

Latvijas Lauksaimniecības universitātes
Lauksaimniecības fakultātes
Latvijas Agronomu biedrības un
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas
organizētās zinātniski praktiskās konferences

LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

RAKSTI

*Proceedings of the Scientific and Practical Conference
Harmonious Agriculture*

Jelgava 2015

UDK 63(062.537)

Rakstu zinātniskā komiteja (redkolēģija) *Scientific Committee*

Vadītājs:	Aldis Kārklīšs, Dr. habil. agr.	Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Vietniece:	Edīte Kaufmane, Dr. biol.	Latvijas Valsts augļkopības institūts
Dalībnieki:	Līga Lepse, Dr. agr.	SIA „Pūres Dārzkopības pētījumu centrs”
	Daina Jonkus, Dr. agr.	Latvijas Lauksaimniecības universitāte
	Ināra Turka, Dr. habil. agr.	Latvijas Lauksaimniecības universitāte
	Ilze Skrabule, Dr. agr.	Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts
	Sanita Zute, Dr. agr.	Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts
	Iveta Gūtmane, Dr. agr.	LLU aģentūra „Zemkopības zinātniskais institūts”

Organizācijas komiteja *Organizing Committee*

Dr. agr. Dzidra Kreišmane (vadītāja)
Dr. agr. Dace Šterne, Mg. agr. Renāte Sanžarevska, Dr. agr. Daina Jonkus,
Dr. agr. Kaspars Kampuss, Mg. agr. Elita Aplociņa, Mg. agr. Indulis Melngalvis

Recenzenti *Reviewers*

Dr. biol. Ina Alsiņa, Dr. agr. Maija Ausmane, Dr. agr. Antra Balode, Dr. biol. Biruta Bankina,
Dr. agr. Andris Bērziņš, Dr. agr. Lilija Degola, Dr. agr. Zinta Gaile, Dr. agr. Daina Jonkus,
Dr. agr. Kaspars Kampuss, Dr. agr. Daina Kairiša, Dr. habil. agr. Aldis Kārklīšs,
Dr. agr. Dzidra Kreišmane, Dr. agr. Dainis Lapiņš, Dr. agr. Ināra Līpenīte,
PhD Inga Moročko-Bičevska, Dr. agr. Gundega Putniece, Dr. habil. agr. Antons Ruža,
Mg. agr. Anda Rūtenberga-Āva, Mg. agr. Irina Sivicka, Dr. agr. Dace Šterne, Dr. agr. Aiga Trūpa,
Dr. habil. agr. Ināra Turka, Dr. agr. Roberts Vucāns

Literārie redaktori *Language editors* Baiba Īvāne-Kronberga latviešu valoda,
Inese Ozola – angļu valoda

Maketēja *Page layout by* Dr. agr. Dace Šterne

Vāka dizains *Cover design by* Everita Pļavniece

Konference notika 2015. gada 19. un 20. februārī, Latvijas Lauksaimniecības universitātē,
Lauksaimniecības fakultātē, Jelgavā, Lielā ielā 2.

The Conference was held on February 19–20, 2015, at the Faculty of Agriculture, Latvia University of Agriculture, Jelgava, Latvia.

© Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 2015 *Latvia University of Agriculture, 2015*

ISBN 978-9984-48-176-0

JAUNĀKAJĀM ZINĀTNES ATZIŅĀM JĀIENĀK STUDIJU PROCESĀ UN LATVIJAS LAUKOS



Mūsdienās lauksaimniecības preču tirgus kļūst arvien globālāks, un ir svarīgi, lai mēs izmantotu katru iespēju paplašināt un stiprināt lauku ekonomiku un spētu paaugstināt konkurētspēju kā iekšējā, tā ārējā tirgū. Zinātniekiem lauksaimniecības jomā jāpievēršas jauniem problēmjautājumiem, kas saistīti ar kvalitatīvas un veselīgas pārtikas nodrošinājumu, efektīvu un ilgtspējīgu dabas resursu izmantošanu, vides jautājumiem un lauku ekonomiskās dzīvotspējas uzlabošanu.

Kā vienīgajai universitātei Latvijā, kas sagatavo jaunos speciālistus lauksaimniecības, veterinārmedicīnas un mežsaimniecības jomās, apzināties, ka viens no mūsu tiešajiem uzdevumiem ir veicināt zināšanu pārnesi un inovatīvu ideju iedzīvināšanu lauksaimniecībā, sekmējot inovatīvu saimniekošanu un tehnoloģisko iespēju mācīšanu ilgtspējīgai saimniekošanai laukos. Mūsu zinātnieki ir tie, kuri spēj šīs zināšanas radīt un aprobēt, kā arī sniegt tās ne tikai studentiem, maģistrantiem, doktorantiem, bet arī zemniekiem, lauku uzņēmējiem un investoriem.

Mēs esam lepnī, ka 2015. gadā viena no pieprasītākajām studiju programmām LLU bija tieši lauksaimniecība un veterinārmedicīna – jaunieši grib iegūt zināšanas šajās jomās, jo saskata Latvijas lauksaimniecībai nākotnes perspektīvas. LLU šobrīd studē 430 topošie lauksaimniecības speciālisti, no tiem 363 pamatstudijās, 37 maģistrantūrā un 30 doktorantūrā – tie būs jaunie agronomi, zootehniķi, uzņēmēji un zinātnieki.

Izaicinājums universitātei 2015. gadā būs zinātnisko institūciju reorganizācija institucionālās kapacitātes stiprināšanai ar mērķi veicināt Latvijas zinātnisko institūtu resursu konsolidāciju, lai intensīvāk iesaistītos starptautiskajā zinātniskajā aprītē. LLU Lauksaimniecības tehnikas zinātnisko institūtu integrēsim universitātes Tehniskajā fakultātē, Zemkopības zinātniskais institūts kļūs par LLU struktūrvienību. Ārpus LLU esošie institūti reorganizēsies un izveidos 2 jaunus spēcīgus institūtus: *Bioresursu un ekonomikas pētniecības institūtu* (apvienojoties Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtam, Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtam, SIA „Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs”, Latvijas Valsts agrārās ekonomikas institūtam) un *Dārzkopības institūtu* (apvienojoties Latvijas Valsts augļkopības institūtam, Pūres Dārzkopības pētījumu centram, ZS „Vīnkoki”), kuri nonāks LLU pārraudzībā. Šīs izmaiņas ir izaicinājumu pilnas, bet nesīs virkni ieguvumu gan universitātei, gan arī institūtiem, jo būs iespējama labāka un koordinētāka sadarbība starp zinātniekiem un esošās materiāli tehniskās bāzes izmantošana, lai nozares zinātnieki kļūtu atpazīstami un pieprasīti ne tikai Latvijā, bet arī ārpus tās robežām.

Mūsu Lauksaimniecības fakultātes zinātnieki aizvadītajā gadā veikuši nozīmīgus pētījumus, piedalījušies konferencēs un sagatavojuši starptautiski citētas publikācijas. Apstāties nedrīkst, un šāda ikgadējā zinātniski praktiskā konference ir lieliska iespēja mācīties un iedvesmoties no saviem kolēģiem, apmainīties ar idejām un zinātniskajām atziņām. Lai konference sniedz iedvesmu, atgriežoties ikdienas gaitās, lai esat atguvuši spar un ierosmi jauniem darbiem. Tikai zinātnē balstīta augstākā izglītība nesīs attīstību universitātei un Latvijas laukiem kopumā!

Irina Pilvere, Dr. oec., Latvijas Lauksaimniecības universitātes rektore

PRAKSES UN TO LOMA AUGSTĀKĀS IZGLĪTĪBAS LAUKSAIMNIECĪBĀ IEGUVĒ



Latvijā katram ir skaidrs, ka studēt lauksaimniecību tikai teorētiski, bez saskarsmes ar praksi, nav iespējams. Lauksaimniecības fakultāti beigušam speciālistam, vienalga, kuru specializācijas virzienu viņš būtu izvēlējis (agronoms ar specializāciju laukkopībā vai dārzkopībā, vai ciltslietu zootehniķis, vai lauksaimniecības uzņēmuma vadītājs), būs jāstrādā ar dabas veidotiem ražošanas resursiem: zemi kā galveno ražošanas līdzekli, augiem, dzīvniekiem, mikroorganismiem un galu galā – jāspēj organizēt cilvēku darbs. Tas viss prasa plašas teorētiskas zināšanas un zināmu personisko briedumu. Ne velti darba devēju paziņojumos par vakancēm vienā vai otrā vietā parādās prasība: „vēlama (dažkārt pat – obligāta) darba pieredze piedāvātajā jomā”.

Kur ņemt darba pieredzi tikko universitāti beigušam speciālistam? To var sniegt tikai darbs specialitātē, un tas nozīmē, ka nozarē jābūt uzņēmējiem, kas ir gatavi sākotnēji strādāt kopā ar maz pieredzējušu darbinieku, kas var arī kļūdīties, lai pamazām veidotu šo cilvēku par to nobriedušo un ar pieredzi apveltīto speciālistu, kāds uzņēmumā vajadzīgs. Bez nozares labvēlīgas iesaistīšanās tas nav iespējams, jo universitāte viena pati nevar nodrošināt studējošajiem gan teorētisko, gan praktisko bagāžu. Ikvienam no mums ir jāatceras, cik nobrieduši un pieredzējuši bijām mēs paši, tikko no augstskolas sola nākuši, vai tiešām nekad nepieļāvām kļūdas, vai tiešām uzreiz saredzējām, kur praksē noder viss teorētiski apgūtais? Un ir vienalga, vai mēs runājam par agrāk Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā sagatavotajiem agronomiem un zootehniķiem vai par LLU Lauksaimniecības fakultātē sagatavotiem speciālistiem. Jaunieši visos laikos ir jaunieši, un vienmēr ir bijuši gan čakli studenti, gan sliņķi. Darba devējiem jāatgādina, ka sekmes mūsdienās vērtē 10 ballu skalā, kur 4 ir minimālā sekmīgā atzīme. Ja vēlaties noskaidrot potenciālā darba ņēmēja teorētisko bagāžu – atliek tikai darba intervijā lūgt uzrādīt diploma pielikumu ar sekmju izrakstu.

Protams, tiem darba devējiem, kam ir vairāk naudas, visvieglāk ir „pārpirt” citā uzņēmumā, mācību saimniecībā, pētnieciskā institūtā kādu laiku pastrādājušu jauniešu, kurš varbūt pat jau ir paspējis iegūt maģistra grādu un labi parādījis sevi nozarē. Tā ir garantija, ka jaunais speciālists ir „lietas koks” un sākotnējās darba pieredzes došanā vairs nav jāiegulda. Mazāk riska uz citu rēķina.

Lauksaimniecības fakultātes (LF) vadība un Studiju Metodiskā komisija par teorijas un prakses saistību, par izglītības ciešo saistību ar lauksaimniecības nozari, par nozares vajadzībām un vēlmēm ir daudz debatējusi un nonākusi pie turpmāk aprakstītiem rezultātiem. Jau pirms 2010. gada bija skaidrs, ka Latvija ir pārāk maza valsts, lai augstākajā lauksaimniecības izglītībā nodalītu tos, kas izvēlas akadēmisko karjeru no tiem, kas strādās nozarē, tādēļ tika izveidota programma, kas absolventam dod gan bakalaura grādu, gan profesionālo kvalifikāciju, kuras ieguvei, savukārt, ir paredzēta apjomīga prakse, t. sk. ilga ražošanas prakse. Detalizēti profesionālā bakalaura programmas nepieciešamība un izveide aprakstīta LF, LAB un LLMZA organizētās konferences „Lauksaimniecības zinātne veiksmīgai saimniekošanai” (2013. gada 21.–22. februārī) rakstu krājumā (Gaile Z. Augstākās lauksaimniecības izglītības kvalitāte 150 gadu gaismā. 4.–8. lpp.).

Ir veltīgi domāt, ka augstskolu absolventu „pieredzes problēma” skar tikai un vienīgi mūs Latvijā. Diskusijās ar citu valstu studentiem, kas LF ierodas ERASMUS apmaiņas studiju ietvaros (piem., 2014./2015. studiju gadā šādas diskusijas notika ar studentiem no Portugāles), esam secinājuši, ka arī citur darba devēji pieprasa darba ņēmējam darba pieredzi. Portugālē izglītības sistēma, sekojot Boloņas deklarācijai par Eiropas vienotās augstākās izglītības telpas veidošanu, veidota pēc principa 3 + 2, t. i., 3 gadi bakalaura studiju plus 2 gadi maģistra studijas. Studenti žēlojas, ka bakalaura studiju programmā prakse nav paredzēta, pēc diploma iegūšanas pieredzes nav un rezultātā darbu ir ļoti grūti, gandrīz neiespējami atrast. Lauksaimniecības studenti no Portugāles bija ļoti apmierināti ar to, ko viņu izvēlēto kursu ietvaros no praktiskās ražošanas varējām parādīt Latvijā. Līdzīgi šī prakses neesamības problēma augstākās izglītības sistēmā tika aktualizēta 2015. gada 5. janvāra LTV raidījumā „Aizliegtais paņēmiens”, kur Eiroparlamenta deputāte Inese Vaidere uzsvēra, ka mazāks jauniešu bezdarbs vērojams valstīs (piem., Vācijā), kur

ir tā saucamā duālās izglītības sistēma, kas nodrošina profesionālās kvalifikācijas iegūšanu, kas, savukārt, nav iespējama bez prakses. I. Vaidere puda viedokli, ka pašreizējā Eiropas augstākās izglītības sistēma neveicina bezdarba mazināšanos jauniešu vidū un izglītības sistēmu noteikti gaida reformas.

Te nu jāsaprot, ka LF jau ātrāk saprata, ka mūsu jomā jāveido „duālās izglītības” (citi to sauc par „lietussarga” programmu) programma lauksaimniecībā, kas nodrošinātu profesionālā bakalaura grādu un arī vienu profesionālo kvalifikāciju (skat. raksta sākumā), ietverot apjomīgu praksi. Tāpēc, atbilstoši 2010. gadā spēkā esošajam profesionālās augstākās izglītības standartam un pamatojoties uz atbilstošajiem profesiju standartiem, izveidoja programmu, kurā prakse ir 26 kredītpunkti (KP) (t. i., 26 nedēļas), no kuriem 7 KP (7 nedēļas) ir dažādas mācību prakses tiešā mācībspēka vadībā, bet 19 KP ir profesionālā prakse lauksaimniecības uzņēmumos (studējošais apgūst ar profesiju saistītās pamatprasmes, mācībspēka līdzdalība organizatoriska un konsultējoša, ir apstiprināts prakses vadītājs uz vietas prakses uzņēmumā). Turklāt, lai iegūtā pieredze būtu plašāka, LF profesionālo prakšu programmas paredz, ka 19 KP ietvaros ir jāpraktizējas divos uzņēmumos un prakses pārskatā jāspēj tos salīdzinoši analizēt. Pirmo reizi atbilstoši jaunās programmas prasībām nu jau absolvējušie agronomi un ciltslietu zootehniķi ražošanas praksi izgāja 2013. gadā, bet visi topošie speciālisti (agronomi, ciltslietu zootehniķi, lauksaimniecības uzņēmumu vadītāji) – 2014. gadā. Prakses atskaites 2015. gada janvārī ir aizstāvētas, vērtējums saņemts, aptauja par praksi veikta – nu ir laiks kopsavilkumam.

Vispirms mazliet analizēšu **mācību prakses**. Jau pirmā kursa pirmajā semestrī 1 KP apjomā LLU mācību un pētījumu saimniecībā „Vecauce” notiek mācību prakse „Praktiskā lauku saimniecība”, kur daudznazaru lauksaimniecības uzņēmumā studentus iepazīstina ar dažādu lauksaimniecības nozaru funkcionēšanu, savstarpējo saistību, ražošanas tehnoloģiskiem procesiem, lauksaimniecības uzņēmuma vadību. Šī prakse ir cieši saistīta ar studiju kursu „Lauksaimniecības resursi” un jau daļēji nostiprina tur sniegtās teorētiskās zināšanas. Neskatoties uz to, ka 54 pirmā kursa studenti atzīmē, ka izvēlējušies studijas Lauksaimniecības fakultātē tāpēc, ka jau tagad ir saistīti ar lauksaimniecību, t. i., viņiem jau ir priekšstats par nozari, tomēr par šo praksi saņemtas pārsvarā cildinošas atsauksmes. Studenti atzīst, ka prakses dienas bijušas noslogotas un viņi daudz uzzinājuši par tehnoloģijām, uzņēmuma vadību, guvuši ieskatu, kā darbojas visas nozares kopumā. Protams, ir arī sava daļa kritikas, piemēram, jādodomā par noteiktiem uzdevumiem un grupu darbu, tika izteikta vēlme vairāk darboties pašiem un mazāk skatīties, bet kopumā – vairāk redzēt procesus, nevis klausīties par tiem auditorijā.

Otrajā semestrī „Lauksaimniecības pamatu” praksē (2 KP) studenti turpina nostiprināt gan kursā „Lauksaimniecības resursi”, gan citos studijuursos gūtās zināšanas un daļēji sagatavojas turpmāk studiju laikā veicamajiem praktiskajiem darbiem. Studenti lauka apstākļos iepazīst galvenās augu sugas un to morfoloģiju, t. sk. laukaugus, dārzaugus un nezāles; veic nezāļu uzskaiti, novērtē augsnes pamatīpašības un augsnes apstrādes kvalitāti. Praktiskanti iepazīst lauksaimniecības tehniku un tās lietošanu, apgūst traktorvadīšanas pamatiemaņas. Studenti arī izvērtē lopkopībā pielietotās tehnoloģijas. Botānikā ir jāsapratavo herbārijs.

Ceturtajā semestrī „Agronomijas” praksē (3 KP) studenti nostiprina kursus „Augsnes zinātne”, „Augu fizioloģija”, „Dzīvnieku fizioloģija”, „Pētījumu metodika” gūtās zināšanas, kā arī sagatavojas dzīvnieku ēdināšanas un audzēšanas apguvei turpmāk. Daļā trīs nedēļu prakses tiek organizēti mācību izbraukumi uz lauksaimniecības uzņēmumiem un zinātniskās pētniecības institūcijām, kuru laikā jāizpilda prakses programmā paredzētie uzdevumi konkrētu jautājumu izziņāšanai šajos uzņēmumos.

Mācību praksēs „Laukkopība”, „Dārzkopība”, „Lopkopība” un „Uzņēmējdarbība lauksaimniecībā” (1 KP, 6. semestrī) studenti tiek iepazīstināti ar daudzveidīgu lauksaimniecības uzņēmumu klāstu atbilstoši specializācijas virzienam (izvēloties nozares konkurētspējīgākos uzņēmumus, konsultatīvo sistēmu, kooperatīvus, zinātniskās institūcijas utt.). Studentiem tiek doti konkrēti uzdevumi, kas jāizpilda uzņēmuma apmeklējuma un iepazīšanas gaitā. Šīs prakses laikā studenti tiek arī sagatavoti turpmākajām profesionālajām praksēm, tiek izskaidrota programma, doti un izskaidroti praktiski uzdevumi, piemēram, agronomiem jāsavāc kultūraugu kaitēkļu un slimību kolekcijas, uzņēmējiem – jāvērtē uzņēmumu saimnieciskā darbība, jāvērtē augu aizsardzības līdzekļu lietošanas nepieciešamību u. tml.

Vairums studentu 2014. gada aptaujā atzina, ka mācību prakšu sadalījums pa studiju gadiem ir labs vai apmierinošs un praksēs apgūstamais atbilst profesionālā bakalaura studiju programmai. Arī sadarbību ar praksi vadošo mācītspēku studenti atzina par labu. Protams, bija arī kritiskas piezīmes, piemēram, tika rosināts nodrošināt lielāku prakšu saimniecību daudzveidību un izskaust saimniecību atkārtoto divās secīgās mācību praksēs (pēc otrā un trešā kursa). Studenti vēlējas vairāk praktiski veicamu, konkrētu uzdevumu, t. sk. problēmsituāciju risināšanu. Līdzīgs vērtējums no 4. kursa studentiem par praksēm visā studiju laikā saņemts arī 2015. gadā. Jaunieši, kas studē agronomiju, vēlētos, lai prakses aptver visu veģetācijas periodu. Jāatzīst, ka mācību prakses notiek maijā un jūnijā, kad uz lauka visu nepieciešamo nav iespējams apgūt. Šāda darba organizācija saistīta ar normatīvajos aktos noteikto studiju gada ilgumu un prasību studentiem nodrošināt vasarā brīvlaiku divus mēnešus. Pēc karstām diskusijām esam nodrošinājuši iespēju elastīgāk plānot profesionālās prakses: tā, lai agronomi praksē būtu nevis novembrī vai decembrī, bet gan veģetācijas perioda laikā.

