therefore use of the product is more convenient and safer than other more concentrated commercial products.* *The research received funding from the ERDF Post-doctoral Research Support Program No.1.1.1.2/16/I/001. Research application "Processing of Whey into Value-Added Products for Food Industry and Agriculture" Nr.1.1.1.2/VIAA/2/18/307, Investment in kind: SIA LLU MPS "Vecauce" and JSC "Smiltenes Piens".*
Keywords: *calf, live weight, diarrhea, milk acidification, whey permeate.*

Ievads. Siera un biezpiena ražošanā iegūtie blakusprodukti – sūkalas un to permeāts – ir izmantojami gan pārtikas ražošanā, gan dzīvnieku ēdināšanā, tajā skaitā arī atgremotāju un teļu barībā (Thivend, 2007; Manurung, 2012; El-Tanboly et al. 2017). Sūkalās pāriet liela daļa vērtīgo piena sastāvdaļu (sūkalu olbaltumvielas, laktoze, minerālvielas u.c.). Tajās ir salīdzinoši augsts piena cukura – laktozes saturs – 4,6-5,2 % (Bargeman, 2003). No piena sūkalām Latvijā savulaik ražoti un dzīvnieku barībā izmantoti tādi produkti kā acidofīlā buljona kultūra, propion-acidofīlā buljona kultūra (Bērziņš, 1966), "Biolakts", laktātu koncentrāts un ieskābētās iebiezinātās sūkalas (Dukaļska, 1997). Permeāts tiek iegūts

no sūkalām ar filtrācijas metodēm; tas ir šķidrums, kas paliek pāri pēc sūkalu olbaltumvielu atdalīšanas un satur laktozi jeb piena cukuru. Jāatzīst, ka laktozes potenciāls dažādu iemeslu dēļ vēl aizvien netiek izmantots pietiekami. Laktoze var tikt pārraudzēta ar biotehnoloģijas metodēm dažādu organisko skābju, piemēram, propion-, skudr- un citronskābes, ieguvei (Audic, 2003). Organiskās skābes saturošas piedevas izmanto arī dzīvnieku ēdināšanā kā paskābinātājus, pievienojot tos barībai vai dzeramajam ūdenim. Paskābinātājus pievienojot pie teļiem izēdināmā piena, tiek pazeminās vides pH līmenis un piens tiek sarecināts, tādējādi dzīvniekiem tiek atvieglota uzņemtā piena sagremošana. Turklāt organiskajām skābēm piemīt dažādas antibakteriālas īpašības – to iedarbības rezultātā tiek radīta nevēlama vide patogēno mikroorganismu attīstībai. Novērots, ka, izēdinot paskābinātu barību cūkām, sivēniem un mājputniem, samazinās diareju biežums, tiek uzlabota barības sagremojamība un dzīvnieku augšanas rādītāji, lai gan ne vienmēr rezultāti ir saskanīgi (Diebold and Eidelsburger, 2006; Long et al., 2018). Latvijā un citur Eiropā ir pievērsta pastiprināta uzmanība antimikrobiālās rezistences izplatības problēmai, kas apdraud kā dzīvnieku, tā arī cilvēku veselību. Barības paskābināšanas metode var tikt uzskatīta kā preventīvs līdzeklis, kas var palīdzēt samazināt medikamentu, tostarp antibiotiku, lietošanas nepieciešamību. Atgremotājiem, kuri ir atkarīgi no viņu spureklī esošās mikrofloras optimālas funkcionēšanas, antibiotiku piesardzīga lietošana un veselības nodrošināšana ar dabiskiem līdzekļiem ir sevišķi svarīga. Arī piena teļiem jau no pirmajiem dzīves mēnešiem, kad spurekļa mikroflora tikai sāk veidoties, antibiotiku lietošana var būt bīstama (Cardo, 2016). Kaut arī paskābinātājiem ir dažāda labvēlīga iedarbība un to efektivitāte pierādīta daudzos pasaulē veiktos pētījumos un praksē, jautājums par paskābinātāju kā kompleksu produktu ietekmi uz dzīvnieku, sevišķi teļu, veselību tomēr līdz galam nav izpētīts. Tādēļ tika izvirzīts pētījuma mērķis: izpētīt no sūkalu permeāta iegūta barības paskābinātāja (PP) ietekmi uz teļu augšanas un veselības rādītājiem, izmantojot dalīto jeb tradicionālo ēdināšanas paņēmienu, pienu izēdinot 3 vai 2 reizes dienā un nedalītās ēdināšanas paņēmienu, pienu izēdinot vienu reizi dienā, kas ir tuvināta metode neierobežotajai barošanai. PP iegūts ar propionskābās fermetācijas palīdzību projektā "Sūkalu pārstrāde pievienotās vērtības produktos pārtikas rūpniecībai un lauksaimniecībai".

Materiāli un metodes.

Pētījums norisinājās no 2020.gada 18.augusta līdz 16.decembrim. Tajā iekļautas 30 Holšteinas melnraibās šķirnes teles, kuras dzimušas laika periodā no 2020.gada 18.augusta līdz 16.septembrim un turētas SIA LLU MPS „Vecauce" slaucamo govju novietnē „Līgotnes", nodrošinot vienādus turēšanas apstākļus. Pēc piedzimšanas teles ievietotas sprostā ar sildlampu, vienas stundas laikā pabarotas ar jaunpienu (mātes vai iepriekš sasaldētu), pirms tam ar refraktometru pārbaudot kvalitāti. Telēm pirmajā barošanas reizē izbarots jaunpiens, kura kvalitāte, nosakot ar refraktometru, bija ≥22 % Brix. Pēc apžāvēšanas teles pārvietotas uz individuālajiem sprostiem āra nojumēs. Dzīvnieki atradās labturības prasībām atbilstoša izmēra, individuālos koka sprostos. Pirms teļu ievietošanas, sprosti iztīrīti, nobalsināti, pamatne dezinficēta, papildināta ar smiltīm un salmiem. Vēlāk sprostu tīrīšana un papildināšana ar salmiem tika veikta pēc nepieciešamības. Lai profilaktētu kriptosporidiju izraisītas caurejas, teļiem no 24 – 48 h pēc piedzimšanas 7 dienas pēc kārtas dots līdzeklis „Kriptazen" („Virbac", Francija; darbīgā viela – halofuginons, ievadot *PO* saskaņā ar ražotāja norādījumiem). Pētījuma grupas komplektētas pakāpeniski, dzīvnieku iekļaušanas lietderīgums eksperimentā izvērtēts, vadoties pēc piedzimšanas svara un veselīguma. Jaundzimušās teles dalīja 3 grupās – E1, E2 un K (katrā 10 dzīvnieki) ar līdzīgu vidējo dzīvmasu: 36.9±1.09 (E1), 39.3±0.69 (E2) un 38.7±1.33 (K) kg. Pirmās 4 dienas pēc piedzimšanas teles barotas ar siltu (35-38 °C) mātes pienu; pēc tam – 5. un 6. dzīves dienā – ar siltu (35-38 °C) pasterizētu (72-76 °C, 15-20 s) koppienu. No 7. dienas barošana dažādota, izēdinot paskābinātu vai nepaskābinātu pasterizētu koppienu: Kontroles (K) grupas teles barotas ar siltu (35-38 °C) nepaskābinātu pasterizētu koppienu, bet E1 grupas teles barotas ar vēsu (20-25 °C), paskābinātu (pH 4.6–5.2) koppienu 3 reizes dienā vienu mēnesi, pēc tam 2 reizes dienā. E2 grupas teles barotas ar vēsu (20-25 °C), stiprāk paskābinātu (pH 4.2–4.6) koppienu: no 7. līdz 14. dienai – 3 reizes dienā, bet sākot ar 14. dzīves dienu – 1 reizi dienā. PP pievienots teļiem izēdināmajam pienam tādās devās, kas ir pietiekamas galaprodukta vēlamā skābuma sasniegšanai un piena sarecināšanai. Pie paskābinātā piena teles pieradinātas pakāpeniski, 5 dienu laikā palielinot paskābinātāja daudzumu no 15 mL uz vienu litru piena līdz 33 (E1) vai 41 (E2) mL un samazinot piena temperatūru no 35-38 °C līdz 20-25 °C. Visu grupu dzīvniekiem piena izēdināšana veikta līdz 75 dienu vecumam. Piens telēm tika izbarots no spaiņa ar pupu. No pirmās dzīves dienas atsevišķā spainī bija pieejams tīrs dzeramais ūdens un ar 4. dienu