Profesionālā prakse 19 KP apjomā tiek organizēta ar mērķi nodrošināt profesiju standartā definēto iemaņu un prasmju apguvi. Tā tiek organizēta 2 daļās: 1. daļa – 3 KP, 2. daļa 16 KP, studentiem izvēloties 2 prakses vietas. Profesionālās prakses laikā studenti var veikt arī bakalaura darbam nepieciešamos pētījumus vai izmēģinājumus. Iespējamās profesionālās prakses vietas ir lauksaimniecības uzņēmumi, profesionālās organizācijas, ar lauksaimniecības pakalpojumiem saistītās iestādes un Valsts pārvaldes institūcijas, kā arī zinātniski pētnieciskās institūcijas. Studentiem ir iespēja stažēties ārzemēs.

2013. gadā 30 studenti pirmo profesionālo praksi (3 KP) strādāja daudzveidīgos lauksaimniecības uzņēmumos: 14 studenti zemnieku saimniecībās, 11 studenti SIA, pa vienam Lauku atbalsta dienestā, zinātniskā institūtā un individuālā komersanta uzņēmumā. Divi studenti devās uz ārzemēm un praktizējās Slovērijā, Nitrā. Otrajai prakses daļai (16 KP) bija jāizvēlas cits uzņēmums, un 13 studenti izvēlējās zemnieku saimniecības, 14 studenti – SIA, bet 3 studenti zinātniskās pētniecības institūtus. Viens students sadalīja arī šo praksi 2 daļās: praktizējās gan Latvijas uzņēmumā, gan Slovērijā, Nitrā. Zinātniskos institūtus kā profesionālās prakses vietas izvēlas galvenokārt topošie agronomi, jo neatkarīgu lopkopības zinātnisko institūtu Latvijā diemžēl vairs nav. Studentu aptaujas rezultāti liecina, ka uzņēmuma izvēle visbiežāk saistīta ar turpmākās karjeras iespējām. Joprojām svarīga ir arī uzņēmuma atrašanās vieta, kas ir tuvāka viņu dzīves vietai. Lai gan Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs (LLKC) praksēm piedāvā speciāli apstiprinātus uzņēmumus, tomēr 18 jaunieši prakses vietu izvēlējušies pēc draugu vai paziņu ieteikuma, tikai 4 izvēlējušies pēc prakses vadītāja ieteikuma, bet 2 no LLKC piedāvājuma. Jebkurā gadījumā izvēlēta prakses vieta ir jāsaskaņo ar LF atbildīgo prakses vadītāju. Svarīga ir ne vien saimniecības izvēle, bet arī tas, ko students prakses laikā dara, vai var izpildīt prakses programmā paredzēto. Lai arī praksē būtu jāmacās speciālistam nepieciešamās prasmes, tomēr 2013. gadā bija gadījumi, kad prakses laikā LF studentam bija jāveic vienveidīgi strādnieka pienākumi vai arī „students darīja, ko lika”. Priecājamies, ka vairumā gadījumu studenti tomēr prakses pārskatos raksta, ka prakses laikā viņiem tika uzticēti atbildīgi pienākumi, patstāvīgi bija jāveic uzticētais darbs un tika apgūtas arī dažādas praktiskā darba iemaņas. Galvenie studentu ierosinājumi prakses uzlabošanai saistās ar palīdzību labākas prakses vietas meklēšanā un arī vēlmi praksi uzsākt ātrāk pavasarī, lai iekļautos arī sējas darbu sezonā.

2014. gadā profesionālo praksi uzsāka visi 62 pilna laika 3. kursa LF studenti, bet to pabeidza, jau būdami 4. kursā, par 2 mazāk: šie studenti nebija papildējušies izpildīt prakses programmu. Līdzīgi kā iepriekšējā gadā, noteicošais faktors prakses uzņēmuma izvēlē bija tā specializācijas atbilstība studenta turpmākās karjeras izvēlē, 28 jaunieši norāda, ka izvēli iespaidoja iespēja uzņēmumā bez problēmām izpildīt prakses programmu. Tā kā vismaz puse studentu ir iesaistīti ražošanā savu vecāku, savās vai kādam citam piederošās saimniecībās, tad svarīgs faktors prakses uzņēmuma izvēlē arī šajā gadā bija prakses uzņēmuma atrašanās tuvu praktikanta dzīves vietai. Daudzās anketās uzsvērts, ka izvēli noteica labas atsauksmes par prakses uzņēmumu. Diemžēl tāpat kā iepriekš LLKC veidotais prakšu saimniecību saraksts nav galvenais orientieris prakses vietas izvēlē. Vislielākā ietekme šai ziņā bija informācijai, kas saņemta no draugiem un paziņām – tāpat dzīvājam vārdam, kam uzticas vairāk. Vairums jauniešu 2014. gadā praktizējās ZS un SIA, bet 4 bija izvēlējušies kooperatīvās sabiedrības, 9 – valsts iestādes, 6 – zinātniskās institūcijas. Vairums studentu (52 aptaujātie) atzinuši, ka prakses programmā paredzēto varēja

uzzināt un apgūt, taču 20 norādījuši, ka tas bija iespējams tikai daļēji. Šāda atbilde norāda, ka prakses koordinējošiem mācībspēkiem prakses vietas izvēlei jāpievērš vēl lielāka uzmanība. Studenti atzīst, ka profesionālās prakses ir ļoti vajadzīgas un kopumā to norisi vērtē atzinīgi, tomēr daži uzskata, ka prakse ir pārāk gara (2 atbildes), kamēr citi (9 atbildes) – ka tās ilgums ir nepietiekams. Studentu veiktie uzdevumi prakses laikā bija atkarīgi no uzņēmuma un paša praktikanta: daudzi patstāvīgi veica dažādus uzticētus pienākumus, t. sk. atbildīgus, bet bieža atbilde ir arī „darīju, ko lika” un vienā gadījumā atbilde skan – „vienveidīgu praktisku pienākumu izpilde”. Turpmākai prakses organizēšanai daži studenti iesaka, lai 19 KP prakses laikā varētu praktizēties trīs uzņēmumos, citi norāda, ka nekādā gadījumā nedrīkst pieļaut praktizēšanos ģimenei piederošā uzņēmumā. Iesaka arī prakšu koordinatoriem kontrolēt praktikantus un prakses norisi saimniecībās. Kāds vēlas, lai viņam nodrošina prakses iespējas ārzemēs, cits norāda, ka vēlas plašāku informāciju par to, ko no viņa sagaida prakses pārskatā. Šie ieteikumi un aptauja norāda, ka prakses organizāciju iespējams pilnveidot, bet jāstrādā visām trīs pusēm – prakses koordinatoram (izskaidrošana, saimniecības izvēle un kontrole prakses laikā), studentam (uzmanīgāk jāieklausās norādījumos pirms prakses, jāizlasa prakses pilnā programma, lai saprastu, kas veicams) un arī uzņēmējiem, kam pirms līguma parakstīšanas arī būtu jāizlasa prakses programma un jāredz, vai viņš varēs praktikantam nodrošināt tās apguvi, kā arī jāsaprot, ka praktikants no universitātes nav vienkārši lētais darbspēks, kam pietiek ar vienveidīgu strādnieka darbu veikšanu. Vislabākie palīgi šo jautājumu risināšanā ir prakšu vadītāji, kas objektīvi novērtē gan praktikanta spējas, gan arī saimniecības piedāvājumu prakses programmas izpildei.

Aicinu nozares uzņēmējus ne vien kritizēt jauno lauksaimniecības speciālistu paaudzi par pieredzes trūkumu, bet gan ar izpratni iesaistīties kvalitatīvas profesionālās prakses nodrošināšanā topošajiem agronomiem, ciltslietu zootehniķiem un nākamajiem saimniecību vadītājiem!

Zinta Gaile, Dr. agr., LLU Lauksaimniecības fakultātes dekāne

2015. gada 19. februārī, Jelgavā



SATURS

SEG EMISIJAS, TO IEROBEŽOŠANA	11
Kreišmane Dz. Siltumnīcas efekta gāzu emisiju radīto klimata izmaiņu ietekme uz lauksaimniecību un tās pielāgošanās iespējas	11
Lēnerts A. Lauksaimniecība Latvijā: ekonomiskā aktivitāte un siltumnīcefekta gāzu emisijas	18
Līpenīte I., Kārklīšs A. Tauriņziežu audzēšana un vides riski	24
Degola L., Trūpa A., Aplociņa E. Metāna emisijas lopkopības nozarē un to samazināšanas iespējas	37
Špats A. A. Kūdras lauku kaitējumi	40
Lazdiņa D., Rancāne S., Makovskis K. Agromežsaimniecības sistēmu ierīkošanas pirmo trīs gadu pieredze	44
LAUKKOPIĒBA	50
Kārklīšs A. Pasaules augšņu klasifikators – jaunā 2014. gada versija	50
Dubova L., Ruža A., Alsiņa I. Augsnes apstrādes ietekme uz organisko vielu sadalīšanās intensitāti augsnē	54
Bērziņš A., Ruža A., Sprincina A., Grinvalds M., Lankovskis E., Ozols A. Minimālās un tradicionālās augsnes apstrādes ietekme uz kapilāro porainību aramkārtā	58
Līpenīte I., Kārklīšs A., Ruža A. Slāpekļa mēslojuma ietekme uz fosfora izmantošanos ziemas kviešiem	62
Liniņa A., Ruža A. Slāpekļa mēslojuma un meteoroloģisko apstākļu ietekme uz ziemas kviešu graudu fizikālajiem rādītājiem	70
Skudra I., Ruža A. Slāpekļa lietošanas efektivitāte integrētā ziemas kviešu mēslošanā	74
Ausmane M., Melngalvis I., Ruža A. Augsnes apstrādes un augu maiņas ietekme uz ziemas rapša (<i>Brassica napus</i> L.) sējumu nezāļainību	78
Bankina B., Ruža A., Bimšteine G., Neusa-Luca I., Kreita Dz., Katamadze M. Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puve un tās ierosinātāji atkarībā no agrotehniskajiem pasākumiem.....	83
Bankina B., Bimšteine G., Ruža A., Kreita Dz., Katamadze M., Neusa-Luca I. Vasaras kviešu lapu slimību attīstība atkarībā no agrotehniskajiem paņēmieniem	87
Konošonoka I. H., Venta N., Vaivode A., Piliksere D., Legzdiņa L., Kronberga A. Mikotoksīna DON koncentrācijas salīdzinājums vasaras miežu un ziemas tritikāles graudos	91
Strazdiņa V., Fetere V. Kviešu šķirņu ziemcietība, graudu raža un kvalitāte	95
Bērziņš P., Dzene I., Stesele V., Rancāne S. Daudzgadīgo stiebrzāļu ģenētisko resursu uzturēšana, novērtēšana un izmantošana selekcijas darbā	100
Jansone B., Rancāne S., Jansons A., Rebāne A., Jermuša G. Sarkanā un bastarda āboliņu šķirņu izturība kailsala apstākļos 2013.–2014. gada ziemā	108
Maļeckā S., Damškalne M. Nezāļu sugu izplatība graudaugu sējumos Kurzemē	111
Ņečajeva J., Dudele I., Mintāle Z., Isoda-Krasovska A., Čūriške J., Rancāns K., Polis D., Kauliņa I., Morozova O., Spuriņa L. Nezāļu izplatība graudaugu sējumos Latgalē	117
Dubova L., Alsiņa I., Sergejeva D., Briede B., Šenberga A. <i>Rhizobium leguminosarum</i> un <i>Glomus</i> sp. ietekme uz cūku pupu augšanu	121
Treikale O., Vigule Z., Javoīša B., Grantiņa-Ieviņa L., Skrabule I. Patogēnā mikoflora kartupeļu uzglabāšanas periodā	126

DĀRZKOPIĒBA	132
Balode A. Augu augšanas regulatora vitmīns pielietošana liliju (<i>Lilium</i> spp.) selekcijā	132
Augšpole I., Rakčejeva T. Karotinoīdu satura izmaiņas Nantes tipa burkānos (<i>Daucus carota</i> L.) uzglabāšanas laikā	137
Segliņa D., Krasnova I., Olšteine A., Feldmane D. Kopējais fenolu, antocianīnu un tanīnu saturs skābo ķiršu augļos un spiedpaliekās	140
Zeipiņa S., Lapse L., Alsiņa I., Dūma M. Artišoku raža un tās kvalitāte viengadīgā stādījumā.....	144
Volkova J., Juhņeviča-Radenkova K. Ābolu rūgtā puve – dažādi ierosinātāji, divas dažādas slimības	149
Petroveca I., Volkova J., Bankina B. Zemeņu sakņu puves attīstības pakāpe atkarībā no šķirnes	152
Dane S. Slimību attīstība zemeņu un pākšaugu jauktajos stādījumos	156
Volkova J., Vilka L., Rancāne R., Baženova A. Krūmmelleņu slimības Latvijā	159
Šterne D., Cīrša E., Liepniece M., Āboliņš M. Nezāļu ierobežošanas iespējas krūmmelleņu stādījumā	163
Tikuma B., Liepniece M. Meteoroloģisko apstākļu ietekme uz lielogu dzērveņu (<i>Vaccinium macrocarpon</i> Ait.) šķirnes 'Stevens' ziedu fenoloģisko attīstību	166
LOPKOPIĒBA	172
Bārzdiņa D., Kairiša D. Latvijas Tumšgalves šķirnes jēru augšanas pazīmju analīze	172
Petrovska S., Jonkus D. Slaucamo govju ķermeņa kondīcijas ietekme uz piena produktivitāti laktācijā	177
Cielava L., Jonkus D., Paura L. Slaucamo govju produktivitāte un piena kvalitāte atkarībā no cietstāves perioda garuma	182
Parfianovičs M., Kairiša D. Nebrīvē audzētu staltbrīžu (<i>Cervus elaphus</i>) buļļu ragu vērtējuma analīze	186
STENDA ZIŅOJUMI UN PRAKTISKĀ PIEREDZE	191
Lāce B. Perspektīvie bumbieru hibrīdi	191
Bleidere M., Grunte I. Kailgraudu vasaras miežu šķirnes 'Kornelija' saimnieciskais un graudu bioķīmiskais raksturojums	192
Ločmele I., Piliksere D., Venta N., Legzdiņa L. Vasaras miežu maisījumu raža, inficēšanās ar lapu slimībām un konkurētspēja ar nezālēm	195
Zute S., Vīcupe Z. Vējauzu ietekme uz vasarāju labību produktivitāti	197
Jansone Z., Vīcupe Z. Vējauzu (<i>Avena fatua</i> L.) sēklu dīgtpēja laboratorijas apstākļos	200
Brunava L., Zute S., Alsiņa I. Veldres noteikšanas paņēmieni salīdzinājums auzām piengatavības stadijā 2014. gadā	203
Pogulis A. Organisko mēslošanas līdzekļu veidu salīdzinājums kartupeļu stādījumā	206
Zariņa L. Dažādu vermikompostu veidu efektivitāte kartupeļu stādījumos	211
Zariņa L., Piliksere D. Izsējas normas un ārpussakņu mēslojuma ietekme uz pākšaugu ražu	212
Zariņa L., Kukainis O. Humusvielu preparāta <i>Universal-pro</i> efektivitāte laukaugu mēslošanā.....	214
Mockevičiene R., Velička R., Marcinkevičiene A., Butkevičiene L. M., Pupaliene R., Kriaučiūniene Z., Kosteckis R., Čekanauskis S. Nezāļu izplatība bioloģiski audzētā vasaras rapša sējumā, lietojot neķīmiskās ierobežošanas metodes un bioloģiskos preparātus	215

Mockevičienē R., Velička R., Marcinkevičienē A., Butkevičienē L. M., Pupalienē R., Kriaučiūnienē Z., Kosteckas R., Čekanauskas S. Influence of non-chemical weed control methods and biological preparations on weed infestation in the organically grown spring oilseed rape	218
Steponavičiene V., Bogužs V., Mikučioniene R., Sinkevičiene A., Feiza V. Augšnes apstrādes sistēmas un salmu iestrādes ietekme uz augšnes bīdes pretestību un penetrometrisko pretestību	221
Steponavičienē V., Bogužas V., Mikučionienē R., Sinkevičienē A., Feiza V. Influence of tillage systems and straw incorporation on soil shear strength and penetration resistance	223
SVEICAM	226
Zālaugu selekcionāram Ivaram Holmam – 80	226
Lopkopības zinātniecei Ausmai Veģei – 80	226
Docentei Jekaterinai Volgajevai – 80	227
ATCERAMIES	228
Agronomam, zinātniekam un pedagogam, profesoram Valdim Klāsenam – 80	228
Docentam Jānim Lauvam – 80	228
Docentam Antonam Skromanim – 80	229
Agronomam, profesoram Laimonim Jurševskim – 90	230
Zemkopības zinātniekam, profesoram Jevgēnijam Rubenim – 90	230
Asistentei Veltai Mūrnieci – 95	231
Docentam Jānim Laganovskim – 100	231
Docentam Visvaldim Freivaldam – 105	232
Selekcionāram un lauksaimniecības zinātniekam Vilhelmam Zeibotam – 110	232
Pasniedzējam un zinātniekam Jānim Lucānam – 110	233
Mikrobioloģijas profesoram Alfrēdam Kalniņam – 120	234
Pasniedzējam, zinātniekam un selekcionāram Jānim Lielmanim – 120	235
Augšnes zinātniekam profesoram Kārlim Krūmiņam – 125	236
Latvijas augšnes zinātnes pamatlicējam profesoram Jānim Vītiņam – 130	237
ATVADĪJĀMIES	238
Zirņu selekcionāre Maija Vitjažkova	238
Lektors Augusts Kurčins	238
Laboratorijas vadītājs Jānis Grīnberģis	238
Profesors Arturs Priedīte	239

SEG EMISIJAS, TO IEROBEŽOŠANA

SILTUMNĪCAS EFEKTA GĀZU EMISIJU RADĪTO KLIMATA IZMAIŅU IETEKME UZ LAUKSAIMNIECĪBU UN TĀS PIELĀGOŠANĀS IESPĒJAS

Dzidra Kreišmane

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Agrobiotehnoloģijas institūts

Dzidra.kreismane@llu.lv

Ievads

Pārtikas un lauksaimniecības organizācija (FAO) savā ziņojumā *Towards 2015/2030* prognozē, ka 2030. gadā, salīdzinot ar 1995. gadu, pasaulē būs par 40% vairāk nepaēdušu cilvēku. Lai visiem nodrošinātu pārtiku, lauksaimniecības kopējais produkcijas apjoms pasaulē būtu jāpalielina divas reizes, bet lauksaimniecībā izmantojamo zemju (LIZ) platības iespējams palielināt tikai par 7%. Latvijas Lauku attīstības programmā 2014.–2020. gadam kā viena no prioritātēm ir norādīta drošas un kvalitatīvas pārtikas nodrošināšana, savukārt vides aizsardzības nolūkā ir paredzēts ieviest zaļās saimniekošanas metodes. Pamatojums šādu prioritāšu noteikšanai ir klimata izmaiņas un nepieciešamība ierobežot saimniekošanas negatīvo ietekmi uz vidi, tajā pašā laikā veicinot saimniecību ekonomisko izaugsmi. Siltumnīcas efektu izraisošo gāzu (SEG) emisiju samazināšana un pielāgošanās klimata izmaiņām ir pēdējo gadu lielākais izaicinājums lauksaimniekiem. Kaut arī lauksaimniecība nav lielākais emisiju avots, tomēr ES dalībvalstīm būs jāapņemas papildus SEG mazināšanas pasākumi. Vieni no efektīvākajiem ir agrovīdēs pasākumi ar zemu CO₂ emisiju, tomēr ir liela atšķirība starp lauksaimniecības sistēmām un vēl vairāk starp zemes apsaimniekotāju praksi un interesēm. Svarīgi ir ļaut saimniekiem brīvi izvēlēties veidu, kā saglabāt un veicināt efektīvu saimniekošanu un ieviest zema oglekļa emisiju metodes.

Eiropas Savienības (ES) Kopīgais pētījumu centrs (*Joint Research Center*) ir uzticējies Francijā bāzētai bezpeļņas organizācijai *Solagro* ieviest Eiropas zemnieku saimniecībās oglekļa kalkulatoru, ar kura palīdzību konsultanti var novērtēt SEG līmeni, pamatojoties uz vienā ražas sezonā vai gadā apkopotajiem datiem¹. Latvijā ir jāveic virkne pasākumu, lai šādus aprēķinus veiktu zemnieku saimniecībās. LR Zemkopības ministrija ir noteikusi, ka ES līmenī būtu jāpilnveido metodikas un kritēriji, pēc kuriem varētu novērtēt lauksaimniecības pasākumu ietekmi uz klimata pārmaiņām. Jāveicina prasmes šos kritērijus un metodikas lietot lauku attīstības plānošanā, kā arī finansējuma sadalē. Lai mazinātu kaitēkļu un slimību pastiprinātās izplatības risku, ir nepieciešams pilnveidot un stiprināt agrās brīdināšanas un kontroles sistēmas, attīstīt un paplašināt jau esošos augu un dzīvnieku patogēnu izplatības uzraudzības dienestus, veikt pētījumus par izmaiņām patogēnu izplatībā un noskaidrot šo izmaiņu iemeslus, izstrādāt efektīvas kaitīgo patogēnu ierobežošanas stratēģijas, kā arī kaitīgo patogēnu straujas izplatības gadījumos paredzēt līdzekļus to nodarīto zaudējumu segšanai (Klimata pārmaiņas un lauksaimniecība, 2009; Klimata pārmaiņu samazināšanas..., 2013).

Pārtikas nodrošinājums klimata izmaiņu apstākļos

Pasaules Pārtikas sammitā nodrošinātība ar pārtiku ir definēta tā, ka visiem cilvēkiem visos laikos ir jānodrošina fiziska, sociāla un ekonomiska pieejamība pietiekamai, drošai un barojošai pārtikai, kas atbilst uztura vajadzībām un ir nodrošinājums aktīvai un veselīgai dzīvei (Climate-related transboundary..., 2008). Mainīga klimata apstākļos šie aspekti iegūst īpašu nozīmi. Kultūraugu kaitēkļu un slimību, kā arī svešzemju invazīvo augu sugu izplatība var būt par iemeslu atbilstošas kvalitātes pārtikas samazinātam piedāvājumam. Precīzi noteikt klimata izmaiņu radīto ietekmi uz produkcijas samazināšanos vai kvalitātes izmaiņām ir sarežģīti, tādēļ tiešo zaudējumu apjomu aprēķināšanas iespējas ir ierobežotas. Klimata pārmaiņas radīs lielāku nestabilitāti, var veidoties papildu problēmas lauksaimnieciskajai ražošanai, īpaši mazos un vidējos lauksaimniecības uzņēmumos. Netiešā klimata izmaiņu ietekme ir saistīta ar ierobežotu piekļuvi starptautiskajiem tirgiem, jo karantīnas dzīvnieku, augu slimību un kaitēkļu izplatība rada nepieciešamību pēc stingrākiem karantīnas noteikumiem uz valstu robežām. Pārtikas izmantošanas jomā aktualizējas jautājumi par pārtikas nekaitīgumu. Var rasties nepieciešamība plašāk izmantot

¹ European carbon calculator to promote low carbon farming practices. [tiešsaiste][skatīts 2015. g. 20. janv.]
Pieejams: <http://www.solagro.org/site/476.html>

veterinārās zāles lokkopībā un pesticīdus augu aizsardzībā, jo izmainīsies kaitēkļu un slimību izplatība, biežums un intensitāte, līdz ar to var būt lielāka, pat nepieņemama pesticīdu un veterināro zāļu klātbūtne pārtikā. Nokrišņu, temperatūras un relatīvā mitruma izmaiņas var veicināt mikotoksīnus ierosinošo sēņu izplatību, tādējādi padarot pārtiku, piemēram, kviešus, nepiemērotu cilvēku un dzīvnieku patēriņam (Climate-related transboundary..., 2008).

FAO publicētajā pētījumā ir norādīts, ka 27 ES dalībvalstīs pārtikas atkritumi ik gadus ir aptuveni 89 miljoni tonnu jeb 179 kg uz vienu iedzīvotāju. Starp atsevišķām valstīm un dažādām nozarēm ir atšķirības, tomēr ir aprēķināts, ka, turpinot līdzšinējo praksi, 2020. gadā pārtikas atkritumi būs aptuveni 126 miljoni tonnu (40% pieaugums), ja vien netiks veikti preventīvi pasākumi. Pārtikas atkritumu apjoma samazināšana nozīmētu efektīvāku zemes izmantošanu un labāku ūdens resursu pārvaldību, tā pozitīvi ietekmētu lauksaimniecības nozari visā pasaulē, kā arī veicinātu cīņu pret uztura nepietiekamību jaunattīstības valstīs. Pārtikas atkritumu problēmas risināšana ir saistīta ne tikai ar ētikas, ekonomikas, sociālajiem un uztura jautājumiem, bet arī ar ietekmi uz veselību un vidi. Nepatērētas pārtikas nevajadzīga ražošana veicina globālo sasilšanu, un pārtikas atkritumi rada metānu, kas kā SEG ir 21 reizes spēcīgāka nekā oglekļa dioksīds. ES vides ekskomisārs Janess Potočniks ir sacījis: „Tas ir morāli un ekonomiski nepieņemami, un ir vēl šausminošāk, ja par patieso nepieciešamo resursu apjomu uzskata to, kas ir vajadzīgs 89 miljonu tonnu pārtikas saražošanai. Visi šie resursi ir izšķērdēti. Tur kaut kas nav kārtībā ar sistēmu!” (Report on how..., 2011).

SEG emisiju apjoms un to samazināšanas iespējas

Attīstoties tautsaimniecībai, tajā skaitā lauksaimnieciskajai ražošanai, nenovēršami palielinās arī izmešu daudzums atmosfērā. Pāris gados izmaiņas nav lielas, taču, vērtējot šo procesu ilgā laika periodā, ir aprēķināts, ka visstraujāk ir pieaugusi N₂O un CH₄ koncentrācija atmosfērā, kas kopumā rada palielinātu siltumnīcefektu (Tabula).

Tabula

SEG koncentrācija atmosfērā (Climate Change, 2007)

Gāze	Pirmsindustriālais periods (1950. g.)	Pašreiz	Siltumnīcas efekta radīšanas potenciāls
Oglekļa dioksīds (CO ₂)	277 ppm*	382 ppm	1
Metāns (CH ₄)	600 ppb**	1728 ppb	23
Slāpekļa oksīds (N ₂ O)	270...290 ppb	318 ppb	296

*ppm – vienības uz miljonu nosacīto vienību (*parts per million*); šo saīsinājumu izmanto, lai raksturotu kādas vielas daudzumu citā vielā, visbiežāk – oglekļa dioksīda (CO₂) klātbūtni atmosfērā;

**ppb – vienības uz miljardu nosacīto vienību (*parts per billion*).

Atmosfērā ogleklis atrodas oglekļa monoksīda (tvana gāzes) (CO), oglekļa dioksīda (CO₂) un metāna (CH₄) veidā, un to klātbūtne būtiski ietekmē atmosfēras īpašības un klimatu uz Zemes. Oglekļa emisijas palielinājums arī lauksaimnieciskās darbības rezultātā ietekmē klimata izmaiņas. Dzīvo organismu sadalīšanās, augu metaboliskajos un fotoķīmiskajos procesos CO izdalās kā blakusprodukts. Trūdot augsnes organiskajām vielām anaerobā vidē, liela daļa oglekļa savienojumu (īpaši CH₄) atgriežas atmosfērā, piemēram, no purviem un pārpurvotām platībām. Augsnē organiskās vielas veidojas no augu, dzīvnieku un mikroorganismu atliekām un to vielmaiņas produktiem un atrodas dažādās tās sadalīšanās pakāpēs. Organisko vielu daudzums minerālaugsnē var mainīties robežās no 0.5% līdz 5% un līdz pat 100% – ar organiskajām vielām bagātās augsnēs un kūdrā. Organisko vielu daudzums augsnē, arī Latvijas augsnēs tās kultivējot, samazinās līdz pat 2% un mazāk. Latvijā lauksaimniecībā izmantojamā zemē vidējais organisko vielu saturs ir 1.83%, turklāt pēdējos gados tas ir samazinājies 25% minerālaugšņu. Tas liecina, ka intensīva zemes apstrāde un, iespējams, arī temperatūras paaugstināšanās ir nozīmīgs augsnes organisko vielu samazināšanās iemesls un no tā cietīs arī augsnes struktūra un auglība. Ievērojami oglekļa zaudējumi ir novēroti augsnēs, kurās tie pārsniedz 5.0%. Lai arī klimata pārmaiņas rada potenciālu labības ražas palielinājumu Skandināvijā un Baltijas jūras austrumdaļā, barības vielu izskalošanās no smilšainām augsnēm šajā reģionā var radīt ražas samazināšanās risku, līdz ar to būs

nepieciešami ievērojami ieguldījumi kultūraugu šķirņu vai dzīvnieku audzēšanā (Bellamy, Loveland, Bradley *et al.*, 2005).

Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra vadībā ik gadus tiek veikta inventarizācija un sniegts ziņojums ES atbildīgajām institūcijām par SEG emisijām un to piesaisti valstī. Ziņojumā iekļautie SEG emisiju apjomi no lauksaimniecības ir CH₄ (metāns) no lauksaimniecības dzīvnieku zarnu fermentācijas un kūtsmēsļu apsaimniekošanas un N₂O (slāpekļa oksīds) no kūtsmēsļu apsaimniekošanas un lauksaimniecības augsnēm. Turklāt N₂O emisijas tiek dalītas tiešajās (izkļiedītie slāpekli saturošie minerālmēsli un kūtsmēsli, bioloģiskā N saistīšana augsnē ar augiem, kultūraugu atlieku iestrāde augsnē, organisko augšņu apsaimniekošana) un netiešajās (slāpekļa savienojumu emisija, izskalošanās un noteces).

No lauksaimniecības nozares 2012. gadā ir emitēts 2424.30 Gg CO₂ ekv.², kas ir aptuveni 22% no kopējām emisijām valstī un kas ir otrs lielākais siltumnīcefekta gāzu avots Latvijā. N₂O emisiju apjoms no tā bija 67% (1636.16 Gg CO₂ ekv.), bet CH₄ – 32% (784.14 Gg CO₂ ekv.). No kopējā metāna emisijas 87% bija no dzīvnieku zarnu fermentācijas un 13% no kūtsmēsļu apsaimniekošanas.

Lielākā daļa lauksaimniecības radītās emisijas izplūst no lauksaimniecības zemēm. Šo emisiju apjoms laika periodā no 1990. līdz 2012. gadam palielinājās no 50% līdz 62%. Emisijas no zarnu fermentācijas minētajā periodā samazinājās par 28%. Mazāk nozīmīga daļa no kopējā emisiju apjoma attiecas uz kūtsmēsļu apsaimniekošanu, kas 90-to gadu sākumā bija ap 14% un 2012. gadā ir samazinājusies līdz 9% no kopējā apjoma. Kopumā metāna emisija no kūtsmēsļu apsaimniekošanas ir samazinājusies par 51%, bet slāpekļa oksīda – par 78% (1990–2012), tomēr tas noticis galvenokārt dzīvnieku skaita samazinājuma dēļ. Tomēr 2012. gadā slāpekļa oksīda emisija pieauga par 0.27 Gg, salīdzinot ar 2011. gadu, ko ir izraisījusi palielinātā slāpekli saturošo minerālmēsļu lietošana un organisko augšņu apsaimniekošana. Tiešā N₂O emisija 2012. gadā no lauksaimniecības augsnēm bija 66.7%, netiešā – 27.5%, bet 5.8% veidoja emisijas no ganībām (Latvia's national inventory..., 2014).

Ir trīs veidi, kā lauksaimniecība var mazināt klimata izmaiņas:

- samazinot gāzveida izmešus;
- nodrošinot lauksaimniecībā izmantojamo augšņu bagātināšanu ar oglekli;
- investējot atjaunojamās enerģijas un bioloģisko produktu ražošanā.

Daži piemēri praktiskai rīcībai:

1) lauksaimniecībā izmantojamo augšņu bagātināšana ar oglekli. Ievērojamu oglekļa dioksīda (CO₂) daudzumu var iegūt no atmosfēras un uzkrāt augsnē, izmantojot dažādus lauksaimnieciskos paņēmienus, piemēram, saimniekojot pēc bioloģiskās lauksaimniecības metodēm, izvēloties piemērotus aršanas paņēmienus, audzējot proteīnaugus, nodrošinot zaļo segumu tīrumā visa gada garumā, uzturot pastāvīgās ganības un aramzemē audzējot daudzgadīgos zālaugus, kā arī apmežojot platības, jo koku sugas izmanto daudz vairāk oglekļa nekā lauksaimniecības kultūraugi;

2) atjaunojamo resursu izmantošana bioenerģijas un bioproduktu ieguvei. No lauksaimniecības biomasas ražotā bioenerģija var aizstāt citas izejvielas, kam raksturīgs augsts izmešu daudzums, piemēram, fosilo kurināmo. Lauksaimniecībā aizvien vairāk audzē dažādus kultūraugus alternatīvās enerģijas iegūšanai, piemēram, biodegvielai vai siltumu un enerģiju ražojošām iekārtām. Palielinās arī videi draudzīgu lauksaimniecības izejvielu izmantošana (piemēram, agromateriāli, bioplastmasa un bioķīmijas produkti);

3) precīzo metožu ieviešana ražošanas procesā, izmantojot informācijas tehnoloģiju radītās iespējas. Gan vides piesārņojuma samazināšanai, gan siltumnīcefektu veidojošo gāzu (SEG) emisiju ierobežošanai ļoti svarīgi ir precīzi lietot gan mēslošanas, gan augu aizsardzības līdzekļus, kas pamatojas uz precīzām prognozēm. Svarīgi ir meklēt alternatīvas slāpekli saturošo minerālmēsļu lietošanai;

4) biogāzes ieguve no kūtsmēsliem. Anaerobā pārstrāde ir dabisks organiskā materiāla noārdīšanās process bezgaisa vidē, kas ir īpaši efektīva izmešu daudzuma samazināšanai reģionos, kur ir liels lauksaimniecības dzīvnieku skaits. Hermētiski noslēgtā

² Vietēja līmeņa ieguldījums globālo klimata pārmaiņu novēršanā [tiešsaiste][skatīts 2015. g. 26. janv.]
Pieejams: http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/methodology_sheet_lv.pdf

tvērtne ir mākslīgi izveidota sistēma dažādu organisko atkritumu pārstrādei un biogāzes ražošanai. Biogāzi var pārvērst siltumā un elektrībā. Šis process samazina gāzveida izmešus no izejmateriāla, tajā pašā laikā ražojot vērtīgu atjaunojamo enerģiju un kā blakusproduktu – digestātu, ko izmanto kā organisko mēslošanas līdzekli augsnes auglības nodrošināšanai.

Intensīva augsnes apstrāde samazina organisko vielu saturu augsnē, notiekot aerobai mineralizācijai, savukārt minimāla augsnes apstrāde un pastāvīga augsnes zaļā seguma uzturēšana (ar kultūraugiem, augu atliekām, virsaugiem un daudzveidīgu augseku) uzlabo augsnes bioloģisko sastāvu. Bezapstrādes vai mazāk intensīvas apstrādes gadījumā labāk saglabājas augsnes struktūra, augsnē esošā fauna un makroorganismi, līdz ar to saknes, sliekas un kukaiņi veido dabisku drenāžas sistēmu liekā ūdens novadīšanai. Mitruma trūkums var samazināt ūdens pieejamību kultūraugiem par 30%, augsnes mulčēšana pasargā to no mitruma iztvaikošanas karstā un sausā laikā. CO₂ ir visplašāk izplatītā SEG, tajā pašā laikā, ja augsni klāj zaļais segums, tā tikpat kā netiek izmesta atmosfērā. Lauksaimniecības zeme uzsūc lielas oglekļa rezerves. Bioloģiskās lauksaimniecības metode nodrošina lielu augsnes zaļā seguma īpatsvaru, spēju paaugstināt augsnē organisko vielu saturu un zemākas enerģijas izmaksas lauku saimniecībās (Adaptation to climate..., 2007; 2013).

Latvijas teritorija ir bagāta ar mežiem, kas ir nozīmīgs faktors klimata izmaiņu mazināšanai.

Lauksaimnieciskās ražošanas efektivitātes saglabāšana un paaugstināšana

Ražošanas efektivitāti lauksaimnieki var nodrošināt:

- mainot augseku, lai labāk izmantotu pieejamo ūdeni;
- pielāgojot sējas datumus saskaņā ar temperatūras un nokrišņu apstākļiem;
- izmantojot tādas kultūraugu šķirnes, kuras ir labāk piemērotas jaunajiem laika apstākļiem (piemēram, daudz izturīgākas pret karstumu un sausumu);
- aramzemē ierīkojot augu dzīvžogus vai apmežojot nelielus laukumus, kas ļauj samazināt ūdens noteci un darbojas kā vējlauzējs.

Efektīvākas saimniekošanas rezultāts lielā mērā ir arī samazinātas lauksaimniecības emisijas, piemēram, uzlabotas mēslošanas un augu aizsardzības metodes un kūtsmēsļu uzglabāšana, Nitrātu direktīvas īstenošana, iesaistot brīvprātīgas un piespiedu prasības par kūtsmēsļu izmantošanu un apsaimniekošanu, un iedrošinājums lauksaimniekiem, piemēram, sasaitīt tiešo atbalsta maksājumu izpildi ar vides apstākļiem (Agriculture and climate..., 2013).

Notiekošās un turpmāk sagaidāmās klimata izmaiņas ietekmē arī ģeogrāfiskais novietojums. Ziemeļu agroklimatisko zonu veido Norvēģija, Ziemeļzvidrija, Somija, Igaunija un Latvija. Šajā zonā ir gaidāmas svarīgas temperatūras un nokrišņu izmaiņas. Ziemeļu platuma grādos temperatūra ievērojami paaugstināsies, jo īpaši Somijā, arī nokrišņu palielinājums ik gadu būs būtisks. Ziemas būs daudz mitrākas, palielināsies lietusgāzu izraisīti plūdu riski. Biežāk sagaidāmi intensīvi nokrišņi un spēcīgas vētras, būs lielāks potenciāls kultūraugu audzēšanai jaunās platībās un arī jaunu kultūraugu ieviešanai, jo ievērojami pagarināsies veģetācijas periods. Raža varētu palielināties, bet lauksaimniecība varētu ciest no jaunu kaitēkļu sugu un slimību ierosinājumiem. Siltāks klimats var saasināt ūdens kvalitātes problēmas Baltijas jūrā. Ilglaicīgā sasaluma izmaiņas sasilšanas dēļ radīs arī īpašas bažas par augsnes struktūras izmaiņām.

Ziemeļu agroklimatiskā zona ir rajons, kur prognozētās klimata pārmaiņas var sniegt vislielākās iespējas lauksaimniecībai, tomēr šī ietekme būs ierobežota, jo jaunizmantojamās platības ir neliela daļa (11%) no lauksaimniecības zemes kopplatības. Literatūrā ir atrodami dažādi scenāriji. Ir prognozes, ka ražība varētu pieaugt pat par 40% (34–54% robežās). Šis palielinājums ir prognozēts, ņemot vērā plašāku audzējamo lauksaimniecības kultūraugu klāstu un potenciālo ražas palielinājumu sakarā ar garāku veģetācijas periodu, paaugstinātu temperatūru un CO₂ koncentrāciju atmosfērā (Saarikko, 2000). Garākā veģetācijas periodā pieaugs zālaugu ražas, savukārt, paaugstinoties temperatūrai, palielināsies iespējas audzēt lopbarības tauriņziežus. Ilgāks augšanas periods arī samazinās izmaksas lauksaimniecības dzīvnieku audzēšanai. Var rasties arī jaunas iespējas un ieguvums dārzkopībai gan saistībā ar izmaksu samazināšanos kultūraugu audzēšanai segtajās platībās, gan ar palielinātu lauka dārzeņu sugu klāstu.