atsevišķā spainī piedāvāta spēkbarība un siens. Dzīvnieku ēdināšanā izlietoto barības līdzekļu vidējais sastāvs: 1) koppiens: tauki 4.4%, olbaltumvielas 3.5 %, laktoze 4.5 %, sausna 13.4 %; pH 6.5; 2) spēkbarība: 0-1 mēn. veciem teļiem „Danish Calf Crunch" (raž. Danish Agro; kopproteīns 19.40 %, koptauki 4.00 %, kokšķiedra 5.30 %, koppelni 7.50 %); 1-2 mēn. veciem teļiem: „Papildbarība 0-2 mēn.v. teļiem ar linsēklām" (raž. Dobeles Dzirnavnieks; kopproteīns 20.00 %, koptauki 2.68 %, kokšķiedra 4.06 %, koppelni 7.15 %); 3) piena paskābinātājs (PP): tauki 0.03 %, olbv. 0.63 %, laktoze 9.3 %, pH 2.3.
Dzīvnieku veselības rādītāji un dzīvmasas izmaiņas: veselība (izskats, fekāliju konsistence, krāsa un ēstgriba) tika vērtēta katru dienu. Fekālijas vērtētas 0 līdz 4 ballu sistēmā saskaņā ar Teixeira et al. (2015) metodi, balstoties uz vizuālo konsistences un krāsas novērtējumu, kur 0 – stingri formētas fēces ar normālu krāsu, 1 – mīkstas ar normālu krāsu, 2 – šķidras ar normālu krāsu, 3 – ūdeņainas ar normālu krāsu un 4 – ūdeņainas ar patoloģisku krāsu.
Dzīvmasa mērīta, teles sverot uz verificētiem svariem pēc piedzimšanas un vēlāk ar 15 dienu intervālu līdz 75 dienu vecumam. Datu statistiskā apstrāde veikta ar MC Excel programmu. Izlašu raksturošanai aprēķinātas vidējās vērtības un standartkļūda. Atšķirības starp grupām noteiktas ar T-testu divām savstarpēji atkarīgām paraugkopām, izvēloties būtiskuma līmeni α=0.05.

Rezultāti un diskusija.
Dzīvnieku dzīvmasas izmaiņas un veselības rādītāji:
30 dienu vecumā teles sasniedza 60.8±2.16 (E1), 60.4±2.18 (E2) un 66.7±1.15 (K) kg dzīvmasu. Kaut gan K grupas dzīvnieku dzīvmasa šajā vecumā bija nedaudz, bet būtiski augstāka ($p<0.05$), tomēr līdz piena perioda beigām (pārtraucot piena izēdināšanu 75 dienu vecumā) vidējā dzīvmasa starp grupām izlīdzinājās, sasniedzot attiecīgi 105.0±3.76 (E1), 108.0±2.61 (E2) un 106.8±2.65 (K) kg ($p\geq0.05$). Arī vidējie teļu dzīvmasas pieaugumi visā piena izēdināšanas periodā līdz 75 dienu vecumam visām grupām bija līdzīgi ($p\geq0.05$) (1.att.).

1.att. Teļu dzīvmasas pieaugumi līdz piena izēdināšanas pārtraukšanai 75 dienu vecumā /
Fig. 1. Calf weight gain until cessation of milk feeding at 75 days of age
a,b – ar dažādiem burtiem apzīmētās vidējās vērtības atšķiras būtiski ($p<0.05$) /
With different letters marked values differ significantly ($p<0.05$)

Sadalot šo periodu apakšperiodos, redzams, ka starp grupām ir atšķirības (1.att.). Sākotnējā periodā (0-30 dienas pēc piedzimšanas) K grupas dzīvnieku dzīvmasas pieaugums, salīdzinot ar eksperimentālajām grupām, bija būtiski lielāks ($p<0.05$). Nākamajā periodā (no 30 līdz 75 dienu vecumam) starp grupām būtisku atšķirību nebija ($p\geq0.05$), tomēr eksperimentālo grupu dzīvmasas pieaugumiem bija tendence būt augstākiem. Neskatoties uz mūsu pētījumā novērotajām atšķirībām sākotnējā 0-30 dienu periodā, eksperimentālo grupu teļu dzīvmasas pieaugumi ir līdzīgi Vieira et al. (2012) pētījuma rezultātiem, kur ar pasterizētu pilnpienu ēdinātām Holšteinas telēm dzīvmasas pieaugums 1-35 dienu vecuma periodā bija 760±30 g/d. Chen et al. (2019) pētījumā ar Holšteinas šķirnes telēm dzīvmasas pieaugums 7-30 dienu periodā bija 770 un 840 g/d., izēdinot pasterizētu nepaskābinātu un paskābinātu koppienu.
Dzīvnieku veselības rādītāji – izskats un ēstgriba – visa pētījuma laikā bija labi un apmierinoši. Attiecībā uz fekāliju testa rezultātiem, visām grupām tie bija līdzīgi un būtiski neatšķīrās ($p\geq0.05$): 0.12±0.027

(E1), 0.12±0.035 (E2) un 0.07±0.019 (K) (aprēķini veikti par 0 – 30 dienu periodu). Jāatzīmē, ka katrā grupā bija 1-2 dzīvnieki, kuriem tika novērotas vairākkārtīgas neilgas (līdz 2 dienām) fekāliju konsistences izmaiņas no stingrām uz pastveida vai šķidrām ar normālu krāsu; nedaudz biežāk, nekā citiem pastveida vai šķidrāka fekāliju konsistence (1-2 balles) tika novērota vienam E2 grupas dzīvniekam. Minētās fekāliju konsistences izmaiņas var būt skaidrojamas ar palielinātu spēkbarības daudzuma uzņemšanu un nelielu zarnu trakta disfunkciju, bet nebija saistāmas ar būtisku veselības stāvokļa pasliktināšanos, jo laika gaitā šo atsevišķo dzīvnieku veselības stāvoklis stabilizējās. Jāatzīmē arī, ka nevienam dzīvniekam visā pētījuma laikā netika konstatētas izteiktas diarejas ar fekāliju novērtējumu 3-4 balles.

Piedāvātās un apēstās barības daudzuma rezultāti apkopoti 2.tabulā. Aprēķini sākti no 2. dienas sakarā ar atšķirīgo dzimšanas laiku un ēdienreižu skaitu 1. (piedzimšanas) dienā.

1. tabula *Table 1*

Teļiem piedāvātās un apēstās barības daudzums (vidējais +/- st.kļūda)
Amount of feed offered to and eaten by calves (mean ± SEM)

Barība / *Feed*		**E1**	**E2**	**K**
Periodā no 2-30 dienu vecumam / *During 2-30 days of age*	Piedāvātā piena daudzums, L / *Quantity of milk offered, L*	226.3±0.82	232.6±1.47	226.9±0.60
	Apēstā piena daudzums, L / *Amount of milk eaten, L*	202.3±3.08[a]	221.3±2.24[b]	216.1±1.56[b]
	Piedāvātā un apēstā piena daudzuma starpība, L / *Difference between milk offered and eaten, L*	24.0±2.58[a]	11.3±1.96[b]	10.8±1.27[b]
	Apēstās spēkbarības daudzums, kg / *Amount of concentrates eaten, kg*	1.0±0.11	0.8±0.12	1.2±0.26
Periodā no 2-75 dienu vecumam / *During 2-75 days of age*	Piedāvātā piena daudzums, L / *Quantity of milk offered, L*	559.6±1.46[ab]	565.0±2.89[b]	560.7±1.79[a]
	Apēstā piena daudzums, L / *Amount of milk eaten, L*	533.6±3.45[a]	553.7±3.08[b]	547.8±2.48[b]
	Piedāvātā un apēstā piena daudzuma starpība, L / *Difference between milk offered and eaten, L*	26.00±3.07[a]	11.3±1.96[b]	12.9±1.52[b]
	Apēstās spēkbarības daudzums, kg / *Amount of concentrates eaten, kg*	23.6±2.51	24.2±3.03	30.7±3.64

a,b – ar dažādiem burtiem apzīmētās vidējās vērtības kolonās atšķiras būtiski ($p<0.05$) /
With different letters marked values differ significantly ($p<0.05$)