Klimatam mainoties, var izplatīties un savairoties invazīvās sugas, tā veidojot jaunus biotopus. Klimata pārmaiņu rezultātā palielināsies svešzemju sugu izplatība, jo īpaši ziemeļu reģionos. Tomēr, ņemot vērā invazīvo sugu un apputeksnētāju mijiedarbību, izmaiņas ekosistēmās

var atšķirties (Schweiger, Biesmeijer, Bommarco *et al.*, 2010). Ir nepieciešams novērtēt un kontrolēt ievestos un savvaļā ieviesušos augus. Lielus zaudējumus lauksaimnieciskajai ražošanai var radīt gan konkrētajā reģionā izplatītās kaitēkļu sugas un patogēni, gan invazīvās kukaiņu un augu sugas. Ir sagaidāms, ka klimata pārmaiņas ietekmēs kaitīgos organismus dažādos veidos, arī nezāļu izplatību, palielinot to augšanas ātrumu un ģeogrāfisko diapazonu (Garrett, Dendy, Frank *et al.*, 2006; Ghini, Morandi, 2006; Cerri, Sparovek, Bernoux *et al.*, 2007). Temperatūras paaugstināšanās varētu ietekmēt patogēnu mijiedarbību, paātrinot to izplatību, kas paaugstina reproduktīvo paaudžu skaitu viena augšanas cikla laikā uz kultūraugiem, kā arī bojāeju ziemas mēnešos aukstuma un sala ietekmē, vai augu izturību pret kaitēkļiem (Special event..., 2005). Palielināts pieprasījums pēc invazīvo augu sugu un kaitēkļu ierobežošanas līdzekļiem kopumā palielina pesticīdu izmantošanas apjomu, kam var būt negatīva ietekme uz cilvēku veselību un vidi, tai skaitā uz ekosistēmas sniegtajām iespējām, piemēram, augu apputeksnēšanu (Difffenbaugh, Krupke, White *et al.*, 2008; Damalas, 2009).

FAO ieteiktā integrētās augu aizsardzības (IAA) programma ir radīta ar mērķi saprast un reaģēt uz problēmām, kas saistītas ar kaitīgo organismu izplatību un ierobežošanu, ņemot vērā dalībvalstīs gūto pieredzi situācijā, kad augkopības produkcijas ražošana palielinās un kļūst intensīvāka. FAO izstrādātā augu un dzīvnieku kaitēkļu un slimību ierobežošanas programma, jo īpaši EMPRES (*Emergency Prevention System for Transboundary Animal and Plant Pests and Diseases*), koncentrējas uz agrīnās brīdināšanas un agrīnās kontroles kapacitātes palielināšanu, nodrošinot labāku informācijas apmaiņu un stiprinot esošās iespējas kaitēkļu skartajās valstīs. Kaitēkļu migrācijas neprognozējamību var mazināt, īpašu vērību pievēršot informācijas analīzei (Special event..., 2005).

Palielinot lauksaimniecības un savvaļas biotopu savienojamību, ir iespējams veicināt sugu izplatību un pielāgošanos klimata pārmaiņām, kas ir galvenais mērķis bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā. Lauksaimniecības ekosistēmas līdzsvaru varētu uzlabot šādi pasākumi:

- vējlauzēju joslu ierīkošana un mežu atjaunošana / stādīšana;
- grāvju atjaunošana / kopšana;
- dīķu tīrīšana un atjaunošana / izveidošana;
- ūdens līmeņa regulēšana lauksaimniecības zemēs;
- aizsargjoslu ierīkošana lauku malās;
- graudaugu audzēšana pēc videi draudzīgām metodēm;
- samazināta pesticīdu lietošana;
- tādu kultūraugu audzēšana, kas veicinātu savvaļas putnu izplatību;
- ar ziedaugiem bagātu pļavu (putekšņi / nektārs) saglabāšana;
- rugaines saglabāšana, uztvērējaugu audzēšana;
- slāpekli saturošo minerālmēsļu samazināšana, audzējot pākšaugus un ar tauriņziežiem bagātus zālājus;
- augsnes minimālās apstrādes sistēmas,
- fosilās enerģijas samazināšana lauksaimniecības ēkās un iekārtās.

Lauksaimnieciskā darbība ietekmē daudzas ekosistēmas, tajā pašā laikā tās saglabājot. Lauksaimniecībā veidojas vairākas ar bioloģisko daudzveidību saistītas priekšrocības, piemēram, ar sugām bagātas ekosistēmas nodrošina apputeksnētāju klātbūtni tīrumos un dārzos, kas īpaši svarīgi ir sēklas laukos, vairāk ir sastopami plēsīgie kukaiņi, kas palīdz ierobežot kultūraugu kaitēkļus, u. tml. (Hegland, Nielsen, Lizaro *et al.*, 2009).

Aktivizējot dabisko ienaidnieku darbību kultūraugu laukos, diezgan sekmīgi var novērst masveida kaitēkļu savairošanos. Intensīvi lietojot ķīmiskos augu aizsardzības līdzekļus, dabiskā kārtība tiek izjaukta, jo tiek iznīcināti arī derīgie organismi. Piemēram, Latvijā dabā ir sastopamas ap 500 zirnekļu sugu, kuras pārtiek no posmkājiem, tai skaitā kultūraugu kaitēkļiem, kā tīklērces, laputis un lapblusiņas. Latvijā ir atrasts arī ap 650 ērcu sugu, no kurām daudzām ir liela nozīme tīklērcu un pangērcu ierobežošanā. Spīļastes pārtiek no spradžiem, laputīm un tauriņu kāpuriem, bet koku laupītājblaktis iznīcina tīklērcu olas, kāpurus un pieaugušos īpatņus. Vairums no 276 Latvijā sastopamām skrejvaboļu sugām iznīcina augsni un zemsedzē atrodošos kukaiņus, gliemežus un citu sīko dzīvnieku olas, bet kūniņu laupītājs uzturā lielos tauriņu kāpurus. Lauksaimniekiem labi pazīstamā mārīte pārtiek no laputīm, lapblusiņām, kukaiņu oļiņām un sīkiem kāpuriem. Ķīmisko augu aizsardzības līdzekļu pareiza lietošana, entomofāgo (apputeksnētāju)

kukaiņu nodrošināšana ar cukuru saturošām augu sugām, rezervācijas vietu un slēptuvju (laukmalas, zālaugu joslas tīrumos) iekārtošana derīgajiem kukaiņiem, derīgo dobumligzdotājputnu piesaistīšana uzturēties augļu dārzos, putnu piebarošana ziemā un sikspārņu piesaistīšana augļu dārzos un parkos sekmē derīgo organismu izplatību un būtiski mazina insekticīdu lietošanas nepieciešamību (Priedītis, 1997).

Kultūraugu šķirnes nozīme ilgtspējīgai ražošanai

Šķirnes saglabāšana un izplatīšana, attīstība, kā arī sēklu ražošana un piegāde ir trīs galvenās lietas, kas nodrošina atbilstošus ienākumus no augkopības produkcijas ražošanas. Lauksaimniekiem būs nepieciešams ģenētiski daudzveidīgs piedāvājums kultūraugu šķirņu uzlabošanai, kas būtu piemērotas dažādām lauksaimniecības ekosistēmām un lauksaimniecības praksei, kā arī izturīgākas pret klimata pārmaiņām. Lauksaimniecībā tagad pārsvarā izmanto intensīva tipa kultūraugu šķirnes ar augstu ražības potenciālu, taču nākotnē vairāk nāksies pievērst uzmanību ilgtspējīgas augkopības nozares uzturēšanai. Lielāka vērība būs jāvelta augu sugām un šķirnēm, kas produktīvāk izmanto barības vielas un efektīvāk – ūdeni, ir izturīgākas pret kaitēkļiem, slimībām un sausumu, plūdiem, salu un augstāku temperatūru. Pasaulē gēnu bankās glabājas ap 7.4 miljoni tradicionālo kultūraugu šķirņu un to savvaļas radnieku, turklāt šos krājumus papildina ģenētisko resursu saglabāšana dažādās valstīs. Tam būs izšķiroša nozīme šķirņu veidošanā ilgtspējīgām lauksaimniecības sistēmām. Molekulārās ģenētikas un citas biotehnoloģijas metodes mūsdienās plaši izmanto gan valsts, gan privātā sektora selekcijas programmās (Save and Grow, 2013). Pasaulē zinātnieki īsteno ideju veidot tādas kultūraugu šķirnes, kuru lapojums, vaska kārtiņa uz lapām un citas augu pazīmes varētu veicināt siltumnīcas efektu radošo gāzu uztveršanu, lai saglabātu vai pazeminātu Zemes temperatūru un ierobežotu globālo sasilšanu. Ražīgi kukurūzas vai graudaugu sējumi atstaro vairāk Saules gaismas nekā dabiskā veģetācija. Žurnālā *Current Biology* ir publicēta informācija, ka optimistiskākā scenārija gadījumā visiem pasaules kultūraugiem aizstājot šķirnes ar visvairāk atstarojošām šķirnēm, pasaule būtu atdzisusi vidēji par 0.1°C, kas ir līdzvērtīgs gandrīz piektajai daļai no tās sasilšanas, kāda ir notikusi kopš industriālās revolūcijas. Ir prognoze, ka nākamajā gadsimtā, izvēloties atstarojošākas kultūraugu šķirnes, varētu novērst 195 biljonu tonnu CO₂ nonākšanu atmosfērā (Alok Jha, 2009).

Moderno tehnoloģiju izmantošana precīzai saimniekošanai

Izmantojot tradicionālu pieeju globālo procesu ietekmes uz lauksaimniecisko ražošanu radīto problēmu risināšanā, nav iespējams gūt panākumus. Lai risinātu globālo procesu ietekmes uz lauksaimniecisko ražošanu radītās problēmas, ar tradicionālu pieeju panākumus nav iespējams gūt. Viens no veidiem, kā novērst šo procesu nelabvēlīgo ietekmi un tajā pašā laikā paaugstināt lauksaimniecības produktivitāti, ir plaša informācijas un komunikāciju tehnoloģiju (IKT) un risinājumu padarīšana par ikdienu laukos. IKT lauksaimnieciskās informācijas sistēmu izstrāde lauksaimniecības attīstībai un lauku dzīvotspējai ir stratēģisks uzdevums visā pasaulē. To ieviešana lauku kopienās ir vienīgais veids, kā intensīvas saimniekošanas apstākļos izvairīties no neatgriezeniskas agrāro resursu izsīkšanas un izvairīties no postošas un neatgriezeniskas ietekmes uz Zemes dabu. Būtiska ir iespēja nolasīt un pietiekami ilgstoši uzkrāt mērījumu datus gan par kultūraugu augšanas apstākļiem, gan to ražību. Viena no progresīvākajām tehnoloģijām lielu dažādu mērījumu datu apjomu iegūšanai ir bezvadu sensoru tīkli (BST). BST tehnoloģijas pēdējā dekādē ir attīstījušās sprādzienveidīgi. Ir radīta jauna elektroniskā bāze un izstrādāta atbalsta programmatūra.

Ir svarīgi ievērot tādas kultūraugu audzēšanas tehnoloģijas, kas pēc iespējas samazinātu slāpekļa oksīda nonākšanu atmosfērā. N₂O emisiju atmosfērā ietekmē augsnes ķīmiskās un fizikālās īpašības, piemēram, slāpekļa savienojumus saturošu minerālu pieejamība un augsnes tips, kā arī ar klimatu saistītas augsnes īpašības, piemēram, augsnes temperatūra un ūdens saturs augsnē (Smith, Thomson, Clayton *et al.*, 1998). BST to īpatnību dēļ ļauj izdarīt mērījumus plašās teritorijās neierobežoti daudzos punktos nepārtrauktā režīmā. Šādi mērījumu datu apjomi dod iespēju tos pētīt arī ar statistiskām metodēm, strādāt, lai izveidotu dabā notiekošo procesu matemātiskos modeļus. Uz matemātisko modeļu bāzes var veikt procesu tālāku datormodelēšanu ar iespēju izstrādāt metodes dabā notiekošo procesu pietiekami precīzai prognozēšanai un vadībai. Ir nepieciešami dati ne tikai par apkārtējās vides faktoriem kādā atsevišķā augu augšanas posmā, bet arī pirms veģetācijas sezonas un pēc tās. Turklāt datiem ir jābūt nepārtrauktiem laikā, ar pietiekamu

regularitāti, lai iegūtu iespējami precīzu klimatisko procesu modeli. Šādus datus ar pietiekami zemām izmaksām spēj nodrošināt tikai BST. Šīs tehnoloģijas spēj iegūt mērījumu datus par praktiski jebkuru dabas fenomenu, piemēram, gaisa/augšnes temperatūra, gaisa/augšnes mitrums, vēja stiprums un virziens, atmosfēras spiediens u. c., 24 stundas diennaktī 7 dienas nedēļā un 12 mēnešus gadā. Iegūtos datus var izmantot divējādi:

- 1) uzglabāt vēlākai statistiskai analīzei, ar mērķi meklēt cēloņsakarības procesu dinamiskā;
- 2) izmantot reālā laikā, lai pēc iepriekš izveidotiem laika apstākļu maiņas dinamikas modeļiem prognozētu augiem bīstamu apstākļu tuvošanos un izstrādātu agrās brīdināšanas signālus (Alberts, Kreišmane, Grīnbergs u. c., 2013).

Secinājumi

Ieviešot saimniecībās modernas, efektīvas un attīstību nodrošinošas tehnoloģijas vienlaikus ir nepieciešams kontrolēt to ietekmi uz vidi. ES Kopējās lauksaimniecības politikas veidotājiem ir jāatbalsta lauksaimnieku centieni piemēroties klimata izmaiņām. Zemniekiem vieniem nav jāuzņemas viss klimata izmaiņu slogs. Daļā ES valstu lauksaimniecības nozarei ir izstrādātas pielāgošanās stratēģijas, taču tādas ir nepieciešamas visās dalībvalstīs, nodrošinot labāku un pilnīgāku informāciju par klimata izmaiņu radītajiem riskiem un to mazināšanas iespējām. Latvijā par galvenajiem pielāgošanās pasākumiem nozaru līmenī jāklūst inovāciju ieviešanai saimniecībās, atbalstam konsultāciju pakalpojumiem un apmācībām.

Literatūra

1. Adaptation to Climate Change an EU approach (2013). [Tiešsaiste] [skatīts 18.06.2013]. Pieejams: http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/index_en.htm Climate-related transboundary pests and diseases (2008). *Technical background document from the expert consultation held on 25 to 27 february 2008*, FAO, Rome. 59 p.
2. Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities (2007). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 32 p.
3. Alberts M., Kreišmane Dz., Grīnbergs U., u. c. (2013). *Nākotnes precīzās saimniekošanas tehnoloģijas Latvijas laukiem*. Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūts, SIA „Jelgavas Tipogrāfija”, 252 lpp.
4. Alok Jha (2009). Could new varieties of wheat and barley save the planet from climate change? [Tiešsaiste][skatīts 17.07.2013]. Pieejams: <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/jan/15/climatechange-scienceofclimatechange>
5. Bellamy Pat H., Loveland Peter J., Bradley R. Ian, Lark R. Murray, Guy J. D. Kirk (2005). Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. *Nature*, No. 437, p. 245–248.
6. Cerri C. E .P., Sparovek G., Bernoux M., Easterling W. E., Melillo J. M., Cerri C. C. (2007). Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. *Scientia Agricola*, Vol. 64, No. 1, p. 83–99.
7. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate change. [Tiešsaiste][skatīts 16.07.13]. Pieejams: <http://www.slwvd.com/agendas/Full/2007/06-07-07/Item%2010b.pdf>
8. Damalas C. A. (2009). Understanding benefits and risks of pesticide use. *Scientific Research and Essay*. No. 4 (10), p. 945–949.
9. Diffenbaugh N. S., Krupke C. H., White M. A., Alexander C. E. (2008). Global warming presents new challenges for maize pest management. *Environmental Research Letters*, Vol. 3, p. 1–9.
10. Garrett K. A., Dendy S. P., Frank E. E, Rouse M. N., Travers, S. E. (2006). Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems. *Annu Rev Phytopathol*, No. 44, p. 489–509.
11. Ghini R., Morandi M. A. B. (2006). Biotic and abiotic factors associated with soil suppressiveness to *Rhizodonia solani*. *Sci Agricola*, No. 63, p. 153–160.
12. Hegland S. J., Nielsen A., Lizaro A., Bjerknes A. L., Totland U. (2009). How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecol Letters*, No. 12 (2), p. 184–195.
13. Latvia's national inventory report 1990–2012. Riga, 2014. [Tiešsaiste] [skatīts 16.07.13]. Pieejams: <http://www.meteo.lv/lapas/sagatavotie-un-iesniegtie-zinojumi?id=1153&nid=393>

14. Klimata pārmaiņas un lauksaimniecība (2009). Zemkopības ministra J. Dūklava runa ES Lauksaimniecības ministru padomes neformālajā sanāksmē Vaksjo (Växjö), Zviedrijā, 13.–15.09.2009. [Tiešsaiste] [skatīts 16.07.13]. Pieejams: <http://www.zm.gov.lv/index.php?sadala=1083&id=9952>
15. Klimata pārmaiņu samazināšanas programma 2005.–2010. gadam (2013) [Tiešsaiste] [skatīts 16.07.13]. Pieejams: http://www.varam.gov.lv/lat/darbibas_veidi/Klimata_parmainas/
16. Report on how to avoid food wastage: strategies for a more efficient food chain in the EU (2011). Committee on Agriculture and Rural Development. [Tiešsaiste] [skatīts 16.07.13]. Pieejams: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&reference=A7-2011-0430&language=EN>
17. Priedītis A. (1997). *Derīgie savvaļas dzīvnieki un to izmantošana augu aizsardzībā*. LLKC, Ozolnieki, 111 lpp.
18. Saarikko R. A. (2000). Applying a site based crop model to estimate regional yields under current and changed climates. *Ecological Modelling*, Vol. 131, Issues 2–3, p. 191–206.
19. Save and Grow. A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production (2013). [Tiešsaiste] [skatīts 16.07.13]. Pieejams: http://www.fao.org/ag/save-and-grow/index_en.html
20. Schweiger O., Biesmeijer J. C., Bommarco R. *et al.* (2010). Multiple stressors on biotic interactions: how climate change and alien species interact to affect pollination. *In: Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, Vol. 85, Issue 4, p. 777–795.
21. Smith K. A., Thomson P. E., Clayton H., McTaggart I. P., Conen F. (1998). Effects of temperature, water content and nitrogen fertilisation on emissions of nitrous oxide by soils. *Atmospheric Environment*, Vol. 32, p. 3301–3309.
22. Special Event on Impact of Climate Change, Pests and Diseases on Food Security and Poverty Reduction (2005). *Background Document*. 31st Session of the Committee on World Food Security, 23–26 May 2005. FAO. 10 p.

**LAUKSAIMNIECĪBA LATVIJĀ: EKONOMISKĀ AKTIVITĀTE UN
SILTUMNĪCEFEKTA GĀZU EMISIJAS**
AGRICULTURE IN LATVIA: ECONOMIC ACTIVITY AND GHG EMISSIONS

Arnis Lēnerts

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
arnis.lenerts@llu.lv

Abstract. *Agriculture contributes to the economic growth in rural areas and it is a key income source for this population. The sector is not only important from an economic point of view but also in some cases from a social perspective. However, land as a resource of agricultural production is not fully exploited in Latvia. The agriculture sector, including crop and livestock production, is also identified as a major source of greenhouse gases emissions. According to the Latvia's National Inventory Report, the sector's major emission sources come from enteric fermentation (natural digestive process in ruminant animals), manure (manure management, manure applied to soil and manure left on pasture), synthetic fertilizers and cultivated organic soil. In the European Union climate and energy package under the Effort Sharing Decision of 2009 the decision was taken to distribute the 20% reduction obligation for the EU-28 Member States. In order to fulfil the objectives of increasing emissions from agriculture in Latvia by 17% to 2020, it is necessary to introduce additional measures to reduce emissions growth rate.*

Key words: *agriculture, greenhouse gases emissions, additional measures.*

Ievads

Latvijas teritorijā esošo zemes resursu vērtības pieaugumu nosaka pasaules globālie procesi. Kopējais iedzīvotāju skaits un to labklājības pieaugums pasaulē veido būtisku ietekmi uz šo resursu izmantošanu. Lauksaimniecībā izmantojamā zeme (LIZ) ir resurss pārtikas, lopbarības un arī nepārtikas produktu ražošanai (piemēram, biogāzes ražošana un biodegvielas ražošana

(Lenerts, 2012; 2013). Latvijas galvenā ražošanas resursa, LIZ produktīva, ekonomiski izdevīga un efektīva izmantošana ir priekšnoteikums valsts ekonomiskajai attīstībai. Informācija par zemes izmantošanas patieso stāvokli un vērtējums par izmantošanas iespējām ir atšķirīgs dažādos reģistros un pētījumos. Tomēr galvenā kopīgā konstatētā problēma ir Latvijas neoptā vai pilnībā neapstrādātā LIZ. Pēc Lauku atbalsta dienesta (LAD) apkopotās informācijas par LIZ stāvokli, 2013. gadā bija 12% šādu zemju. Visbiežāk LIZ netiek izmantota lauksaimnieciskajai ražošanai, jo ir zems kvalitatīvais novērtējums un salīdzinoši maza lauka kopplatība. Šiem kritērijiem atbilst 79% jeb 232.2 tūkst. ha no neapstrādātajām LIZ Latvijā (Zemes ekonomiski efektīva..., 2014). Meklējot risinājumu Latvijas zemes resursu efektīvai izmantošanai, ir izvirzīts rezultatīvais mērķis līdz 2020. gadam lauksaimnieciskajā ražošanā izmantot līdz 2 milj. ha. LIZ (Lauku attīstības..., 2013). Visu zemes resursu apzināšanai un izvirzītā mērķa sasniegšanai ir izveidots Latvijas Lauku attīstības fonds. Ar fonda atbalstu norit Latvijas LIZ konsolidācijas process, zemniekiem īpašumā iegādājoties zemi, kura līdz šim tika nomāta. Līdz 2015. gada 15. janvārim Fondā saņemti 505 parakstīti aizdevuma līgumi un izsniegti 479 aizdevumi 23.522 milj. EUR apmērā.

Latvijas LIZ izmantošanu pozitīvi ietekmēs no 2015. gada atceltās piena ražošanas kvotas un šajā Kopējās lauksaimniecības politikas (KLP) plānošanas periodā noteiktais vienotā platību maksājuma pieaugums par lauksaimniecības zemi.

Tomēr Latvijas neapstrādāto un aizaugušo aptuveni 300 tūkst. ha. LIZ platību izmantošana lauksaimnieciskās produkcijas ražošanai papildus veidos siltumnīcefekta gāzu emisijas (SEG) no lauksaimnieciskās darbības. Latvijai ir ļauts līdz 2020. gadam palielināt SEG emisiju apjomu par 17% salīdzinājumā ar 2005. gadu nozarēs, kas neietilpst Eiropas Savienības (ES) SEG emisiju kvotu tirdzniecības sistēmā. Lauksaimniecība Latvijā ir otrs lielākais SEG emisijas avots un sastāda 22% no kopējā emisiju apjoma 2012. gadā (NIR, 2014). Veiktie pētījumi, kā arī prognožu dati ES (Agricultural GHG..., 2012) un Latvijā (SEG atļautās..., 2014) norāda uz diviem iespējamajiem scenārijiem, kā izpildīt uzņemtās saistības Latvijai (Eiropas Parlamenta..., 2009) SEG emisiju samazināšanā no lauksaimnieciskās darbības:

- ierobežot lauksaimniecisko ražošanu Latvijā;
- ieviest papildus pasākumus SEG emisiju samazināšanai lauksaimniecībā.

Turpinot lauksaimniecības nozares attīstību ar tradicionālajām metodēm, prognozētais SEG emisiju pieaugums līdz 2020. gadam var pārsniegt 30%.

Lauksaimnieciskās ražošanas sektors dažādās ES valstīs ir būtiski atšķirīgs. Piemēram, vienas lauku saimniecības vidējā apsaimniekotā LIZ vislielākā ir Čehijā (152.4 ha) un Apvienotajā Karalistē (90.4 ha), bet Rumānijā 2/3 no visām lauku saimniecībām apsaimnieko līdz 2 ha LIZ (Eurostat Agriculture..., 2013). Līdzīgi rādītāji ir arī, analizējot lauku saimniecības pēc to ekonomiskā lieluma un ražošanas specializācijas virziena. Ņemot vērā ES-28 dalībvalstu lauku saimniecību būtiskās atšķirības, ir izstrādāti katras valsts individuālie SEG emisiju samazināšanas sasniedzamie mērķi. Katra valsts atsevišķi ir atbildīga par uzņemto saistību izpildi.

Analizējot ekonomiskos procesus Latvijā, līdzīgi kā ES ir novērojama lauku saimniecību konsolidācija. Samazinās saimniecību skaits, un pieaug vienas saimniecības apsaimniekotā LIZ. Tomēr, ņemot vērā ievērojamās atšķirības lauku saimniecību starpā (LIZ platība, ekonomiskais lielums, specializācija, ģeogrāfiskais novietojums), būtiski ir saprast ekonomiskās attīstības iespējas. Pētījuma objekts ir Latvijas lauksaimniecības radītās SEG emisijas, un pētījuma priekšmets – lauksaimniecības radīto SEG emisiju samazināšanas iespējas Latvijā. Pētījuma mērķis ir analizēt lauksaimnieciskās darbības galvenos emisiju izcelsmes avotus un izvērtēt emisiju samazināšanas iespējas.

Materiāli un metodes

Pētījuma gaitā tika izmantoti publiski pieejamie Centrālās statistikas pārvaldes (CSB), Saimniecību uzskaites datu tīkla (SUDAT) un Lauku atbalsta dienesta (LAD) regulāri apkopotie dati. Analizēti Latvijas SEG emisiju ziņojumi (*Latvia's National Inventory report*, 2014). Pētījuma mērķa sasniegšanai un uzdevumu izpildei tika izmantota sekundārā informācija, kuru bija apkopojusi un publicējuši ES un Latvijas zinātnieki par lauksaimnieciskās izcelsmes SEG emisiju pētījumiem. Pētījuma mērķa sasniegšanai tika definēti pētījuma uzdevumi: 1) izpētīt lauksaimnieciskās ražošanas galvenos emisiju avotus Latvijā; 2) definēt lauksaimnieciskās

ražošanas emisiju ierobežošanas nepieciešamību; 3) izstrādāt iespējamās SEG emisiju ierobežošanas pasākumus Latvijā.

SEG samazināšanas mērķu sasniegšanu lauksaimniecībā ES plāno panākt ar politikas plānošanas dokumentiem. To analīze tika izmantota, lai noteiktu, kā ES KLP regulas ietekmēs Latvijas lauksaimniecības attīstību.

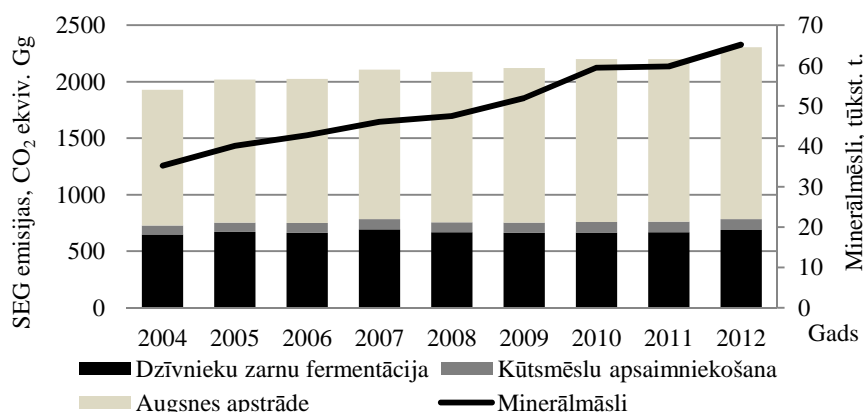
Rezultāti un diskusijas

SEG emisijas lauksaimniecības sektorā galvenokārt veidojas: 1) apstrādājot LIZ un no augsnes izdaloties slāpekļa oksīdam (N_2O); 2) no atgremotājdzīvnieku zarnu trakta, fermentācijas procesā izdaloties metānam (CH_4); 3) no kūtsmēslu apsaimniekošanas, izdaloties metānam (CH_4), amonjakam (NH_3) un vienvērtīgā slāpekļa oksīdam (N_2O). Papildus galvenajiem emisiju avotiem pastāv mazāk svarīgi, kuri šajā pētījumā nav ietverti (fosilo resursu lietošana).

Daudzpusīgie pētījumi un veiktā emisiju uzskaitē norāda, ka galvenais emisiju avots ir N_2O un CH_4 . N_2O emisiju apjoms ir saistīts ar slāpekļa (N) apriti lauku saimniecībā. Latvijā LIZ efektivitātes paaugstināšanai augkopības saimniecībās būtiski ir pieaugusi minerālmēslu izmantošana (1. att.). Pamatota un efektīva N lietošana samazinās emisijas no citiem N savienojumiem un ievērojami samazinās kopējās emisijas. Zinātniskie pētījumi norāda ne tikai uz ieguvumiem SEG emisiju samazināšanā, efektīvi lietojot N, bet arī uz ekonomiskajiem ieguvumiem (Oenema, 2011).

Lauku saimniecībās, kuras nodarbojas ar piena un gaļas ražošanu, veidojas N_2O un CH_4 emisijas, kas sastāda 80–90% no kopējām saimniecības emisijām. Tomēr lopkopības saimniecībām ir iespēja mazināt kopējās SEG emisijas, minerālmēslojumu aizvietojo ar organisko mēslojumu līdzīgi kā Nīderlandē, kura paredz līdz 2015. gadam izveidot līdzsvarotu organiskā mēslojuma tirgu valstī. Latvijā nav pietiekams dzīvnieku skaits uz apstrādājamās platības vienību, tomēr atsevišķās teritorijās ir iespējas samazināt N minerālmēslu izsējas normu, nesamazinot kultūraugu ražību. LIZ saturēs pietiekamu N daudzumu no kūtsmēslu lietošanas, un līdz ar to N izskalošanās un NH_3 emisija būs mazāka. Lopkopības saimniecībām nākotnē tiks izvirzītas noteiktas prasības lopbarības sagatavošanā, jo CH_4 emisiju izdalīšanās ir tieši saistīta ar barības devu un sastāvu. Pētījumi pierāda būtisku emisiju pieaugumu, izēdinot nekvalitatīvu lopbarību.

Trešais būtiskais SEG emisiju avots lauku saimniecībās ir dzīvnieku kūtsmēslu apsaimniekošana. Apsaimniekošanas sistēmas un izbūves noteikumus jau šobrīd paredz ES regulas. Tomēr ir pasākumi, kuri samazina emisijas, bet kuru ieviešana ir atkarīga no lauku uzņēmēja iniciatīvas. Piemēram, kūtsmēslu paskābināšana, anaerobā apstrāde u. c. pasākumi (Sindhøj, Rodhe, 2013) var būtiski samazināt NH_3 , CH_4 un N_2O emisijas. Galveno SEG emisiju grupas lauksaimniecībā un minerālmēslu izlietojums apkopots 1. attēlā.



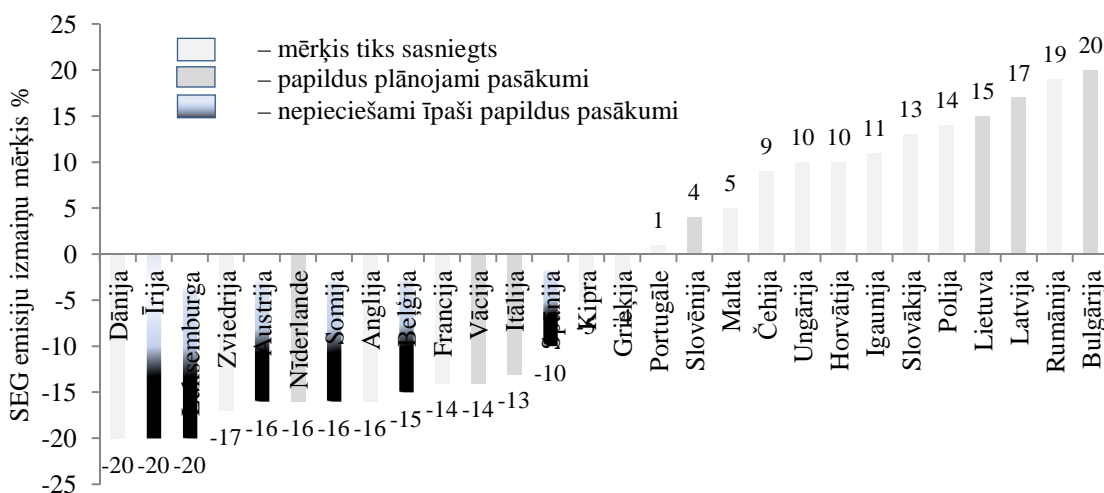
1. att. Lauksaimniecības radītās SEG emisijas un minerālmēslu izlietojums Latvijā.

Fig.1. GHG emissions from agriculture and fertilizer use in Latvia.

Ņemot vērā lauksaimnieciskās ražošanas būtiskās atšķirības dažādās lauku saimniecībās, izšķiroša būs lauku uzņēmēja spēja pieņemt ekonomiski pamatotu saimniekošanas modeli.

Ir jānodrošina saimniecības ilgtspējīga darbība, kura sevī ietver vides, ekonomisko un sociālo faktoru apzināšanu.

Eiropas Komisija (EK) 2012. gadā pieņēma stratēģiju „Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei: Eiropas bioekonomika”. Tās mērķis ir izveidot inovatīvu ekonomiku, kas rada zemas CO₂ emisijas, un veido līdzsvaru starp tādiem faktoriem kā ilgtspējīga lauksaimniecība un zivsaimniecība, nodrošinātību ar pārtiku un atjaunojamo bioloģisko resursu izmantošana rūpniecībā, tajā pašā laikā saudzējot bioloģisko daudzveidību un vidi. Nākotnes izaicinājumi saistīti ar tādu ražošanas sistēmu izveidi, kas rada mazāk SEG emisijas un mazina klimata pārmaiņu nelabvēlīgās sekas. Pieņemtā bioekonomikas stratēģija papildina un uzliek par pienākumu izpildīt saistības, kuras katra dalībvalsts ir apņēmusies veikt saskaņā ar Eiropas Parlamenta (EP) un Padomes Lēmumu (PL) Nr. 406/2009/EK. ES-28 valstu individuālie izvirzītie mērķi un to izpildes gaita SEG emisiju samazināšanai apkopota 2. attēlā.



2. att. ES-28 valstu SEG emisiju sasniedzamie mērķi līdz 2020. gadam.
 Fig. 2. Member States, their ESD target and trends in meeting their 2020 targets.

SEG emisiju uzskaites un prognozēšanas jomā svarīgi dokumenti ir: 1) EP un Padomes regula Nr. 525/2013 par mehānismu SEG emisiju pārraudzībai un ziņošanai un citas informācijas ziņošanai valstu un Savienības līmenī saistībā ar klimata pārmaiņām; 2) EP un Padomes Lēmums Nr. 529/2013/ES par uzskaites noteikumiem attiecībā uz SEG emisijām un piesaisti, kas rodas darbībās, kuras saistītas ar zemes izmantošanu, zemes izmantošanas maiņu un mežsaimniecību, un par informāciju par rīcību, kas saistīta ar šīm darbībām. Saskaņā ar EP un Padomes lēmumu Nr. 406/2009/ pēc 2015. gada tiks novērtēti ES dalībvalstu sasniegtie rādītāji emisiju samazināšanā. Šobrīd EK veiktajos pētījumos tiek modelēti scenāriji lauksaimniecības SEG emisiju iekļaušanai vienotajā kvotu tirdzniecības sistēmā. Kā divi no iespējamajiem risinājumiem ir tieša kvotu tirdzniecība starp ES dalībvalstīm un SEG emisiju nodoklis lauksaimniecībā (Agricultural GHG..., 2012).

Jau šobrīd SEG emisiju samazināšanas pasākumi lauksaimniecībā laika periodā no 2014. līdz 2020. gadam tika ieviesti saistībā ar ES ietvaros plānoto savstarpējās atbilstības ieviešanas priekšnosacījuma saglabāšanu un jo īpaši saistībā ar ieviešamo maksājumu par klimatam un videi labvēlīgu lauksaimniecības praksi jeb „zaļo komponenti”. Tā ir tiešo maksājumu obligāta komponente, kam jāatvēr 30% no tiešo maksājumu kopējās summas, un kas tiks piešķirts kā papildus maksājums visiem pamatmaksājuma saņēmējiem, ja tie ievēros attiecīgās prakses, kas vērstas uz klimata izmaiņu mazināšanu, bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanu, vides aizsardzību, CO₂ emisiju mazināšanu vai piesaisti. Konkrēto pasākumu trīs galvenie virzieni ir:

- 1) kultūraugu daudzveidība – noteiktas platības aramzemē jāsej noteikta skaita kultūraugu sugas;
- 2) ilggadīgo zālāju saglabāšana – tiešajiem maksājumiem pieteiktajās platībās jā saglabā noteikts apjoms zālāju platību;

3) ekoloģiskās nozīmes teritorijas izveidošana – jānodrošina noteikta % atbalsta tiesīgās aramzemes apsaimniekošana atbilstoši ekoloģiskās nozīmes teritorijas pamatprincipiem.

SEG emisiju ierobežošana un ekonomiskās aktivitātes veicināšana Latvijas lauku saimniecībās ir nopietns izaicinājums vietējiem zinātniekiem un lauku saimniecību vadītājiem. Apzinoties situācijas nopietnību Latvijā un strauji tuvojošos lēmuma pieņemšanas beigu datumu ES līmenī, ir jābūt gataviem rīcības plānam. Pētījumiem jāpakļauj visi iespējamie lauksaimniecības SEG emisiju avoti. Sekundāro literatūras avotu izpēte norāda uz paaugstinātu pasaules valstu zinātnieku aktivitāti šo jautājumu izpētē. EK ir finansējusi vairākus pētniecības projektus, saistītus ar emisiju ierobežošanu un vides kvalitātes uzlabošanu. Latvijas zinātnieki ir piedalījušies ES finansētājā pētījumā par kūtsmēslu apsaimniekošanas uzlabošanu Baltijas Jūras valstu reģionā (Sustainable manure..., 2013). Projekta praktisko pētījumu rezultātu un ieteikumu aktīva ieviešana Latvijas lauku saimniecību praksē palīdzēs nodrošināt SEG ierobežošanas mērķu izpildi. Tomēr ir jānodala pasākumi, kurus jāievieš makro līmenī un mikro līmenī. Pēc zinātnieku atzinuma efektīva ir lauku saimniecības ražošanas cikla uzlabošana. Pētījumi pierāda, ja ražošanas resursu izlietojumu precīzi uzskaita un salīdzina ar produkcijas ražošanas rādītājiem, samazinās radīto emisiju apjoms. Papildus jaunajā ES KLP plānošanas periodā ir paredzēts ieviest atbalstu par CO₂ emisiju mazināšanu vai piesaisti saimniecību līmenī. Zema oglekļa emisiju lauksaimniecības prakse ir mērķis ES KLP. Lai noteiktu SEG emisijas tieši lauku saimniecībā, vadošās lauksaimniecības produkciju ražojošās valstis ES ir ieviesušas praksē SEG emisiju kalkulatoru (SEGEK) (Tuomisto *et al.*, 2014). Izmantojot SEGEK, tiek kvantificētas emisijas saimniecībā viena gada vai audzēšanas sezonā. Rezultāti tiek aprēķināti uz: 1) lauku saimniecībā izmantoto LIZ platību (CO₂ ha⁻¹ LIZ) un 2) pieciem galvenajiem saimniecībā ražotajiem produktiem (CO₂ uz prod. vien.). Daži SEGEK rīku piemēri apkopoti tabulā.