Salīdzinot apēstās spēkbarības daudzumu, starp grupām būtiskas atšķirības nebija ($p\geq0.05$) nevienā no 2-30 un 2-75 dienu periodiem (1.tab.). Salīdzinot piedāvātā piena daudzumu 2-30 d. periodā, redzams, ka tas starp grupām būtiski neatšķīrās, taču piedāvātā piena daudzums 2-75 d. periodā starp E2 un K grupām bija būtiski atšķirīgs (skat. 1.tab.), kas skaidrojams ar dažādām ēdināšanas metodēm. Visā piena periodā kopumā E2 grupas dzīvniekiem tika piedāvāts vairāk piena, jo metode tika tuvināta neierobežotajai barošanai. Salīdzinot apēstā piena daudzumu, novērots, ka E1 grupai tas bija būtiski mazāks nekā abām pārējām grupām ($p<0.05$), kā rezultātā E1 grupai piedāvātā un apēstā piena starpība (neapēstā piena daudzums) bija vislielākā. Būtiski mazāks ($p<0.05$) E1 grupas apēstais piena daudzums 75 dienu periodā var būt skaidrojams: 1) ar to, ka piena garša bija neierastāka nekā pirmajās dzīves dienās saņemtajam pienam, tātad dzīvniekiem pie tā bija jāpierod (atšķirībā no kontroles grupas, kurai tika izēdināta ierasta barība); 2) ar to, ka E1 grupas dzīvniekiem tika dots salīdzinoši īss laiks (katrā barošanas reizē 15-20 min.), lai šo pienu izēstu. Tajā pašā laikā E2 grupas dzīvnieki pienu varēja izēst visas dienas garumā; 3) ar šīs grupas dzīvnieku ātrāku sāta sajūtu. Jāatzīmē, ka E2 grupas teļiem novērota tendence piena dienas normu apēst jau pirmajās stundās, bet tā kā piens tika uzņemts sarecējušā veidā, tad dzīvniekiem tas nevarētu būt bīstami, jo šāds piens ir vieglāk sagremojams.

Saistībā ar paskābinātāju lietošanu nedrīkstētu aizmirst, ka arī izēdinātā piena kvalitāte un mikrobioloģiskā tīrība, kā arī dzīvnieku turēšanas apstākļi, mītnes mikroklimats, trauku tīrība, it sevišķi lielfermās, atstāj lielu ietekmi uz dzīvnieku veselību, tāpēc paskābinātāji var tikt uzskatīti tikai kā papildus līdzeklis slimību prevencijai.

Secinājumi.
Dzīvnieku dzīvmasas izmaiņu un veselības rādītāji kopumā visā piena izēdināšanas periodā starp grupām būtiski neatšķīrās, tātad piena paskābinātājs ir izmantojams teļiem izēdināmā piena paskābināšanai kā alternatīvs līdzeklis tradicionālajai piena izēdināšanas metodei. Paskābinātā piena izēdināšana var tikt veikta gan ar dalītās (vairākkārtējās), gan nedalītās ēdināšanas metodi. Nedalītā ēdināšanas metode ļauj ekonomēt barošanai nepieciešamo laiku, kā arī samazināt izēdinātā piena zudumus. Izēdinot paskābinātu pienu ar dalīto ēdināšanas paņēmienu, ieteicams pagarināt barošanas ilgumu, lai palielinātu apēstā piena daudzumu. Pētījumā izmantotais piena paskābinātājs ir gatavs pievienošanai pienam; tas nav jāatšķaida, tāpēc ir salīdzinoši vieglāk lietojams un drošāks, nekā citi koncentrētāki komerciālie produkti.

Pateicība. Pētījums īstenots 1.1.1.2. pasākuma "Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts" (vienošanās Nr.1.1.1.2/16/I/001) projekta "Sūkalu pārstrāde pievienotās vērtības produktos pārtikas rūpniecībai un lauksaimniecībai" (Nr.1.1.1.2/VIAA/2/18/307) ietvaros. Projektu līdzfinansē Eiropas reģionālās attīstības fonds. Ieguldījums natūrā: SIA LLU MPS „Vecauce" un AS „Smiltenes Piens".

Izmantotā literatūra

1. Audic J-L., Chaufer B., Daufin G. (2003) Non-food applications of milk components and dairy co-products: A review. *Le Lait, INRA Editions,* Vol. 83 (6), p. 417-438.
2. Bargeman G. (2003) Separation technologies to produce dairy ingredients. **In:** *Dairy processing. Improving quality.* Ed. by G. Smit, CRC Woodhead Publishing, pp. 366-390.
3. Bērziņš J.M. (1966) *Ķīmija lopkopībai.* 120 lpp.
4. Cardo L.DVM (2016) Improving calf health in Denmark, Dairy Global 20 Oct 2016; [Tiešsaiste] [skatīts: 2017. g. 2. nov.]. Pieejams: https://www.dairyglobal.net/Calves/ Articles/2016/10/Improving-calf-health-in-Denmark-2901491W/
5. Chen Y., Gao Y., Yin S., Zhang S., Wang L., Qu Y. (2020) Effect of acidified milk feeding on the intake, average daily gain and fecal microbiological diversity of Holstein dairy calves. *Asian-Australas J Anim Sci.,* Vol. 33(8), p. 1265-1272.
6. Diebold G. and Eidelsburger U. (2006) Acidification of diets as an alternative to antibiotic growth promoters. **In:** *Antimicrobial growth promoters. Where do we go from here.* Ed by D. Barug et al.; Wageningen Academic Publishers, pp.311-327.
7. Dukaļska L. (1997) Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Pārtikas Tehnoloģijas fakultāte. *Hidrotermisko procesu pētījumi un jaunas piena sūkalu pārstrādes tehnoloģijas: Publicēto zinātnisko darbu kopsavilkums Dr. hab. zin. grāda iegūšanai*. Jelgava: LLU.
8. El-Tanboly ES, El-Hofi M, Khorshid (2017) Recovery of cheese whey, a by-product from the dairy industry for use as an animal feed. *J Nutr Health Food Eng.,* Vol. 6(5), p. 148–154.
9. Long S.F., Xu Y.T., Pan L., Wang Q.Q., Wang C.L., Wu J.Y., Wu Y.Y., Han Y.M., Yun C.H., Piao X.S. (2018) Mixed organic acids as antibiotic substitutes improve performance, serum immunity, intestinal morphology and microbiota for weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology,* Vol. 235, p. 23-32.
10. Manurung S. (2012). Ph.D. Thesis: *Fermented Whey Permeate for Piglets: As a Strategy to Reduce Post Weaning Diarrhoea*. Technical University of Denmark, 141 p.
11. Teixeira A. G. V., Stephens L., Divers T. J., Stokol T., and Bicalho R. C. (2015) Effect of crofelemer extract on severity and consistency of experimentally induced enterotoxigenic Escherichia coli diarrhea in newborn Holstein calves, *J. Dairy Sci,* Vol. 98, p. 8035–8043.
12. Thivend P. (2007) Use of whey in feeding ruminants with particular reference to pollution problems. [Tiešsaiste] [skatīts: 22.05.2020.]. Pieejams: http://www.fao.org/3/X6512E09.htm.
13. Vieira DP, A., von Keyserlingk M.A.G., Weary D.M.. 2012. Presence of an older weaned companion influences feeding behaviour and improves performance of dairy calves before and after weaning from milk. *J. Dairy Sci.* Vol. 95, p. 3218–3224.

SVEICAM

Izcilajai augļkopības zinātniecei Mārai Skrīvelei – nozīmīga dzīves jubileja un jauna monogrāfija!

M. Skrīvele ar augļkopību saistīta kopš bērnības. Liels augļu dārzs bija tēva mājās Ogresgala "Mazstaldātos". Pēc studiju absolvēšanas 1963. gadā sāka strādāt Pūres Dārzkopības izmēģinājumu stacijā, kur veica pētījumus par ražas ķīmisko normēšanu. To rezultāti apkopoti disertācijā, kuru aizstāvēja 1971. gadā, iegūstot lauksaimniecības zinātņu kandidāta grādu. Kopš 1972. gada sāka veikt ābeļu, bumbieru un plūmju šķirņu pārbaudi. Izveidoja plašu introducēto šķirņu, kā arī republikas selekcionāru hibrīdu kolekciju. Tās izvērtēšanas rezultātā Valsts šķirņu salīdzināšanai 1984.–1988. gadā nodeva 6 ābeļu un bumbieru šķirnes. Tapa arī rekomendācijas šķirņu sortimenta izvēlei mazdārziņu un lielsaimniecību dārziem. 1987. un 1989 gadā Pūrē kopā ar kolēģiem iekārtoja 4 izmēģinājumus, kuros 15–20 šķirnēm tika pētīta saderība ar 4 dažāda auguma klonaudžu potcelmiem, kā arī dažādu vainaga veidošanas paņēmienu ietekme uz ražību atkarībā no šķirnes – potcelma kombinācijas. Šo pētījumu rezultāti tika izmantoti grāmatas "Intensīvas augļkopības rokasgrāmata" sagatavošanai, kas M. Skrīveles vadībā tika izdota 2002. gadā.