Tabula Table
Biežāk lietoto emisiju aprēķināšanas rīki *List of GHG accounting tools*

Izstrādātājs Producer	Nosaukums Tool	Piekļuve Access	Apraksts Brief description	Rādītāji Final unit of measurement	Vietnes adrese Website
<i>Country Land and Business</i>	<i>CALM</i>	Tiešsiste	SEG saimniecībā	Kopējās emisijas	http://www.calm.cla.org.uk
<i>Cool Farm Institute</i>	<i>Cool Farm Tool v1.1</i>	Pieejama programma	SEG saimniecībā	Kopējās emisijas: uz LIZ/ prod. v.	http://www.coolfarmitool.org
<i>Joint Research Center Eiropas Komisija</i>	<i>Solagro</i>	Pieejama programma	SEG saimniecībā	Kopējās emisijas: uz LIZ/ prod. v	https://carbone.solagro.org/current/index.php?uwli=1

LLU veiktā pētījuma „Zemes ekonomiski efektīva, ilgtspējīga un produktīva izmantošana lauksaimniecības un mežsaimniecības produkcijas ražošanai” aprēķini norāda vairākus iespējamus LIZ resursu izmantošanas veidus. Tomēr, vērtējot lauksaimnieciskās ražošanas produktivitātes un rentabilitātes rādītājus dažādām saimniekošanas sistēmām un ražotajai produkcijai, ir jānovērtē ražošanas procesā radītās emisijas. ES KLP ietvarā Lauku attīstībai pieejamie finanšu resursi jānovirza tādu saimniekošanas sistēmu un produkcijas ražošanas atbalstam, kuri var nodrošināt lauku saimniecību ilgtspējīgu attīstību.

Secinājumi

1. Pēc LAD datiem 2013. gadā 12% no Latvijas LIZ bija neefektīvi izmantotas.
2. Zems kvalitatīvais novērtējums un salīdzinoši maza lauka kopplatība bija 79% jeb 232.2 tūkst. ha no neapstrādātajām LIZ.
3. Lauku attīstības plānā 2014.–2020. gadam ir izvirzīts mērķis lauksaimnieciskajai ražošanai izmantot līdz 2 milj. ha. LIZ.
4. Lauksaimnieciskās ražošanas radītās SEG veido 22% no Latvijas kopējām emisijām, sasniedzot pieaugumu pret bāzes gadu 16% 2012. gadā.
5. Latvijas noteiktais mērķis 17% pieaugums SEG emisijas 2020. gadā pret bāzes gadu tiks pārsniegts, sasniedzot 30% pieaugumu.

6. Ieviešot emisiju uzskaites un aprēķina metodiku SEGEK, ir iespējams efektīvāk izmantot saimniecības rīcībā esošos resursus un samazināt lauksaimniecības veidotās SEG emisijas.

Pateicība. Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas „Latvijas ekosistēmu vērtība un tās dinamika klimata ietekmē”, līguma Nr. 2014/VPP2014-2017, atbalstu.

Izmantotā literatūra

1. Lenerts A., Pilvere I. (2012). Role of Land Resources in the Development of the Market of Renewable Energy Sources of Agricultural Origin in Latvia. *In: Economic Science for Rural Development: Proceedings of the international Scientific Conference*. No. 29: Rural Business and Finance, p. 73–79.
2. Lenerts A., Strikis V. (2013). Bio-economy and a sustainable market for biofuels. *In: Ecology, economics, education and legislation: Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Geoconference*, SGEM 2013. Volume II, p. 49–56.
3. *Zemes ekonomiski efektīva, ilgtspējīga un produktīva izmantošana lauksaimniecības un mežsaimniecības produkcijas ražošanai* (2014). LLU, Jelgava, 204 lpp.
4. Lauku attīstības programma 2014.–2020. gadam. Projekts, (2013). 142 lpp. [tiešsaiste][skatīts 2015. g. 15. janv.] Pieejams: www.zm.gov.lv/public/files/CMS_Static_Page_Doc/00/00/00/51/35/LAP2014-2020_projekts.pdf
5. *Latvia's National Inventory report* (2014). Latvian Environment, Geology and Meteorology Centre. [tiešsaiste][skatīts 2015. g. 15. janv.] Pieejams: www.unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submission/items/8108.php
6. *Agricultural GHG emissions in the EU: an exploratory economic assessment of mitigation policy options* (2012). European Commission. Joint Research Centre.
7. SEG atļautās emisijas apjoma samazināšana un Latvijas lauksaimniecība (2014). Latvijas Valsts agrārās ekonomikas institūts. Atskaite par zinātnisko pētījumu. [tiešsaiste][skatīts 2015. g. 15. janv.] Pieejams: Publiski nav pieejams.
8. Eiropas Parlamenta un Padomes Lēmums (2009). Nr. 406/2009/EK par dalībvalstu pasākumiem siltumnīcas efektu izraisīto gāzu emisiju samazināšanai, lai izpildītu Kopienas saistības siltumnīcas efektu izraisīto gāzu emisiju samazināšanas jomā līdz 2020. gadam. [tiešsaiste][skatīts 2015. g. 15. janv.] Pieejams: www.publications.europa.eu/resource/cellar/777c831b-98bc-4f6a-98fb-0383d43bc7c4.0014.02/DOC_1
9. *Agriculture, fishery and forestry statistics* (2013). Eurostat, Pocketbooks. Main results 2013.
10. Oenema O. (2011). Economic Cost of Nitrogen Management in agriculture. TFRN-5 in Paris.
11. Sindhøj B. E., Rodhe L. (2013). Examples of Implementing Manure Processing Technology at Farm Level. Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management.
12. Tybirk K., Luostarinen S., Hamelin L., Rodhe L., Haneklaus S., Poulsen H. D. and Jensen A. L. S., (2013). Sustainable manure management in the Baltic Sea Region. Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management. [tiešsaiste][skatīts 2015. g. 6. janv.] Pieejams: www.eu.baltic.net/redaktion/download.php?type=file&id=2608
13. Tuomisto H. L., De Camillis C., Leip A., Pelletier N., Nisini L., Haastrup P. (2014). Carbon footprint calculator for European farms: preliminary results of the testing phase. *9th International Conference LCA of Food San Francisco, USA*.

TAURIŅZIEŽU AUDZĒŠANA UN VIDES RISKI CULTIVATION OF LEGUMINOUS CROPS AND ENVIRONMENTAL RISKS

Ināra Līpenīte, Aldis Kārklīņš
LLU, Augsnes un augu zinātņu institūts
Inara.Lipenite@llu.lv

Abstract. *The cultivation of leguminous plants significantly affects the status and turnover of nitrogen in soil increasing biochemically active nitrogen pool, changing biological regimes in soil, influencing organic matter mineralisation-humification processes etc. Consequently, not only productivity of crops and nitrogen supply are affected in these areas, but also possible environmental risks are likely to emerge. Many factors are responsible for intensity and possible consequences of these processes and eventual results: species of legumes, cultivation methods, abiotic factors, crop rotation, soil tillage methods etc. In practical farming it is necessary to evaluate the factors and to take them into consideration in the process of decision making, as well as in choosing crop cultivation methods to satisfy the requirements of Good Agricultural Practice and Integrated soil fertility management model.*

Key words: *nitrogen fixation, nitrification, soil mineral nitrogen, nitrogen leaching, nitrogen emissions.*

Ievads

Slāpekļis ir viens no galvenajiem augu barības elementiem. Slāpekļa mēslojums lielā mērā nodrošina lauksaimniecības produkcijas ražošanas līmeni, tāpēc tā patēriņš ir strauji palielinājies un pēdējo 50 gadu laikā daudzkārt pieaudzis. Tauriņziežu dzimtas zālaugu un pākšaugu audzēšana ievērojami palielina simbiotiski saistītā atmosfēras slāpekļa akumulēšanos augsnē. Augsnē nonāk arī šo kultūraugu pēcplaujas atliekas un dažādi citi organiski savienojumi, kuru mineralizācijas rezultātā augsne vēl papildus bagātinās ar slāpekli. Daļu no šādi akumulētā slāpekļa izmanto augi (tauriņzieži, piemistrotie kultūraugi, nezāles), daļa saistās augsnes organisko vielu sastāvā, bet daļa emisijas vai izskalošanās ceļā neproduktīvi zūd no augsnes, radot dažādas nopietnas ekoloģiskas problēmas. Piemēram, paaugstināta nitrātu slāpekļa koncentrācija dzeramajā ūdenī var izraisīt methemoglobinēmiju un citas nopietnas saslimšanas, tāpēc nitrātu koncentrācija dzeramajā ūdenī saskaņā ar Pasaules Veselības organizācijas noteikto standartu nedrīkst pārsniegt 10–11.3 mg L⁻¹ N–NO₃ (Padomes Direktīva ..., 1975; Padomes direktīva ..., 1991; Nitrate and nitrite ..., 2011). Nitrāti ūdenstilpēs var pasliktināt ūdens kvalitāti, izraisīt eitrofikāciju, aļģu ziedēšanu, zivju bojāeju. Sakarā ar to, ka globālā mērogā prasības pēc pārtikas produktu un lopbarības apjoma ar katru gadu pieaug, un tā saražošana nav iedomājama bez slāpekļa mēslojuma izmantošanas, nitrātu izskalošanās radītā ietekme uz apkārtējo vidi, tai skaitā uz cilvēku veselību, ir īpaši aktuāla.

Ļoti bieži notiek diskusijas par problēmām, kas ir saistītas ar slāpekļa savienojumu izskalošanos. Tā ir augu barošanās procesā neizmantoto nitrātu jonu akumulācija augsnes profilā un to salīdzinoši niecīgās iespējas saistīties augsnē. Ar lejupejošo ūdens plūsmu, īpaši ar nokrišņiem bagātos periodos, tie pārvietojas uz pazemes ūdeņiem vai nonāk drenu notecē. Nitrātu uzkrāšanos augsnē veicina pārlieku liela slāpekļa mēslojuma normu iestrāde, mēslošana nepiemērotā laikā, kad nenotiek barības vielu uzņemšana augos, kā arī dažādu slāpekli saturošu organisko savienojumu mineralizācija, ko izraisa ilgstoša neaizņemtā (melnā) papuve, ganību zelmeņu atjaunošana, daudzgadīgo zālāju aparšana, zaļmēslojuma iestrāde u. c. Pētnieki H. J. Dī un K. K. Kamerons zemes lietošanas sistēmas pēc to potenciālā nitrātu izskalošanās riska sarindojuši sekojoši: mežs < zālāji pļaušanai < ganības, aramzeme < ganību aparšana < intensīva dārzkopība (Dī, Cameron, 2002).

Faktiskie nitrātu izskalošanās zudumi ir atkarīgi no augsnes un klimatiskajiem apstākļiem, kā arī no saimniekošanas paņēmieniem un metodēm. Zudumi ir mazāki no smagāka granulometriskā sastāva augsnēm, tāpat tie ir atkarīgi arī no gruntsūdens atrašanās dziļuma. Drenu sistēmas saīsina ūdeņu ceļu cauri augsnes profilam un nodrošina augsnē aerobus apstākļus, veicinot nitrifikāciju, samazinot denitrifikācijas potenciālu. Izskalošanos var ietekmēt augsnes struktūra, makroporu izplatība un to veids. Pa slieku ejām un plaisām tiek nodrošināta ātra nokrišņu ūdeņu infiltrācija, līdzī aiznesot tajā izšķīdušās vielas, sevišķi tad, ja tās nespēj adsorbēties uz augsnes cietdaļiņu virsmas.

Līdz šim lauksaimniecības praksē galvenokārt tika uzskatīts, ka vides riski, ko var radīt slāpekļa savienojumi, ir saistīti ar minerālmēsli vai arī ar dažāda veida kūtsmēsli pārmērīgu vai arī nepareizu lietošanu. Pretstatā tam tauriņzieži tika uzskatīti kā vidi saudzējoši kultūraugi, to audzēšanai piešķirot visnotaļ pozitīvu lomu – gan kā augsnes slāpekļa bagātinātājam, gan arī kā vīdī nekaitīgam augam. Bieži vien pat valda uzskats, ka bioloģiskais slāpeklis (N organisko vielu sastāvā un N, ko piesaista mikroorganismi) ir kultūraugiem, to biomasas patērētājiem un vīdī daudz piemērotāks, dabiskāks, nekaitīgāks, pretstatā tā sauktajam „sintētiskajam” slāpeklim, ko kultūraugiem var nodrošināt ar minerālmēsliem. Raksta mērķis ir sniegt zinātnisko publikāciju apkopojumu par jautājumu, kas saistās ar tauriņziežu audzēšanu un iespējamiem vides riskiem – slāpekļa savienojumu potenciālo migrāciju, emisiju, nonākšanu virszemes un pazemes ūdeņos.

Simbiotiskā slāpekļa saistīšana. Atmosfēras slāpekļa saistīšana tauriņziežos ir nozīmīgs slāpekļa nodrošinājuma veids augiem un arī būtiska augsnes slāpekļa resursu papildināšanas iespēja. Pēc nu jau ilgstoša sintētisko slāpekļa minerālmēsli uzvaras gājiena, pēdējā laikā Eiropā un arī citviet pasaulē no jauna tiek pievērsta lielāka uzmanība tauriņziežu audzēšanai: gan lai pieskaņotos mainīgajai ekonomiskajai un finansiālajai situācijai, gan arī lai mazinātu lauksaimnieciskās darbības ietekmi uz apkārtējās vides kvalitāti un globālām klimata izmaiņām. Tauriņziežu audzēšana var samazināt ieguldījumus slāpekļa minerālmēsli iegādē un zināmā mērā palīdzēt risināt proteīna nodrošinājuma problēmu. Pēdējās desmitgadēs, pateicoties valstu dotācijām un augstākām produkcijas cenām, nozīmīga daļa lauku saimniecību ir pievērsušās organiskajai lauksaimniecībai, kas izslēdz slāpekļa minerālmēsli izmantošanu. Tādējādi tauriņzieži un simbiotiskā slāpekļa fiksācija daļai lauksaimnieku kļūst par būtisku slāpekļa bilances nodrošināšanas neatņemamu sastāvdaļu. Aprēķināts, ka, aizvietojo 1/10 no ES stiebrzāļu platībām, kas paredzētas zāles lopbarības ražošanai, ar tauriņziežu–stiebrzāļu maisījumu, ieguvums Eiropas lopkopības sektoram varētu pārsniegt 1300 miljonus EUR. Papildus tam tiktu ietaupīti fosilās enerģijas resursi, ko patērē slāpekļa minerālmēsli ražošanai. Uzskata, ka līdz ar slāpekļa minerālmēsli izmantošanas samazināšanos no lauksaimniecības platībām mazāks nitrātu daudzums nonāktu ūdens ekosistēmās (Peeters *et al.*, 2006; Rochon *et al.*, 2004).

Tauriņziežu spēja saistīt atmosfēras slāpekli balstās uz to simbiozi ar sugai specifiskām baktērijām, kas attīstās saimniekauga gumiņos. Baktērijas reducē atmosfēras molekulāro slāpekli līdz amonija joniem, kuri daļēji nepastarpināti tiek iekļauti saimniekauga organisko vielu sastāvā, bet daļa nonāk augsnē, no kurienes tos uzņem augi, ieskaitot piemistrētos kultūraugus un nezāles. N fiksācijas norisei augsnē nepieciešams pietiekams bioizmantojams dzelzs un molibdēna daudzums, kā arī pieejami slāpekļa un fosfora savienojumi. Skāba augsnes reakcija nav piemērota mikroorganismu darbībai, jo šādos apstākļos ir vairāk izteikta alumīnija toksiskā iedarbība, apgrūtināta fosfora, kalcija, magnija un molibdēna pieejamība. Savukārt karbonātus saturošās augsnēs slāpekļa fiksāciju kavē fosfora un dzelzs zemā pieejamība augiem un mikroorganismiem. Tauriņziežu saistītā slāpekļa daudzums ir atkarīgs no tauriņziežu īpatsvara zemenī. Pētījumu dati rāda, ka 1 t baltā āboliņa sausnes vidēji saista 30–46 kg, bet sarkanā āboliņa – 24–36 kg N. Slāpekļa saistīšana samazinās, ja augsnē pastiprināti notiek organisko vielu mineralizācijas process un veidojas minerālie slāpekļa savienojumi, ja zālāju mēslošanai tiek lietoti ar N bagāti organiskie mēsli (kūtsmēsli, virca u. c.) vai slāpekļa minerālmēsli. Tāpat bioloģiskā slāpekļa fiksācija mazinās ganību zemenēs, kur slāpeklis augsnē nonāk ar dzīvnieku atstātajiem ekskrementiem un urīnu (Vinther, Jensen, 2000; Carlsson, Hus-Danell, 2003).

Visvairāk audzētie tauriņzieži zālajos ir lucerna, baltais un sarkanais āboliņš, mazāk izplatīti – galega, vīķi un citi. Ir noteikta pozitīva korelācija starp āboliņa un lucernas sausnes ražu un fiksēto slāpekļa daudzumu. Šī sakarība ir spēkā arī viengadīgiem tauriņziežiem. Tā kā saistītā slāpekļa daudzums ir atkarīgs no tauriņziežu sausnes ieguves, tad priekšstatu par saistītā atmosfēras slāpekļa daudzumu var gūt, apskatot vidējo sarkanā āboliņa zelmeņu ražību dažādos ES reģionos (1. tab.).

Baltā āboliņa ražas ir zemākas. Pēc dažādu autoru datiem baltā āboliņa–stiebrzāļu zelmeņa sausnes raža Rietumeiropas valstīs vidēji ir no 7 līdz 11 t ha⁻¹, bet Ziemeļu un Baltijas valstīs – 6–8 t ha⁻¹.

1. tabula

Sarkanā āboliņa sausnes ražas pa izmantošanas gadiem Eiropas reģionos, t ha⁻¹
(pēc Peeters *et al.*, 2006)

Zelmenis, reģions	Zelmeņa izmantošanas gads		
	1. gads	2. gads	3. gads
Sarkanais āboliņš			
Rietumeiropā	10–14	7–10	3–4
Dienvideiropā	13–21	6–13	–
Ziemeļeiropā	7–8	7–8	–
Sarkanais āboliņš–stiebrzāles			
Rietumeiropā	11–17	8–15	–
Ziemeļeiropā	6–9	7–9	5

Tauriņziežu ražā fiksētā slāpekļa daudzums variē gan viena pētījuma ietvaros, gan arī dažādos reģionos un atšķirīgos augsnes un klimatiskajos apstākļos veiktajos izmēģinājumos. Maksimālā bioloģiski fiksētā slāpekļa vērtība baltajam āboliņam sasniedz 373 kg, sarkanajam āboliņam 545 kg, bet lucernai 350 kg ha⁻¹ gadā. Āboliņā fiksētā slāpekļa daudzumus dažādās valstīs veiktajos pētījumos raksturo 2. tabulas dati.

2. tabula

Āboliņa bioloģiski saistītā slāpekļa daudzums lauka izmēģinājumos
(pēc Peeters *et al.*, 2006)

Valsts	Zelmenis	N, kg ha ⁻¹ gadā
Dānija	Baltais + sarkanais āboliņš	128–305
Šveice	Baltais āboliņš	270–370
Beļģija	Sarkanais āboliņš	300–400 (maks. 545)
Lielbritānija	Baltais āboliņš	100–200 (maks. 445)
Lietuva	Baltais āboliņš	12–113
	Sarkanais āboliņš	21–231

Latvijā (Adamovičs, Klāsēns, 2003) visproduktīvākie atmosfēras slāpekļa saistīšanā ir hibrīdās lucernas (*Medicago varia* Hartynf.) zelmeņi, sasniedzot pat 433 kg ha⁻¹ N. Līdzīgi daudzumi – virs 300 kg ha⁻¹ N – noteikti lucernas–stiebrzāļu zelmeņos. Vidēju stāvokli ieņem galegas (*Galega orientalis* Lam.) zelmeņi, kuru slāpekļa saistīšanas produktivitāte ir 156–238 kg ha⁻¹ N. Viszemākā atmosfēras slāpekļa saistīšana novērota 4.–5. izmantošanas gadā baltā āboliņa (*Trifolium repens* L.) zelmeņos, 74–132 kg ha⁻¹ N. Iegūtie rezultāti liecina, ka tauriņziežu simbiotiski saistītais atmosfēras slāpekļlis dod ievērojamu papildinājumu augsnē esošajiem kopējā augiem izmantojamā slāpekļa krājumiem un veido būtisku slāpekļa aprites komponenti.