Līdztekus izmēģinājumu darbam 1987. gadā Māra sāka veikt Latvijas Zemkopības ZPI augļkopības nodaļas vadītājas pienākumus. Galvenais uzdevums bija panākt selekcionāra P. Upīša atstātā hibrīdu fonda izvērtēšanu, izveidot Dobelē uz dārza bāzes jaunu augļkopības izmēģinājumu staciju ar augstas kvalifikācijas zinātnisko darbinieku kolektīvu. Tas izdevās, jo 1995. gadā oficiāli tika nodibināta izmēģinājumu stacija, kurā visi zinātnieki bija zinātņu doktori. Jāpiebilst, ka Māra veltījusi milzum daudz sava spēka, enerģijas un laika, lai no aizaugušiem P. Upīša selekcijas dārzu "džungļiem" radītu modernus intensīva tipa augļu un ogu dārzus, kādi šobrīd skatāmi Dārzkopības institūtā (DI), kā arī izveidotu zinošu, kvalificētu kolektīvu. No 1995. līdz 2008. gadam M. Skrīvele bija DI zinātniskās padomes priekšsēdētāja. Pateicoties M. Skrīveles iniciatīvai, kopš 1991. gada izdevies nodibināt sakarus ar daudzām zinātniskajām iestādēm pasaulē.

M. Skrīvele vienmēr daudz sadarbojusies ar dažāda līmeņa dārzkopjiem – gan mazdārzniekiem, lielsaimniecību dārzniekiem, gan pašreiz ar komercdārzniekiem. Latvijas apstākļos pašreiz augļkopībā ļoti nepieciešami lietišķa rakstura pētījumi, zinātniekiem jāveicina augļkopības attīstība un tās pārstrukturēšanās uz intensīvo dārzu komercaugļkopību. Viņa nenoliedzami ir guvusi vislielāko popularitāti augļkopju – ražotāju vidū. Pēc M. Skrīveles iniciatīvas 1997. gadā uzsāka veidot Latvijas Augļkopju asociāciju (LAA), kura oficiāli reģistrēta 1998. gadā. Ilgus gadus Māra bija LAA valdes locekle, arī priekšsēdētāja vietniece.

Māra vadījusi daudzus apjomīgus sadarbības projektus, kas vērsti uz komercaugļkopības attīstību. Tas Latvijā bija jauns virziens, attiecīgi bija nepieciešams veikt plašus un apjomīgus pētījumus. Šo pētījumu rezultātā tapušas daudzas praktiskas rekomendācijas, kā arī monogrāfija "Augļkopība", kurai Māra ir iniciatore un viena no galvenajām autorēm. Šis izdevums iekļuva 2016. gada LZA izcilāko sasniegumu sarakstā.

Par savu nesavtīgo darbu M. Skrīvele saņēmusi daudzus prestižus mūsu valsts apbalvojumus.

Savas zinātniskās darbības laikā M. Skrīvele publicējusi ap 300 zinātnisko un populārzinātnisko darbu. Liels ir viņas ieguldījums jaunās dārzkopju paaudzes izglītošanā – viņa vadījusi un konsultējusi LLU doktorantu darbus.

Neskatoties uz cienījamiem gadiem, 2020. gadā tika izdota M. Skrīveles sarakstītā monogrāfija "Es mācos augļkopību", kurā apkopota Māras 60 darba gadu pieredze. Šis darbs iekļuva LZA izcilāko sasniegumu sarakstā un kalpo par vēl vienu pierādījumu viņas zināšanām, erudīcijai, dziļumam un pamatīgumam.

Nebūs pārspīlēti apgalvot, ka augļkopības kā konkurētspējīgas komercnozares izveidošanās smagajos pārmaiņu gados ir tieši Māras nopelns, lielā mērā pateicoties Māras idejām, zināšanām, milzu pieredzei, ar ko viņa dāsni dalās joprojām, neskatoties uz to, ka šobrīd oficiāli ir pensionāres statusā.

Dārzkopības institūta zinātnieku un darbinieku vārdā vēlu Mārai veselību, vēl daudz jaunu ideju un spēju tās īstenot!

Edīte Kaufmane, Dr. biol., Dārzkopības institūta vadošā pētniece.

Sveicam ilggadēju Dārzkopības institūta zinātnieci Silviju Ruisu nozīmīgā dzīves jubilejā!

Silvija Ruisa dzimusi 1941. gada 24. aprīlī, 1965. gadā pabeigusi LLA Agronomijas fakultāti, iegūstot agronoma diplomu. 1968.−1974. gadā strādājusi LLA Mikroelementu Zinātniski pētnieciskajā laboratorijā. 1970. gadā aizstāvējusi disertāciju, iegūstot Lauksaimniecības zinātņu kandidāta grādu par tēmu "Slāpekļa minerālmēslu ietekme uz sēto kultivēto zāļu ražu un kvalitāti", bet 1992. gadā Lauksaimniecības zinātņu doktora (Dr. agr.) grādu. 1974.−1978. gadā strādājusi Stendes Selekcijas un izmēģinājumu stacijā.

Darbu Dārzkopības institūtā Dobelē uzsākusi 1977. gadā, kur nostrādājusi līdz 2020. gadam. Izveidojusi augļu un ogu bioķīmisko pētījumu laboratoriju, ilgus gadus bijusi šīs laboratorijas vadītāja. 1983. gadā uzsākusi darbu pie Eiropā jaunas augļaugu kultūras – krūmcidoniju selekcijas, iesaistoties dažādos ar šīs kultūras izpēti saistītos projektos, t. sk. ES 4. Ietvara projekta "Krūmcidonija – jauns augļaugs Eiropā sulu un šķiedras ieguvei" īstenošanā kopā ar septiņu citu valstu zinātniekiem. Latvijā 2012. gadā reģistrēta pirmā krūmcidoniju šķirne 'Rasa', reģistrācijas procesā – 'Darius' un 'Rondo'. Aktīvi piedalījusies ne tikai šīs kultūras izpētē, bet arī popularizēšanā un ieviešanā ražošanā. Šobrīd piedalās ERAF projekta īstenošanā.

1987.–1999. gadā strādājusi pie vīnogu šķirņu izvērtēšanas. Šī darba rezultātā Latvijā un Zviedrijā ir reģistrētas 6 vīnogu šķirnes – 'Guna', 'Spulga', 'Sukribe', 'Supaga', 'Veldze', 'Zilga'.

1987. gadā uzsākusi darbu pie saldo ķiršu selekcijas, šobrīd savākusi vienu no plašākajām šķirņu kolekcijām Baltijā, pēta un kopj vērtīgu ķiršu genofondu. Latvijā uz Institūta vārda reģistrējusi 6 saldo ķiršu šķirnes – 'Aija', 'Jānis', 'Indra', 'Paula', 'Aleksandrs' un 'Artis'. Līdztekus selekcijas darbam kopš 1997. gada veikusi agrotehniskos pētījumus ar ķiršiem, t. sk. dažādu potcelmu piemērotības izpēti un vidi saudzējošu audzēšanas sistēmu izstrādi.

Strādājusi pie smiltsērkšķu audzēšanas un novākšanas tehnoloģiju izpētes, izvērtējusi ogu un pārstrādes produktu sastāvu.

Piedalījusies 20 zinātnisku, tostarp 6 starptautisku, projektu vadībā vai īstenošanā.

S. Ruisa ir 193 publikāciju (t. sk. 22 "Scopus" un "Web of Science", 7 grāmatu un monogrāfiju) autore un līdzautore.

Liels ir viņas ieguldījums komercdārzkopju apmācībā, kā arī jaunās dārzkopju paaudzes izglītošanā.

Par apzinīgu darbu un izciliem rezultātiem saņēmusi augstus dažāda līmeņa apbalvojumus.

Dārzkopības institūta zinātnieku un darbinieku vārdā sirsnīgi sveicieni Silvijai!

Edīte Kaufmane, Dr. biol., Dārzkopības institūta vadošā pētniece.

Sveicam zinātnieci, pedagoģi un vienkārši labu un atsaucīgu cilvēku Vilhelmīni Šteinbergu 80 gadu jubilejā!

Jubilāre dzimusi 1941. gada 26. martā Ludzā. Tēvs Ksavērijs Adamovs bija elektromehāniķis, bet māte Sofija − šuvēja, kura vienmēr lutināja savu meitu ar interesantu apģērbu un tā detaļām. Atceroties bērnu dienas, pati gaviļniece norāda: "Saskare ar lauksaimniecību bija neliela – tik, cik pēckara gados tā bija nepieciešama. Mums piederēja neliels mazdārziņš, kurā abām ar māsu bija iedalītas dobes. Stādījām, ravējām, kopām augus un novācām ražu. Vasarās biju aktīva ķiršu lasītāja Tukuma ķiršu dārzos, lai nopelnītu sev nelielu naudiņu." 1959. gadā Vilhelmīne pabeidza J. Raiņa Tukuma 1. vidusskolu. 1961. gadā ar izcilību absolvēta Rīgas 4. medicīnas skola un nodibināta ģimene − vīrs Arturs Jansons, galvenais ķirurgs Jelgavas pilsētas slimnīcā. Trīs gadus nostrādāts par medicīnas māsu Infekciju slimību nodaļā. 1968. gadā absolvēta LVU Bioloģijas fakultāte un uzsāktas darba gaitas Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā – no sākuma Augu aizsardzības katedrā par vecāko laboranti, jo jau diplomdarbā tika pētīti zemeņu pelēkās puves ierosinātāji, savukārt 1970. gadā, iestājoties aspirantūrā, izvēle tika veikta par labu mikrobioloģijai pie prof. A. Kalniņa. Vilhelmīne kļuva par prof. A. Kalniņa aspiranti "pastarīti". 1975. gadā aizstāvēja disertāciju "Sarkanā āboliņa nitragenizācijas efektivitāte dažādās augsnēs atkarībā no izmantoto gumiņbaktēriju celmu konkurētspējas". Kad astoņdesmitajos gados LLU Augkopības katedrā ierīkoja izmēģinājumus ar austrumu galegu, Vilhelmīne bija aktīva šī Latvijas apstākļiem jaunā tauriņzieža simbiotisko attiecību pētītāja. Sadarbībā ar Igaunijas kolēģiem, kuriem jau bija pieredze galegas audzēšanā, tika skaidrota galegas gumiņbaktēriju spēja iedzīvoties saimniekauga saknēs, atlasīti aktīvākie un efektīvākie celmi galegas nitragīna ražošanai.

Astoņdesmito gadu beigās V. Šteinberga pievēršas mikroorganismu no *Azotobacter* un *Trichoderma* ģintīm pētīšanai. Šie pētījumi notiek sadarbībā ar Mikrobioloģijas un virusoloģijas institūta zinātniekiem. Tiek skaidrots, kā šos mikroorganismus var izmantot dažādu kultūraugu produkcijas kvalitātes nodrošināšanā un kā mikroorganismi iedzīvojas dažādās augsnēs.

V. Šteinberga bija viena no vispusīgākajām Augu fizioloģijas un mikrobioloģijas katedras docētājām. Vadīti laboratorijas darbi un lasītas lekcijas augu fizioloģijas, mikrobioloģijas un biotehnoloģijas priekšmetos, kurus apguva studenti no Agronomijas, Mežsaimniecības un Zootehnikas fakultātēm. Vairākus gadu desmitus studenti gan teorētiskās zināšanas, gan praktiskās iemaņas lopbarības konservēšanā ieguva tieši V. Šteinbergas uzraudzībā. Arī turpmākie zinātniskie pētījumi saistījās ar lopbarības sagatavošanas biotehnoloģiju (skābbarības bioloģiskā un ķīmiskā konservēšana).

Līdztekus mācību un zinātniskajam darbam V. Šteinberga vadīja studentu diplomdarbus, bakalaura un maģistra darbus, veica ļoti daudz sabiedrisko pienākumu. V. Šteinberga bija brīnišķīga studentu grupu kuratore. Jāpiebilst, ka viņa joprojām regulāri tiekas ar saviem "kūrējamajiem", lieliski zina, kā kuram klājas, kā veicas ar bērnu un nu jau arī mazbērnu audzināšanu.

Abi ar otro vīru – Modri Šteinbergu, elektrovilcienu vadītāju – 1999. gadā nolēma doties pensijā un atgriezās Tukumā, taču pelnītā atpūta īsti neizdevās, jo V. Šteinbergai piedāvāja darbu par pārtikas eksperti mikrobioloģijā Tukuma PVD.

Pēc vīra un mātes nāves 2006. gadā V. Šteinberga atgriezās Jelgavā un sāka strādāt LLU Lauksaimniecības fakultātē par vadošo pētnieci. Zinātniskajā darbā pētīja mikroorganismu populāciju izmaiņas, saimniekojot bioloģiskajā un konvencionālajā lauksaimniecībā. Tika inventarizēta arī gumiņbaktēriju kolekcija un atjaunoti izmēģinājumi par gumiņbaktēriju

efektivitāti. Sadarbībā ar Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtu pārbaudīta kūdras un vermikomposta izvilkumu iedarbība uz augsnes mikroorganismu aktivitāti graudaugu un sakņaugu sējumos.

Dr. biol., docente V. Šteinberga ir teju vai simts dažādu publikāciju autore. Kopā ar profesoru Valdi Klāsenu sarakstīta mācību grāmata studentiem mikrobioloģijā, kurā apkopots arī Latvijas augsnes mikrobiologu ieguldījums lauksaimniecībā, kuri strādāja gan LLA, gan Latvijas ZA A. Kirhenšteina Mikrobioloģijas un virusoloģijas institūtā. Latvijas Lauksaimniecības universitātē (iepriekš – Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā) nostrādāti 45 gadi.

Arī pašlaik V. Šteinberga aktīvi piedalās sabiedriskajā dzīvē. Ir aktīva agronomu biedrības biedre. Ar entuziasmu līdzdarbojas Latvijas poļu biedrībā, gan iepazīstinot poļus ar Latvijas kultūru, gan arī palīdzot Latvijas poļu biedrības dalībniekiem apgūt poļu valodu.

Villija (kā mēs viņu saucam savā mazajā kolektīvā jeb, kā tagad saka – "burbulī") aktīvi izrāda dzīvu interesi par notiekošo, sniedz vērtīgus padomus un ieteikumus jaunajiem kolēģiem un, ierodoties uz pasēdēšanām, vienmēr paņem līdzi kaut ko interesanti pagatavotu un garšīgu. Viņas klātbūtne rada omulīgu un sirsnīgu gaisotni.

Jubilārei vēlam labu veselību, dzīvesprieku, daudz interesantu un aizraujošu nodarbošanos!

Augsnes un augu zinātņu institūta Augu bioloģijas nodaļas kolēģi I. Alsiņa, L. Dubova, I. Dudare, A. Klūga, A. Bāliņš.