Tauriņziežu–stiebrzāļu maisījumi bieži vien sasniedz pat lielākas piesaistītā slāpekļa vērtības, salīdzinot ar tauriņziežu tīrsējas zelmeņiem. Vairumā pētījumu tiek noteikts tikai tauriņziežu virszemes biomasā saistītā slāpekļa daudzums, taču ievērojams slāpekļa daudzums uzkrājas arī sakņu biomasā. Ja pākšaugiem tas sastāda vien tikai 10%, tad daudzgadīgajiem zālaugiem šis lielums ir līdz pat 60% no kopējā piesaistītā (fiksētā) slāpekļa daudzuma. Diemžēl precīzi noteikt sakņu piensumu daudzgadīgajiem tauriņziežiem ir grūti, jo saknes atmirst un sadalās pakāpeniski (Carlsson, Huss-Danell, 2003).

Tauriņziežu iekļaušana zālajos ievērojami samazina minerālmēsļu patēriņu. Slāpekļa bioloģiskā fiksācija nodrošina arī stiebrzāļu biomasas veidošanai nepieciešamo slāpekli, tāpēc nitrātu izskalošanās no augsnes zem tauriņziežu zelmeņiem parasti ir daudz mazāka – tikai 30–50%, salīdzinot ar to, kādi slāpekļa zudumi veidojas no intensīvi mēslojamiem stiebrzāļu laukiem. Daudzgadīgo zālāju izmantošanas laikā gan zelmeņa ražība, gan arī saistītā slāpekļa uzkrājums samazinās, taču augsnē paliek zālāju sakņu masa. Zālāju atjaunojot, augsnē nonāk arī augu virszemes daļas (pēcplaujas atliekas), kas kopumā satur ievērojamu slāpekļa daudzumu. Tās

organisko vielu mineralizācijas procesā strauji palielina augsnes minerālā slāpekļa uzkrājumu (Carlsson, Huss-Danell, 2003; Crews, Peoples, 2004).

Tauriņziežu augu un to atlieku mineralizācijas procesa īpatnības. Slāpekļis, kas nonāk augsnē ar augu virszemes atliekām vai atrodas sakņu biomasā, ir saistīts daudzveidīgu organisku savienojumu veidā. Lai tas kļūtu izmantojams augiem kā barības elements vai notiktu slāpekļa savienojumu izskalošanās no augsnes, ir jānotiek organisko vielu mineralizācijas procesam, ko nodrošina augsnes mikroorganismi un to metabolisma produkti. Dažādos apstākļos no augsnē nonākušā zaļmēslojuma (vai arī no augu atlieku materiāla) vienas veģetācijas laikā kultūraugi spēj izmantot aptuveni 5–50% no tajā esošā slāpekļa. Pārējais daudzums zūd no augsnes izskalošanās un/vai emisijas veidā, kā arī tiek iesaistīts noturīgākā (attiecībā pret mineralizāciju) augsnes organiskās vielas sastāvā. Piemēram, tauriņziežu saknes un pēcplaujas atliekas var saturēt no 60 līdz 156 kg ha⁻¹ N pat tad, ja raža ir novākta. *Rhizobium* ģints baktērijas tauriņziežu sakņu zonā izdala ar slāpekli bagātus savienojumus, tai skaitā aminoskābes, kas veicina mikrobioloģisko procesu aktivitāti rizosfērā un augiem pieejamu slāpekļa formu veidošanos. Taču organisko savienojumu mineralizācijas procesa intensitāte un ātrums ir atkarīgs no ļoti dažādiem faktoriem, tāpēc izdalītā minerālā slāpekļa daudzums ir grūti prognozējams (Recous *et al.*, 1990; Hauggaard-Nielsen *et al.*, 1998; Eriksen, Jensen, 2001).

Augu biomasas sadalīšanās praktiski nenotiek, ja augu masa ir sažuvusi un tā nav iestrādāta augsnē. Tomēr jāņem vērā, ka šādos apstākļos no augu masas pakāpeniski izdalās amonjaks. Šī iemesla dēļ zaļmēslojuma augi nedrīkst ilgstoši palikt neiestrādāti, jo amonjaka emisijas zudumi var sasniegt pat 20% no kopējā augu masā esošā slāpekļa daudzuma. No svaiga materiāla emisija praktiski nenotiek, tāpēc zaļmēslojums jāiestrādā pirmajās dienās pēc tā nopļaušanas (Quemada, Cabrera, 1997).

Mineralizācijas procesa ātrums ir atkarīgs arī no augu materiāla sasmalcinātības pakāpes. Mazākas daļiņas veido lielāku virsmu, kas tiek pakļauta mikroorganismu darbībai. Jo augstāka augu daļiņu dispersijas pakāpe, jo vairāk šķīstošu oglekļa un slāpekļa savienojumu ir pieejami mikroorganismiem un mazāk izteikta ir to imobilizācija. Augu materiāls ir vienmērīgi jāsajauc ar augsni, lai neveidojas tā saucamie „karstie un aukstie punkti” – vietas ar organiskā materiāla lielu koncentrāciju, kur strauji notiek mineralizācija, un vietas, kur dominē slāpekļa imobilizācija. Pārāk sekli iestrādātas augu atliekas vairāk pakļautas mitruma deficītam, sasalšanai, atkuššanai. Nedaudz dziļāk augsnē ir stabilāks mitruma un temperatūras režīms, tāpēc mineralizācija notiek vienmērīgāk (Jensen, 1994; Breland, 1994).

Uz mineralizācijas gaitu un ātrumu daudz būtiskāka ietekme ir augu materiāla ķīmiskajam sastāvam. Augu šūnas, neskatoties uz to komplicēto sastāvu, galvenokārt veido polisaharīdi, polipeptīdi un lignīns. Dažādu sugu augiem, kā arī atkarībā no augu daļas un to attīstības fāzes, atsevišķu komponentu saturs var būtiski variēt. Piemēram, tauriņziežu sastāvā ir salīdzinoši augsts proteīnu saturs, savukārt cietes saturs āboliņa *Trifolium repens* stolonos var sasniegt pat 30% no sausnes masas. Salīdzinājumā ar stiebrzālēm, tauriņziežos ir augsts pektīnvielu saturs, savukārt hemicelulozes saturs gan vienos, gan otros augos ir līdzīgs, bet celulozes tauriņziežos ir mazāk. Lignīns tauriņziežos ir koncentrējies pārsvarā ksilēmas audos, un tā daudzums pieaug līdz ar augu vecumu. Augu atlieku sadalīšanās kļūst apgrūtināta, ja lignīna saturs pārsniedz 15% no sausnes masas, taču tauriņziežos lignīna saturs parasti ir mazāks par 10–15% (Kogel-Knabner, 2002).

Kā zināms, tad oglekļa un slāpekļa attiecība (C/N) un arī lignīna un slāpekļa attiecība ir rādītāji, kas nosaka augu materiāla sadalīšanās ātrumu un slāpekļa savienojumu mineralizāciju. Vairumam mikroorganismu optimālā C/N attiecība ir < 25, bet atsevišķas baktērijas un sēnes var sadalīt substrātu ar krietni lielāku oglekļa īpatsvaru. Tomēr oglekļa saturs pats par sevi vien nav galvenais mineralizācijas ātruma noteicējs, svarīgs ir ogļhidrātu sastāvs. Augos, kuros ir augsts brīvo cukuru – saharozes un fruktozes – saturs, oglekļa mineralizācija sākotnēji norit ļoti strauji un šajā procesā tiek imobilizēts liels daudzums slāpekļa. Turpmākai mineralizācijai tiek pakļauti proteīni, ciete, pektīnvielas un dažādu hemicelulozes grupu savienojumi. Vēlākajā periodā seko ksilānu un celulozes sadalīšanās. Lignīns ir izturīgs pret sadalīšanos un parasti iekļaujas humusa veidošanās (sintēzes) procesā (Kogel-Knabner, 2002; Gunnarsson, 2003).

Ogļhidrātu sastāvs un N saturs dažādiem tauriņziežiem ir atšķirīgs. Tas mainās arī atkarībā no augu attīstības fāzes. Līdz ar to atšķirīga var būt gan augu atlieku mineralizācijas gaita un intensitāte, gan arī slāpekļa dinamika augsnē. Eksperimentā, kas veikts Zviedrijas

Lauksaimniecības zinātņu universitātē (Marstorp, Kirchmann, 1991) salīdzināta 6 dažādu tauriņziežu virszemes biomasas slāpekļa savienojumu mineralizācija. 3. tabulā parādīts dažu tauriņziežu sastāvs, kuri maisījumā ar smilts augsni inkubēti 115 dienas $25 \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūrā.

3. tabula
Tauriņziežu ķīmiskais sastāvs, % sausnē (pēc Marstorp, Kirchmann, 1991)

Suga	C _{kop.}	N _{kop.}	C/N	Lignīna C
<i>Trifolium repens</i> L.	39.5	3.10	12.7	10.26
<i>Medicago lupulina</i> L.	42.9	3.12	13.8	10.88
<i>Trifolium subterraneum</i> L.	42.6	3.02	14.1	9.69
<i>Trifolium pratense</i> L.	45.9	2.61	17.6	9.08
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	46.1	2.20	20.9	11.38
<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	45.3	2.52	18.0	12.47

Rezultāti parādījuši, ka inkubācijas laikā no kopējā slāpekļa daudzuma baltajā āboliņā, lucernā un *T. subterraneum* L. mineralizējās 30–35%, sarkanajā āboliņā un *T. resupinatum* L. – tikai 20%, bet *T. alexandrinum* L. vien 17%. Kā redzams tabulā, labāk mineralizējas augi ar augstāku kopslāpekļa saturu un zemāku C/N attiecību. Pēdējiem trim tauriņziežiem sadalīšanās procesa sākumā novērota slāpekļa imobilizācija un tikai pēc 2 nedēļām sācies mineralizācijas process, kas turpinājies visu atlikušo periodu. Baltā āboliņa, lucernas un *T. subterraneum* L. pārveidošanās laikā slāpekļa imobilizācija nav konstatēta.

Lignīna un slāpekļa attiecība augu materiālā arī kalpo kā tā potenciālās sadalīšanās intensitātes indikators. Taču to parasti piemēro substrātiem, kuru C/N attiecība pārsniedz 75. Augu materiāls, ko izmanto zaļmēslojumam, parasti ir ar daudz zemāku C/N attiecību. Pētījumu rezultāti rāda, ka augsnes, kas ir ar lielu izskalošanās risku, būtu nepieciešams manipulēt ar augsnē iestrādājamā augu materiāla ķīmisko sastāvu, lai tā mineralizāciju pieskaņotu augu slāpekļa uzņemšanas dinamikai (Gunnarsson, 2003).

Mineralizācijas procesa ātrumu ietekmē augsnes īpašības: granulometriskais sastāvs, augsnes organisko vielu saturs un sastāvs, augsnes reakcija, kā arī vides apstākļi: temperatūra un mitrums. Svarīga loma ir arī augsnes apstrādes un kultūraugu agrotehnikas īpatnībām. Organisko vielu mineralizācijas process ir sarežģīts, tāpēc grūti prognozējams un vadāms. Pagaidām nav izstrādātas ātras un precīzas metodes, kas ļautu noteikt minerālā slāpekļa uzkrāšanos augsnē dažādu organisko vielu mineralizācijas procesā (Jarvis, 1996). Tomēr problēmai tiek meklēti jauni risinājumi. Aizvien biežāk eksperimentos iegūtie rezultāti tiek izmantoti slāpekļa mineralizācijas matemātisko modeļu izstrādei, kas dotu iespēju precīzāk prognozēt organisko vielu mineralizācijas ātrumu konkrētos apstākļos, un prognozēt augiem pieejamo slāpekļa resursu uzkrāšanās laiku un apjomus. Tas palīdzētu organizēt agrotehniskos pasākumus tā, lai mineralizācijas maksimumu pietuvinātu augu aktīvas slāpekļa uzņemšanas un patēriņa periodam un pēc iespējas vairāk samazinātu slāpekļa izskalošanās zudumus no augsnes (Nykanen *et al.*, 2009).

Tauriņzieži kā zaļmēslojuma augi. Zaļmēslojuma lietošanu galvenokārt praktizē organiskajās saimniecībās, lai uzlabotu un uzturētu augsnes auglību, kā arī panāktu labāku kultūraugu nodrošinājumu ar slāpekli. Tieši tauriņziežus bieži izmanto kā zaļmēslojuma augus sakarā ar to slāpekļa saistīšanas spēju un biomasas kvalitāti, kas dod iespēju paaugstināt kultūraugu ražību. Pēc zaļmēslojuma iestrādes pakāpeniski notiek augsnes minerālā slāpekļa satura palielināšanās, taču, kā rāda pētījumi Skotijā (Baggs *et al.*, 2000), būtisks sekojošā kultūrauga ražas pieaugums nav iegūts ne baltā un sarkanā āboliņa, nedz arī lucernas un citu tauriņziežu gadījumā. Autori to skaidro ar pēcauga sēju tūlīt dažas dienas pēc zaļmēslojuma iearšanas, un prognozē, ka ar zaļmēslojumu iestrādātā slāpekļa efekts varētu labāk izpausties nākamajiem kultūraugiem.

Audzējot kā starpkultūras, tauriņzieži rudens un ziemas periodā nodrošina minerālā slāpekļa savienojumu akumulāciju biomasā, samazinot izskalošanās risku. Iestrādājot šo biomasu pavasarī pirms nākamā kultūrauga sējas, uzlabojas tā nodrošinājums ar augu barības elementiem, kas dod iespēju samazināt mēslojuma vajadzību. Veģetācijas perioda laikā mineralizētā slāpekļa daudzums var sasniegt $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (Baggs *et al.*, 2000).

Citos pētījumos (Thorup-Kristensen *et al.*, 2003; Tonitto *et al.*, 2006) vērtēta starpkultūru nozīme intensīvās lauksaimniecības sistēmā. Melnās papuves aizstāšana ar starpkultūru nodrošina minerālā slāpekļa pārpalikuma saistīšanu augu biomasā periodā pēc ražas novākšanas. Parasti tiek izmantoti aukstumizturīgi augi, tādi kā rudzi vai airene, tomēr arī dažādus āboliņus, lucernu un vīķus var sekmīgi izmantot mērenā klimata zonā, jo tie kalpo arī kā zaļmēslojums, kas papildus var nodrošināt 50–370 kg ha⁻¹ N. Tas veicina gan augsnes organisko vielu satura pieaugumu, gan citu augsnes īpašību uzlabošanu, tomēr intensīvās lauksaimniecības sistēmās šo modeli neatzīst, jo tauriņziežu biomasā iekļautais slāpeklis (atšķirībā no slāpekļa minerālmēsliem), nespēj nodrošināt potenciāli iespējamo ražības līmeni nākamajam kultūraugam. Veicot pieejamo pētījumu rezultātu meta analīzi (Tonitto *et al.*, 2006), noskaidrots, ka pastāv sakarība – tauriņziežu zaļmēslojuma slāpeklis patiešām nespēj nodrošināt tādu pašu ražības līmeni kā slāpekļa minerālmēsli lietošana. Taču papildus ieguvums ražas veidā no intensīvas minerālmēsli lietošanas, salīdzinot ar zaļmēslojuma lietošanu, ir neliels, tikai apmēram 3%. Savukārt mērenas minerālmēsli normas nodrošina mazākas kultūraugu ražas nekā lietotais tauriņziežu zaļmēslojums. Būtiskākais ir fakts, ka ar minerālmēsliem iestrādātais un neizmantotais pārpalikums ir vairāk pakļauts iespējamiem zudumiem, savukārt no tauriņziežu biomasā akumulētā slāpekļa 10–22% tiek uzņemti ar nākamo kultūraugu, 52–78% uzkrājas augsnes organiskajās vielās, un tikai 0.6–3.5% paliek augsnē minerālo savienojumu veidā (atbilstoši pētījumiem izmantojot iezīmēto ¹⁵N). Ievērojamas slāpekļa daļas saistīšanās augsnes organisko vielu sastāvā ļauj prognozēt daudz mazākus nitrātu izskalošanās riskus, izmantojot tauriņziežu zaļmēslojumu.

Zviedrijas zinātnieki (Torstensson *et al.*, 2006), balstoties uz organiskās lauksaimniecības slāpekļa aprites izvērtējumu un salīdzinājumu ar konvencionālo sistēmu, secinājuši, ka slāpekļa ienese organiskajās saimniecībās gan organisko mēsli, zaļmēslojuma, gan tauriņziežu bioloģiski saistītā slāpekļa veidā ir līdzvērtīga vai pat pārsniedz tā ienesi ar minerālmēsliem. Tauriņziežu atliekās esošā slāpekļa mineralizācija bieži vien noris periodos, kad nenotiek slāpekļa uzņemšana augos, tāpēc tā izskalošanās potenciāls tiek vērtēts kā augstāks, salīdzinot ar minerālmēsli lietošanu. Izskalošanās zudumi, ko uzrādījuši lizimetru rādījumi, bijuši augsti pēc tauriņziežu atlieku, kā arī zālāju ar augstu āboliņa īpatsvaru iearšanas. Ražas Zviedrijas organiskajās saimniecībās sastāda tikai 50–75% no iegūtajām, saimniekojot intensīvi. Sinhronisma trūkums starp slāpekļa mineralizāciju no organiskajiem materiāliem un tā uzņemšanu ar kultūraugiem tiek atzīts par galveno cēloni, kāpēc organiskā saimniekošana nav ekoloģiski drošāka par konvencionālo (Torstensson *et al.*, 2006).

To, ka tauriņziežu augi būtiski nepalielina nitrātu saturu augsnē to audzēšanas laikā, bet rada ievērojamus slāpekļa zudumus pēc to iestrādes, apliecina lizimetru pētījumi, kas veikti Lietuvā (Verbyliene, 2014). Konstatēts, ka sarkanā āboliņa zaļmēslojuma iestrāde kopā ar miežu salmiem viegla granulometriskā sastāva augsnē ievērojami palielināja nitrātu koncentrāciju lizimetru notecē. Tā vidēji 5 gados N–NO₃ koncentrācija bija 34.7 mg L⁻¹, bet vasarā – zaļmēslojuma aktīvas mineralizācijas laikā sasniegusi pat līdz 43.9 mg L⁻¹. Slāpekļa izskalošanās zudumi šajā variantā bijuši par 59.0% lielāki nekā variantā, kur pavasarī augsnē iestrādāti tikai salmi, un par 74.5% lielāki nekā par starpkultūru audzējot un iestrādājot kamolzāli. Slāpekļa zudumi varētu būt vēl lielāki, taču zaļmēslojuma augi sakarā ar garo ziemošanas periodu neizveido lielu biomasu. Šī iemesla dēļ arī sarkanā āboliņa zaļmēslojuma ietekme uz nākamo kultūraugu nebija būtiska.

Ziemeļeiropā tradicionāli vasarāju graudaugus audzē ar tauriņziežu pasēju, un pēc tam tauriņziežus iestrādā augsnē kā zaļmēslojumu. Konstatēts, ka šādā veidā nodrošināt pēcaugu ar nepieciešamo slāpekļa daudzumu ir praktiski neiespējami, jo mineralizācijas procesa gaita ir grūti prognozējama.