ATCERAMIES

Valsts profesoram Dr. habil. agr. Jānim Driķim 80 (1941–2005)

Jāņa Driķa dzimtā puse ir Madonas apriņķa Virānes pagastā. Viņa tēvs Konrāds Driķis bija agronoms, arī tēvabrālis Ādolfs Driķis bija agronoms, nopelniem bagāts skolotājs Saulaines lauksaimniecības tehnikumā, piedalījies arī Jāņa audzināšanā. Tie bija pamati, kas pēc Galgauskas 7-gadīgās skolas un Bulduru Dārzkopības tehnikuma absolvēšanas veidoja J. Driķa tālāko dzīves ceļu. Studijas LLA Agronomijas fakultātē, tālāk aspirantūrā, zināšanu papildināšana Maskavas Timirjazeva Lauksaimniecības akadēmijā, Lietuvas lauksaimniecības akadēmijā un Kaļiņingradas Lauksaimniecības izmēģinājumu stacijā. Praktiskā darba pieredzi viņš ieguva Skrīveru Izmēģinājumu saimniecībā, strādājot par sēklkopības agronomu, no 1967. gada Jelgavas rajona lauksaimniecības pārvaldē par vecāko, vēlāk galveno agronomu, bet kopš 1973. J. Driķis sāka darbu Augkopības katedrā par asistentu, vecāko pasniedzēju, docentu, profesoru un visbeidzot par valsts profesoru pļavkopības apakšnozarē. Jāni Driķi atceramies kā nenogurstošu darba rūķi, zinātniskajā darbā viņa pētījumi bija par proteīnbagāto lopbarības laukaugu lucernas un austrumu galegas un to maisījumu ar stiebrzālēm audzēšanas agrotehniku un barotājvērtību. Visu darba gadu garumā Augkopības katedrā prof. J. Driķim MPS Pēterlauki bija iekārtoti apjomīgi pētījumi, kuru rezultāti bija bagātīgs materiāls publikāciju sagatavošanai un studentu diplomdarbu izstrādei. Aizstāvēta habilitētā doktora disertācija "Austrumu galegas un lucernas audzēšana tīrsējā un mistros, ražība un ražas kvalitāte" (1995). J. Driķis lasīja lekcijas un vadīja praktiskās nodarbības lopbarības ražošanā ne tikai topošajiem agronomiem, bet arī citu LLA/LLU fakultāšu studentiem, vadīja arī daudzu studentu diplomdarbus par lopbarības ražošanas tematiku. J. Driķis bija arī Augkopības katedras vadītājs un LF maģistrantūras studiju programmas vadītājs.

Jānis bija arī lielisks ģimenes "galva", savām rokām Platonē uzcēla māju, bieži pilī ieradās tieši no lauka vai citiem darbiem allaž darbīgs un steidzīgs. Mēs, bijušie Augkopības katedras kolēģi, Jāni pieminam kā zinātnieku un pedagogu, viņš bija stingrs un prasīgs pret studentiem, taču studenti augstu novērtēja viņa praktiskā darba pieredzi, ko viņš izmantoja teorētisko zināšanu papildināšanai. Viņš bija cilvēks, kurš sevi darbā sadedzināja un šķīrās no mums daudz par ātru.

Jānis Driķis mūžības ceļā devās 2005. gadā, apglabāts Jelgavā, Bērzu kapsētā.

Atceres vārdus sagatavoja Dz. Kreišmane

Profesoram Semjonam Pogodinam – 100

Semjons Pogodins dzimis 1921. gada 18. septembrī Latvijā, Rēzeknes apriņķī, Sakstagala pagastā. Miris 1984. gada 6. aprīlī un apbedīts Lāčupes (Lācara) kapos Imantā, Rīgā.

No 1929. līdz 1933. gadam Semjons Pogodins mācījās Laukmalas krievu pamatskolā, no 1934. līdz 1936. gadam – Lielpuderu pamatskolā, no 1936. līdz 1940. gadam – Rēzeknes Valsts krievu ģimnāzijā, bet 1941. gadā pabeidza Rēzeknes pilsētas krievu vidusskolu. Sākoties Otrajam pasaules karam, 1941. gadā evakuējās uz Krievijas PFSR Ivanovas apgabalu, kur no 1941. līdz 1942. gadam bija kolhoza brigadieris, rēķinvedis un finanšu aģents. 1942. gadā Semjons Pogodins uzsāka studijas Maskavas Timirjazeva Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultātē, kura kara laikā no 1942. līdz 1943. gadam atradās Samarkandā. Pēc Timirjazeva Lauksaimniecības akadēmijas absolvēšanas 1947. gadā Semjons Pogodins strādāja Maskavas jaunatnes organizācijās.

Latvijā viņš atgriezās 1948. gadā un uzsāka darbu Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā par Vispārējās zemkopības katedras asistentu (1948–1950), bet vēlāk – par vecāko pasniedzēju (1950–1956), docentu (1956–1971) un profesoru (1971–1984). Viņš bija arī Agronomijas fakultātes dekāns (1955–1959). Semjons Pogodins no 1959. līdz 1964. gadam bija LLA mācību prorektors, 1961. gadā LLA rektora vietas izpildītājs, bet no 1964. līdz 1967. gadam vadīja Zemkopības un augsnes zinātnes katedru. No 1967. līdz 1979. gadam veica Zemkopības katedras vadītāja, savukārt no 1977. līdz 1984. gadam LLA Sagatavošanas nodaļas vadītāja pienākumus.

Zinātniskajā darbā Semjons Pogodins pētīja nezāļu bioloģiskās īpatnības un agrotehniskos izplatības ierobežošanas pasākumus. 1954. gadā aizstāvēja Lauksaimniecības zinātņu kandidāta disertāciju. Viņa vadībā tika izstrādātas un aizstāvētas 5 lauksaimniecības zinātņu kandidāta disertācijas. Publicējis vairāk nekā 70 zinātniskus, populārzinātniskus un metodiskus rakstus.

Mācību laikā Semjons Pogodins Agronomijas fakultātes studentiem lasīja lekcijas un vadīja nodarbības zemkopībā. Līdztekus tiešajiem mācībspēka pienākumiem aktīvi propagandēja zemkopības zināšanas lauksaimniecības darbinieku vidū Latvijas rajonos un saimniecībās. Viņš bija aktīvs sabiedrisks darbinieks.

Apbalvojumi: 1946. gadā Semjons Pogodins tika augstu novērtēts un apbalvots ar medaļu "Par varonīgu darbu 1941.–1945. gada Lielajā Tēvijas karā" un 1961. gadā – ar ordeni "Goda zīme". Savukārt 1967. un 1981. gadā viņam par aktīvu darbību zinātnē pasniedza LPSR Augstākās Padomes Goda rakstu, 1971. gadā piešķīra LPSR Nopelniem bagātā agronoma nomināciju.

Nozīmīgākās publikācijas: Semjons Pogodins ir līdzautors grāmatai "Tīruma nezāles un to apkarošana" (1970). Viņa vadībā tika sagatavotas mācību grāmatas "Agronomijas pamati" (1974, 1984) un "Zemkopība" (1983), šīm mācību grāmatām bijis līdzautors un redaktors.

Profesors Semjons Pogodins laikabiedriem, viņa darba turpinātājiem atmiņā saglabājies kā sirsnīgs, spilgts cilvēks, labs kolēģis, spējīgs administrators, talantīgs mācībspēks un zinātnieks. Jāatzīst, ka daudz varēja mācīties no Semjona Pogodina pieejas cilvēkiem, viņa brīžiem neordinārajām, bet efektīvajām vadības metodēm.

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts, Dainis Lapiņš, Gundega Putniece, Ingrīda Augšpole, Renāte Sanžarevska.

Kartupeļu selekcionāram Vilim Gaujeram – 110

Viena ārkārtīgi spilgta personība lauksaimniecības zinātnieku vidū ir Vilis Gaujers, kurš 33 gadus no savas dzīves ir veltījis kartupeļu selekcijai. Šogad svinam izcilā selekcionāra un agronoma 110. jubileju.

Viļa Gaujera dzīves ceļš aizsākās 1911. gada 20. oktobrī Vecpiebalgas pagasta Ķencu mājās. Pamatskolas izglītību viņš ieguvis Rīgā, pēc tam mācījies Priekuļu Lauksaimniecības vidusskolā, vēlāk, 1929. gadā, uzsācis studijas Latvijas Universitātes Lauksaimniecības fakultātē. Pēc studiju absolvēšanas 1936. gadā V. Gaujers strādājis par agronomu dažādās Latvijas vietās. Kad 1946. gadā atjaunota Lejaskurzemes izmēģinājumu stacijas darbība, V. Gaujers strādāja par vecāko zinātnisko līdzstrādnieku kartupeļu kultūrā, līdz 1953. gadā tika pārcelts uz Priekuļu Selekcijas un izmēģinājumu staciju par kartupeļu nodaļas vadītāju.

Vilis Gaujers 1965. gadā LLA Jelgavā aizstāvējis disertāciju "Kartupeļu šķirnes un agrotehnikas loma cīņā ar lakstu puvi" lauksaimniecības zinātņu kandidāta grāda iegūšanai.

Atminoties V. Gaujera darbību Priekuļu Selekcijas stacijā, jāatzīmē tās vērienīgums un mūsdienīgums. Viņā apvienojās prasme vadīt un organizēt, ass prāts, mērķtiecība un milzīgas darba spējas. V. Gaujers aktīvi izvērsa sadarbību ar laukaugu selekcijas un augu aizsardzības institūtiem, selekcijas stacijām visā Padomju Savienībā. Kartupeļu šķirnes 'Priekuļu Visagrie' un 'Laimdota' tolaik pazina visā valstī, sākot no Baltijas jūras līdz Sahalīnai. Gaujera teikto vārdu uzklausīja dažādās konferencēs un sanāksmēs, kur tikās kartupeļu audzētāji no dažādām republikām. Selekcionārs, pateicoties labajām valodu zināšanām, uzturēja sakarus ne tikai ar Padomju Savienības kartupeļu speciālistiem, bet arī ar zinātniekiem kartupeļu institūtā Vācijā. Pieredzes apmaiņas braucienu laikā smeltās atziņas tika ieviestas arī pašu mājās. Pēc brauciena uz Vāciju līdzīgas laboratorijas, pagrabu un siltumnīcas uzcēla arī Priekuļos.

Ar V. Gaujera līdzdalību izaudzētas un reģistrētas kartupeļu šķirnes 'Laimdota', 'Agrie Dzeltenie', 'Izstādes', 'Vita', 'Astra', 'Madara', 'Sarmiņa', 'Lauma', 'Zīle' un 'Bete'.

Pētījumu rezultāti un darbā gūtā pieredze apkopota un publicēta vairāk nekā 100 zinātniskos un populāri zinātniskos rakstos. Vilis Gaujers sarakstījis virkni grāmatu un brošūru − "Agrīno kartupeļu audzēšana" (1956), "Kartupeļu šķirnes" (1962), "Kartupeļi" (monogrāfija, 1969), "Kartupeļu mehanizētās audzēšanas tehnoloģija" (sastādītājs, 1980), "Kartupeļu šķirnes un selekcija" (1983) un citas. Liels un nozīmīgs darbs paveikts kartupeļu audzēšanas un uzglabāšanas problēmu risināšanā, lasītas vairāki simti lekciju sanāksmēs, konferencēs, kursos, radio un televīzijā. Vilis Gaujers vienmēr atbalstīja jaunas idejas, bija atsaucīgs pret jaunajiem zinātniekiem. Īpaši nozīmīga viņam šķita iespēja kartupeļu sēklas materiālu atveseļot ar meristēmu metodi, jo ar tradicionālo klonu izlasi vien dažas šķirnes bija ļoti grūti saglabāt veselas. Aizejot no aktīvā selekcijas darba, daudz pūļu tika veltītas selekcijas stacijas vēstures apkopošanai, muzeja izveidei.

V. Gaujers miris 1986. gada 30. augustā, būdams pilns enerģijas un darba spara. Viņa atdusas vieta ir Priekuļu kapos, bet piemiņas vieta ozolu paēnā, pateicoties Cēsu rajona Agronomu biedrībai, iekārtota arī pie dzimtajām mājām Zosēnu pagasta Ķencos.

Agroresursu un ekonomikas institūta Laukaugu selekcijas un agroekoloģijas nodaļas vadītāja Dr. agr. I. Skrabule.

Vecākajai pasniedzējai, lauksaimniecības zinātņu kandidātei Valentīnai Ancānei – 110

Valentīna Ancāne bija pļavkopības kursa pasniedzēja, viņa lasīja lekcijas un vadīja praktiskos darbus Agronomijas, Zootehnikas, Lauksaimniecības ekonomikas un Neklātienes fakultātes studentiem. Strādājot vienā laikā ar izcilo pļavkopības profesoru Viktoru Tēraudu, viņa veica pētījumus par kultivēto ganību ražības celšanas iespējām. MPS "Vecauce" viņa izstrādāja disertāciju par siera amoliņa (*Trigonella coerulea*) audzēšanu sierniecībai Latvijas PSR apstākļos.

V. Ancāne dzimusi Latgalē, Dagdā, absolvējusi Subates ģimnāziju. Turpmākais dzīves posms bija traģisks, vācu okupācijas laikā viņa tika ieslodzīta Salaspils koncentrācijas nometnē. Pēc Otrā pasaules kara viņa atrada spēku un iespējas studijām, 1951. gadā pabeidzot Agronomijas fakultāti, uzreiz pēc tam Valentīna turpināja studijas aspirantūrā, bet no 1952. gada Augkopības katedrā sāka veikt pedagoģisko darbu. Mērķtiecīgs un neatlaidīgs darbs rezultējās ar zinātņu kandidātes grāda ieguvi 1955. gadā un 6 zinātniskajiem darbiem turpmākajos gados, vadīti arī vairāki studentu noslēguma darbi. V. Ancāne pensionējās 1977. gadā.

Informāciju sagatavoja Dz. Kreišmane.

ATVADĪJĀMIES

Pieminam Martu Liepnieci

Marta Liepniece dzimusi 1950. gada 27. jūlijā Rīgā. Pēc Bulduru Dārzkopības sovhoztehnikuma absolvēšanas no 1971. līdz 1980. gadam strādāja padomju saimniecībā "Aloja" par dārznieci un agronomi – agroķīmiķi. Izglītošanos Marta turpināja Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā (LLA) ar jau iegūtu praktiska darba pieredzi – 1980. gadā viņa ieguva agronoma – dārzkopja izglītību, bet 1980.–1984. gadā studēja LLA aspirantūrā.

1984. gadā viņa uzsāka zinātnieces gaitas toreizējā LLA. Zinātniskā darba pirmajos gados daudz darba un aizrautības Marta ieguldīja Latvijas vietējās dzērveņu domestikācijas darbā, bet vēlāk pievērsās Amerikas lielogu dzērveņu un krūmmelleņu introdukcijai un Latvijas apstākļiem piemērotu šo kultūraugu audzēšanas tehnoloģiju izstrādei. To audzēšanas straujā attīstība Latvijā ir saistāma tieši ar pētnieku grupas, kuras sastāvā bija Marta Liepniece, ilggadējiem pētījumiem dažādu projektu un līgumpētījumu ietvaros.

Vēlāk Martas zinātniskās intereses tika papildinātas ar biškopību, kur viņa veica pētījumus saistībā ar Latvijas vietējās medus bites populācijas saglabāšanu, instrumentālo apsēklošanu, ziemošanu, barības bāzi, varrozes izplatību, neatstājot novārtā arī kukaiņu izmantošanu augu apputeksnēšanā. Dārzkopības pētījumos gūtās ilggadējās pieredzes apvienošana ar biškopību ļāva Martai kļūt par atzītu ekspertu nektāraugu daudzveidībā un audzēšanā. Biškopības jomā daudz pētījumu tika veikti sadarbībā ar Latvijas Biškopības biedrību.

Darbojusies vairākos starptautiskos projektos (kopā ar LLU Informācijas tehnoloģiju fakultātes pētniekiem par informācijas tehnoloģiju izmantošanu biškopībā; kopā ar Lauksaimniecības un Vides un būvzinātņu pētniekiem un kolēģiem par augļaugu audzēšanas tehnoloģijām un degradēto teritoriju reģenerāciju pārrobežu reģionu ilgtspējīgai attīstībai), kuros sniegusi arī ieguldījumu starptautiskā sadarbībā. Pētījumu rezultāti ir publicēti vairāk nekā 30 publikācijās un prezentēti vairāk nekā 40 zinātniskās un praktiskās konferencēs.

Jau strādādama zinātnisko un laboranta darbu, Marta vienmēr bija iesaistīta studentu apmācībā un kopš 2005. gada vadīja nodarbības gan dārzkopībā, gan arī biškopībā. Viņas vadītās nodarbības vienmēr bija interesantas un praktiskas, studentus rosināja domāt pašiem un kritiski vērtēt informāciju. Viņa allaž bija atsaucīga un gatava veltīt laiku un uzmanību studentu uzdotajiem jautājumiem, studentu pētījumu vadīšanai un konsultēšanai. Marta vadījusi vairāk nekā 20 bakalaura vai kvalifikācijas darbus, bijusi konsultante maģistra darbu izstrādē.

Marta aktīvi piedalījās arī mūžizglītības procesā, apmācot interesentus par biškopību, bioloģisko lauksaimniecību (dārzkopību un biškopību), ārstniecības augiem un garšaugiem, nektāraugiem u. c. tēmām, tādējādi sniedzot būtisku ieguldījumu lauku attīstībā, lauku dzīvesveida popularizēšanā un latviskās dzīvesziņas saglabāšanā. Viņa regulāri piedalījās sabiedrības informēšanas, lauku dzīvesveida un lauksaimniecības izglītības un zinātnes popularizēšanas pasākumos, piemēram, "Zinātnieku naktīs", biškopju vasaras saietos, izzinošās aktivitātēs skolēniem un citos pasākumos, turklāt vienmēr prata aizraut un ieinteresēt klausītājus un apmeklētājus.

Uzteicamas bija Martas darbaspējas un atsaucība, viņa bieži ieteica neparastas idejas pētījumiem un vienmēr bija gatava atbalstīt kolēģu zinātniskās idejas, izteica noderīgus priekšlikumus pētījumu un studiju darba uzlabošanai, turklāt bija gatava praktiski palīdzēt pētījumu īstenošanā, nežēlojot savu enerģiju un brīvo laiku. Tieši Martas aizrautība un optimisms palīdzēja uzsākt un īstenot daudz dažādu aktivitāšu un pētījumu fakultātē.

Marta Liepniece par ieguldījumu pedagoģiskajā un zinātniskajā darbā, kā arī ieguldījumu jauno speciālistu sagatavošanā apbalvota ar LLU Pateicības rakstiem, Zemkopības ministrijas Atzinības rakstu un LLU rektora Pateicības rakstu "Par ilggadēju pedagoģisko un zinātnisko darbību un izcilu devumu profesionālu speciālistu sagatavošanā Latvijas Lauksaimniecības universitātē".

Marta Liepniece devās mūžībā 2020. gada 22. jūlijā.

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts, Kaspars Kampuss.

Pieminam vadošo pētnieci, Dr. oec. Ligitu Meleci
(13.03.1950.–01.11.2020.)

Visi kolēģi atzīst, ka Ligitas enerģija bija neizmērojama, tomēr 2020. gada rudenī, vēl esot aktīvai zinātniecei, noslēdzās viņas dzīves ceļš.

Ligita Melece (Mikaine) dzimusi 1950. gadā Rīgā. Pamatizglītību ieguva Rīgas 49. vidusskolā, vidējo izglītību – Rīgas 3. vidusskolā. Jau kopš vidusskolas Ligita dienā mācījās, bet vakaros un brīvdienās strādāja Bioķīmisko preparātu rūpnīcā. 1976. gadā tika pabeigtas studijas Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē un iegūta kvalifikācija – biologs, bioloģijas un ķīmijas pasniedzējs. No 1979. līdz 1983. gadam Ligita mācījās Vissavienības Augu aizsardzības institūta neklātienes aspirantūrā Sanktpēterburgā (Ļeņingradā). Laikā no 1972. līdz 1981. gadam Ligita izmēģināja spēkus kā laborante vairākās darbavietās – gan Vissavienības Augu aizsardzības institūta Baltijas filiālē, veicot lauku izmēģinājumus, gan Bioloģijas institūtā, piedaloties pētījumos un ekspedīcijās, gan parfimērijas un kosmētikas rūpnīcā "Dzintars", sniedzot savu ieguldījumu kosmētisko līdzekļu sastāva uzlabošanā. 1981. gadā viņa atgriezās Augu aizsardzības institūtā kā jaunākā zinātniskā līdzstrādniece. 1986. gadā sāka strādāt Valsts zinātniskajā un ražošanas apvienībā "Ražība" par galveno agroķīmiķi, vienlaikus bija arī zinātniskā sekretāre. Ligita Melece 1990. gadā uzsāka darba gaitas Latvijas Valsts agrārās ekonomikas institūtā, kopš 2016. gada Agroresursu un ekonomikas institūtā.

Lai gan augstākā izglītība un sākotnējie pētījumi Ligitai bija saistīti ar dabas zinātnēm, taču pētnieciskajā darbā viņa iesaistījās gan dabas, gan sociālo zinātņu pētījumos, un 2004. gadā iegūtais Ekonomikas doktores zinātniskais grāds apliecina viņas plašās zināšanas, augsto intelektu un apbrīnojamās darba spējas. Ligitas Meleces ieguldījums un darbs mērāms lielos skaitļos pētījumu un publikāciju skaita ziņā, kā arī aktīvā iesaistē akadēmiskajā dzīvē. Aiz sevis Ligita ir atstājusi ap 300 publikāciju. Pēdējā desmitgadē to skaits, kuras indeksētas "Scopus" un "Web of Science" datu bāzēs, sasniedz 60 publikācijas. Tāpat Ligita ir vairāku monogrāfiju līdzautore. Galvenās tēmas, par kurām viņa publicējusi savus pētījumus pēdējos 20 gados, ir pārtikas kvalitāte un tās vadība, klimata pārmaiņas, SEG un amonjaka emisijas, kūtsmēslu apsaimniekošana, bioenerģija, aprites un zaļā ekonomika, bioloģiskā lauksaimniecība, ekosistēmu pakalpojumi, inovācijas, vietējās pārtikas ķēdes u. c. Ligita vairākus gadus bija pasniedzēja un asociētā profesore Vidzemes Augstskolā.

Ligita aktīvi iesaistījās Latvijas zinātniskajā dzīvē, viņa bija akadēmiķe Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijā, Latvijas Zinātnes padomes Zinātniskās ekspertīzes komisijas locekle, Latvijas Zinātnes padomes eksperte, LLU Agrārās ekonomikas un Reģionālās ekonomikas apakšnozaru promocijas padomes locekle, Ziemeļvalstu Lauksaimniecības zinātnieku asociācijas Latvijas nacionālās biedrības (NJF Latvija) biedre. 2017. gadā Ligita saņēmusi Zemkopības ministrijas augstāko apbalvojumu – medaļu "Par centību".

AREI zinātnieku kolektīvs zaudējis vadošo pētnieci, kura bija tāda ne tikai šī vārda akadēmiskā amata nozīmē, bet gan visā savā būtībā, jo Ligita institūtā bija ilggadēja Zinātniskās padomes priekšsēdētāja, zinātniskās darbības vadītāja un līdere zinātniskajos sasniegumos. Viņas izvirzītā latiņa ir augsta, un viņas paveiktais darbs kalpo par piemēru pārējiem zinātniekiem, jo īpaši jaunajiem, pret kuriem viņa vienmēr bija atvērta, bet vienlaikus arī prasīga un objektīva. Ligita, runājot par jebkuru tēmu, allaž spēja saglabāt kopainu un pieturēties pie hierarhiskas struktūras – virzībā no vienkāršā uz sarežģīto, no mikrolīmeņa uz makrolīmeni. Ligita bija īpaša un neatkārtojama, viņai piemita spēja nebūt vienaldzīgai. Ligitas latviešu cilvēkam neraksturīgais temperaments telpā uzreiz ienesa dzīvību, iedvesmojot un rosinot diskusijas, kuru tēmās viņa vienmēr bija iedziļinājusies un tām sagatavojusies ar lielu atbildības sajūtu. Pati Ligita par sevi reiz sacījusi, ka esot haotiskā perfekcioniste. Viņas gādību un rūpes izjutuši vairāki jaunie zinātnieki, kuri Ligitai var teikt "lielu paldies" par zinātnisko skološanu un iegūtajiem doktora grādiem. Tāpat Ligitai piemita liels cilvēciskums, viņa iedrošināja, deva padomus gan saistībā ar ikdienas dzīvi, gan dalījās ar savu zinātnieces pieredzi.

Patiesā cieņā, kolēģi Agroresursu un ekonomikas institūtā.

Pēteris Lakovskis, Agroresursu un ekonomikas institūts (AREI), Bioekonomikas nodaļa.

Zinātniski praktiskās konferences
Līdzsvarota lauksaimniecība
RAKSTI
Jelgava, 2021
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Latvijas Agronomu biedrība
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija

Latvijas Lauksaimniecības universitātes
Lauksaimniecības fakultātē
Lielajā ielā 2, Jelgava, LV–3001
Tālr.: +371 63005634
E-pasts: ingrida.augspole@llu.lv

Konference notika 2021. gada 25. un 26. februārī, Latvijas Lauksaimniecības universitātē, Lauksaimniecības fakultātē, Jelgavā, Lielā ielā 2.

Konferences sponsors:

SCANDAGRA