Slāpekļa mineralizācija no iestrādātā zaļmēslojuma ir atkarīga no tā ķīmiskā sastāva, kā arī no ārējiem faktoriem – temperatūras, mitruma, augsnes īpašībām. Minerālā slāpekļa veidošanos zināmā mērā tomēr var regulēt, izvēloties piemērotākos zaļmēslojuma augus un variējot to iestrādes laiku, lai pēc iespējas samazinātu arī minerālā slāpekļa izskalošanos no augsnes. Ar N bagātāks augu materiāls sadalās vieglāk un ātrāk nekā augi ar mazu N saturu un plašu C/N attiecību. Pētījumos Norvēģijā (Korsaeth *et al.*, 2002) noskaidrots, ka pēc miežu novākšanas, augsnē iestrādājot salmus kopā ar pasējas āboliņu, nitrātu izskalošanās zudumi ir atkarīgi no iestrādes laika. Salīdzinot ar iestrādi vēlāk rudenī (oktobrī), agrāk rudenī ieartais āboliņa–salmu maisījums palielināja slāpekļa izskalošanos par 45%, bet izskalošanās apjoms nemainījās, ja

iearšana tika veikta vēlu rudenī vai pat pavasarī. Arī N pieejamība pēcaugam ir atkarīga no šāda zaļmēslojuma iestrādes laika. Laboratorijas pētījumā noskaidrots, ka pēc iestrādes augsnē sākotnēji notiek āboliņa biomasas mineralizācija un veidojas zināms minerālā slāpekļa uzkrājums. Taču, sākoties salmu mineralizācijai, iepriekš izveidojies slāpekļa uzkrājums tiek imobilizēts. Tādējādi, iestrādājot šādu zaļmēslojumu pavasarī, augi varētu zināmu laiku izmantot āboliņa sadalīšanās rezultātā radušos slāpekli. Tā kā zaļmēslojuma iearšana pavasarī un pēcauga sēja notiek ar ļoti nelielu starplaiku, tad mineralizācija un slāpekļa pieejamība nākamajam kultūraugam tomēr būs maz nozīmīga. Turklāt mineralizācijas sākumposmā veidojas fitotoksīni, kas var aizkavēt sēklu dīgšanu, augu attīstību un minerālā slāpekļa izmantošanu. Mineralizācijas un N uzņemšanas sinhronizācija ir grūti panākama, tāpēc veidojas minerālā slāpekļa zudumi gan izskalošanās, gan imobilizācijas veidā. Lai gan slāpekļa imobilizācija no ekoloģiskā aspekta varētu būt vēlamāka nekā izskalošanās, tomēr jāatceras, ka humusa mineralizācija norisinās daudz lēnāk, bet zaļmēslojuma izmantošanas primārais mērķis ir augu nodrošināšana ar barības vielām.

Audzējot pākšaugus, konstatēts (Moller, Reents, 2009), ka tie veido lielu slāpekļa iznesi ar ražu un pēc ražas novākšanas neizmantotais slāpekļis izskalojas, nenodrošinot pietiekamu N uzkrājumu sekojošajam kultūraugam. Lai situāciju labotu, tiek rekomendēta starpkultūras vai zaļmēslojuma augu audzēšana. Pēc zirņu ražas novākšanas iesējot tauriņziežus (vīķus vai arī zirņus maisījumā ar eļļas rutku), to biomasā, atkarībā no augsnes un audzēšanas ilguma, uzkrājas 56–108 kg ha⁻¹ N, bet bioloģiski saistītais slāpekļis veidojas vēl 30–70 kg ha⁻¹ N. Kad zaļmēslojums tika iestrādāts augsnē, vairāk minerālā slāpekļa konstatēja variantos ar tauriņziežiem, nevis maisījumos ar eļļas rutku. Zaļmēslojuma iestrāde rudenī pirms ziemas kviešu sējas radīja augstāku nitrātu koncentrāciju augsnē līdz pat 1.5 m dziļumam, tomēr pamatā šo slāpekli uzņēma ziemas kvieši. Pavasarī pirms kartupeļu stādīšanas iestrādātais zaļmēslojums nav radījis nitrātu izskalošanos. Gan kartupeļi, gan arī kvieši labi izmantoja ar tauriņziežu zaļmēslojumu iestrādāto slāpekli un deva ražas pieaugumu pat salīdzinājumā ar tauriņziežu–eļļas rutka maisījumu.

Slāpekļa izskalošanās no ganību zelmeņiem. Ganību zelmeņu botāniskais sastāvs var būt diezgan daudzveidīgs, tomēr to kvalitāti lielā mērā raksturo tauriņziežu, parasti baltā āboliņa, klātbūtne. Pateicoties tam arī ganību augsnē uzkrājas simbiotiski saistītais slāpekļis. Taču tauriņziežu īpatsvars un arī slāpekļa saistīšana ir atkarīga no minerālā slāpekļa savienojumu koncentrācijas augsnē, kas ganībās saistīta ne tikai ar mēslojuma lietošanu, bet arī ļoti lielā mērā ar dzīvnieku urīnā un ekskrementos esošā slāpekļa nonākšanu uz augsnes ganību perioda laikā. Šie slāpekļa resursi paaugstina zelmeņa produktivitāti un palielina slāpekļa saturu ganību zālē. Lielākā daļa dzīvnieku ar barību uzņemtā slāpekļa atgriežas atpakaļ ganībās. Tādējādi slāpekļa ienese bieži vien ievērojami pārsniedz tā iznesi ar patērēto zāli, un augsnē veidojas ievērojams slāpekļa pārpalikums, kas pakļauts izskalošanās riskiem (Loiseau *et al.*, 2001; Ledgard *et al.*, 2009).

Noskaidrots (Ledgard, 2001), ka nitrātu izskalošanās no ganībām pieaug eksponenciāli, pieaugot ar mēslojumu un bioloģisko saistīšanu veidotajai ienesei. Urīna slāpekļa īpatsvars izskalošanās zudumos var sastādīt pat līdz 70–90%. Liela ietekme ir arī slāpekļa mēslojumam. Piemēram, no āboliņa–stiebrzāļu ganībām, kas mēslotas ar 0, 207 un 410 kg ha⁻¹ N gadā, izskalošanās zudumi attiecīgi sastādījuši 30, 63 un 130 kg ha⁻¹ N gadā. Zudumi atšķirīgos apstākļos var svārstīties no 5 līdz 200 kg ha⁻¹ N gadā. Intensīvāka izskalošanās novērojama periodos ar lielāku nokrišņu daudzumu, kā arī tad, kad augi slāpekli patērē mazāk, bet vairāk tas uzkrājas augsnē (Ledgard *et al.*, 2009). Parasti izskalošanās konstatēta nitrātu veidā, taču ir arī dati par diezgan ievērojamiem slāpekļa zudumiem šķīstošu organisko, slāpekli saturošo savienojumu veidā (Jones *et al.*, 2004). No tauriņziežu ganībām, kur zelmenis attīstās, pateicoties slāpekļa bioloģiskai saistīšanai, izskalošanās zudumi var būt gandrīz divreiz mazāki salīdzinājumā ar stiebrzālēm, kas mēslotas ar atbilstošu slāpekļa normu – attiecīgi 24 un 47 kg ha⁻¹ N gadā. Ar laiku zudumi no āboliņa–stiebrzāļu zelmeņa vēl samazinās, jo krītas tā produktivitāte, samazinās slāpekļa fiksācija, un līdz ar to mazāk slāpekļa ganībās nonāk arī ar dzīvnieku izdalījumiem (Eriksen *et al.*, 2004).

Izmēģinājumos Jaunzēlandē (Malcolm *et al.*, 2014) iegūti interesanti dati par ganību zelmeņa botāniskā sastāva ietekmi uz nitrātu izskalošanos. Salīdzināti 4 stiebrzāļu–āboliņa maisījumi: daudzgadīgā airene/baltais āboliņš, niedru auzene/baltais āboliņš, viengadīgā airene/baltais āboliņš un minēto stiebrzāļu–baltā un sarkanā āboliņa mists. Rezultāti parādījuši būtisku lietoto stiebrzāļu veida ietekmi uz nitrātu koncentrāciju drenu ūdenī. Slāpekļa izskalošanās zudumi zem viengadīgās airenes/baltā āboliņa zelmeņa bijuši par 24–54% zemāki salīdzinājumā ar

pārējiem trim zāļu maisījumiem. Citā publikācijā (Luscher *et al.*, 2013) minēts, ka arī tauriņziežu suga ietekmē slāpekļa izskalošanos no ganību augsnes – lucernas–stiebrzāļu maisījums izrādījies efektīvāks (mazāki zudumi) nekā baltā āboliņa–stiebrzāļu maisījuma zelmenis.

Slāpekļa zudumi pēc zālāju lauku aparšanas. Ganību zelmeņa atjaunošana vai daudzgadīgo zālāju iekļaušana augu sekā vienmēr ir saistīta ar augsnes apstrādi, līdz ar to liels daudzums augu virszemes atlieku un sakņu masas tiek pakļauts pārveides procesiem. Iearto zālāju (noganīto vai nopļauto) atlieku mineralizācijas process sastāv no divām fāzēm: sākumā 160 līdz 230 dienu laikā notiek strauja jaunienestās organiskās vielas mineralizācija, bet turpmākajā periodā mineralizācijas intensitāte samazinās 2–7 reizes (Vertes *et al.*, 2007). Kā liecina literatūras dati (Djurhuus, Olsen, 1997; Davies *et al.*, 2001; Ball *et al.*, 2007; Necpalova *et al.*, 2013), pēc dabisko un kultivēto zālāju aparšanas, neatkarīgi no to botāniskā sastāva, strauji palielinās minerālā slāpekļa koncentrācija augsnē visos gadījumos. Minerālā slāpekļa saturs augsnē samazinās tikai tad, kad lauks jau ir no jauna apsēts un augi sāk izmantot mineralizācijas rezultātā atbrīvotos slāpekļa resursus. Sakarā ar lielo slāpekļa uzkrājumu zālāju augsnēs, to renovācija var īslaicīgi palielināt minerālā slāpekļa saturu, un tas var sasniegt pat vairāk nekā 200 kg ha⁻¹ N. Šo pieaugumu izraisa: 1) augu atlieku un sakņu mineralizācija pēc lauka aparšanas; 2) īslaicīgs vai ilgāks slāpekļa resursu patēriņa apstākums, kad nenotiek to uzņemšana augos (tās var būt pāris nedēļas, ja tūlīt veic pārsēšanu, vai turpināties līdz pat nākamajam pavasarim, kad lauku apsēs); 3) augsnes apstrādes radītu labvēlīgu apstākļu izveidošanās augsnes mikroorganismiem, kas veic organisko vielu mineralizāciju, un augstais slāpekļa saturs organiskajā materiālā. Kopējie slāpekļa zudumi periodā, kad notiek mineralizācija, ir ievērojami un var sasniegt 130–254 kg ha⁻¹ N. Galvenie pasākumi, kas ierobežo iearstās organiskās vielas mineralizācijas procesā izveidojušos minerālā slāpekļa krājumu zudumus un vides piesārņošanu, ir pareiza aršanas laika izvēle un ganību perioda pārtraukšana apmēram 6 nedēļas pirms lauka aparšanas, lai apturētu papildus dzīvnieku urīna nokļūšanu augsnē. Tāpat vērā ņemami pasākumi ir arī starpkultūru audzēšana un mineralizācijas perioda saskaņošana ar augu slāpekļa uzņemšanu.

Irījā (Davies *et al.*, 2001) veiktos pētījumos vērtēta tauriņziežu saistītā slāpekļa ietekme uz vides kvalitāti pēc lauka aparšanas, kas izraisa augsnē nonākušo organisko vielu mineralizāciju. Salīdzināta stiebrzāļu un āboliņa–stiebrzāļu maisījuma mineralizācija, minerālā slāpekļa uzkrāšanās ražā, izskalošanās un zudumi no augsnes pēc lauka aparšanas gan atstājot to neapsētu, gan arī zālāju pārsējot no jauna. Iegūtos rezultātus raksturo 4. tabulā ievietotie dati par slāpekļa izskalošanās zudumiem no augsnes.

4. tabula
Slāpekļa izskalošanās zudumi 1. un 2. gadā pēc zālāja aparšanas (pēc Davies *et al.*, 2001)

Kultūraugi / agrotehnika	Zudumi no augsnes, kg ha ⁻¹ N–NO ₃	
	1. gadā	2. gadā
Stiebrzāles (bez atjaunošanas)	0.7	1.3
Stiebrzāles (uzarts un pārsēts)	44.3	1.3
Stiebrzāles (uzarts un atstāts neapsēts)	250.6	296.3
Āboliņš–stiebrzāles (bez atjaunošanas)	3.9	1.2
Āboliņš–stiebrzāles (uzarts un pārsēts)	49.9	0.5
Āboliņš–stiebrzāles (uzarts un atstāts neapsēts)	106.8	197.4

Kā redzams, tad no augsnes zem zelmeņa, kas satur tauriņziežus, izskalošanās zudumi bija nedaudz lielāki, taču izmēģinājuma kļūdas robežās. Pēc zālāja aparšanas lielāki nitrātu zudumi novēroti stiebrzāļu zelmeņa gadījumā. Mazāka mineralizācijas intensitāte āboliņa–stiebrzāļu variantā tiek skaidrota ar zemu slāpekļa saturu zāļu maisījuma sakņu masā, kas izraisa pastiprinātu slāpekļa imobilizāciju pēc zelmeņa iearšanas. Arī citi autori (Bending, Turner, 1999) ir konstatējuši: ja N saturs aires saknēs ir zem 1%, visā inkubācijas eksperimenta laikā (168 dienas) ir notikusi N imobilizācija. Par kritisko N saturu tauriņziežu saknēs, pie kura sākas slāpekļa imobilizācija, tiek nosaukti 2.3% N, taču ir sastopami apgalvojumi, ka N saturs 1.34–2.53% četru dažādu tauriņziežu saknēs ir nodrošinājis to „neto” mineralizāciju. Pētniece S. Gunnarsone izsaka pieņēmumu, ka slāpekļa imobilizācija šajos eksperimentos visticamāk bija saistīta nevis ar zemāku

slāpekļa saturu āboliņa–tauriņziežu zelmeņa sakņu masā, bet gan ar lielāku vienkāršo cukuru saturu zāļu maisījuma augu atliekās, kuru sadalīšanās arī izraisīja slāpekļa imobilizāciju un mazākus izskalošanās zudumus (Gunnarsson, 2003).

Nīderlandē (Velthof *et al.*, 2010) veikti izmēģinājumi, kas parāda daudzgadīgo zālāju atjaunošanas metodes un laika ietekmi uz nitrātu izskalošanos un slāpekļa oksīdu emisiju no augsnes. Salīdzinot zālāju renovācijas laika ietekmi uz nitrātu izskalošanos, konstatēts, ka pavasarī iearts zālājs rada mazāku minerālā slāpekļa uzkrājumu augsnē un arī izskalošanās zudumus, nekā veicot šos pasākumus rudenī. Lai gan arī renovācija pavasarī rada nitrātu slāpekļa satura strauju pieaugumu uz vairākām nedēļām līdz pat mēnesim, atjaunojoties zelmenim, slāpekļis tiek patērēts biomasas veidošanai. Vislielākais nitrātu uzkrājums veidojās, kad pēc zālāju aparšanas rudenī tā pārsēšana tika atlikta uz pavasari. Minerālā slāpekļa uzkrājums augsnē rudenī kalpo kā labs indikators potenciālajiem nitrātu izskalošanās zudumiem pavasarī, kad nitrātu koncentrācija var sasniegt pat $80 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_3$. Tiek uzskatīts, ka, notiekot organisko vielu mineralizācijai augsnē, nozīmīgs slāpekļa izskalošanās komponents bez nitrātiem ir arī šķīstošie organiskie slāpekļa savienojumi, kuru veidošanās ir proporcionāla N mineralizācijas intensitātei. Izmēģinājumos Nīderlandē pastiprināta organisko N savienojumu uzkrāšanās augsnes profilā un izskalošanās periodā pēc zālāju pārsēšanas nav konstatēta, lai gan to krājumi mālainā augsnē bija virs $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, bet smilšainā ap $60\text{--}80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$.

Atjaunojot stiebrzāļu un āboliņa–stiebrzāļu laukus Skotijā (Davies *et al.*, 2001), nitrātu izskalošanās zudumi pēc to pārsēšanas sastādīja $44\text{--}50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Tas atbilst Lielbritānijā noteiktajam pieļaujamajam līmenim, jo jāņem vērā, ka zālāju pārsēšanu veic apmēram reizi 7 gados, tādējādi vidēji gadā zudumi sastāda vien aptuveni $7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Pārsēšana parasti tiek veikta vai nu pavasarī vai vasaras beigās, kad temperatūras un mitruma apstākļi ir labvēlīgi jauna zelmeņa attīstībai un līdz ar to minerālā slāpekļa uzņemšanai augos, tādējādi samazinot nitrātu izskalošanās riskus.

Svarīgs aspekts, kas būtu jāievēro kā tauriņziežu, tā arī citu kultūraugu audzēšanas sistēmās, ir divu procesu sinhronizācija – augu atlieku mineralizācija un radušos slāpekļa savienojumu saistīšana nākamā kultūrauga biomasā. Diemžēl minerālā slāpekļa atbrīvošanās no organiskās vielas un mēslojuma nesākas ar kultūrauga sēju un nebeidzas ar tā novākšanu, bet viengadīgie augi slāpekli intensīvi izmanto tikai īsu brīdi, 1–2 mēnešus. Pētījumi rāda, ka no slāpekļa, ko atstāj priekšaugi, nākamais kultūraugs var izmantot mazāk nekā 15–20%. Lai palielinātu mineralizētā slāpekļa izmantošanos, tiek rekomendēts augsekās iekļaut daudzgadīgos zālaugus ar labi izveidotu dziļu sakņu sistēmu, kas akumulētu slāpekli un mazinātu izskalošanos. Kā piemērots augs tiek minēta lucerna, kas spēj uzņemt nitrātus no augsnes līdz pat 3 m dziļumam. Tāpat noderīga ir starpkultūru ieviešana, pasējas augi, kas neļauj ilgstoši atstāt augsnes slāpekļa resursus bez izmantošanas (Crews, Peoples, 2005).

Pētījumu rezultāti ir dažādi, dažkārt pat pretrunīgi, tomēr jāņem vērā, ka tie veikti atšķirīgās augsnēs, dažādos agroklimatiskajos un hidroloģiskajos apstākļos. Izvērtējot vairākas augkopības sistēmas pēc to potenciālajiem slāpekļa zudumiem, kā jutīgākais tiek atzīmēts tauriņziežu zaļmēslojuma/starpkultūras/mulčas variants, jo tauriņzieži saista atmosfēras molekulāro slāpekli un maz izmanto augsnes minerālo slāpekli, savukārt N zudumi ir saistīti gan ar tauriņziežu atlieku specifisko ķīmisko sastāvu, šauru C/N attiecību, gan arī ar šī materiāla mineralizācijas periodu, sevišķi tad, ja nenotiek intensīva kultūraugu augšana un ir liels nokrišņu daudzums (Williams *et al.*, 2014).

Pākšaugu audzēšanas ietekme uz nitrātu izskalošanos. Dažādas tauriņziežu sugas raksturo atšķirīga atmosfēras slāpekļa saistīšanas spēja, akumulācija savā virszemes biomasā un uzkrājumu veidošana augsnē. Pastāv pieņēmums, ka pastiprināta nitrātu izskalošanās no augsnes pēc pākšaugu audzēšanas ir saistīta ar 1) pākšaugu salīdzinoši vāji attīstīto sakņu sistēmu, 2) nelielu augsnes slāpekļa resursu izmantošanu veģetācijas perioda laikā, un 3) augstu slāpekļa saturu biomasā. Pētījumā (Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2009) noskaidrots, ka lielāko daļu no pākšaugu biomasā uzkrātā slāpekļa veido bioloģiski saistītais slāpekļis. Lauka pupu virszemes masā tas sastādīja 99%, lupīnas – 75%, bet zirņu – 52% no kopējā slāpekļa daudzuma biomasā. Lai mazinātu mineralizācijas un bioloģiskās fiksācijas rezultātā izveidojušos slāpekļa uzkrājumu izskalošanās risku, mērenā klimata zonā tiek praktizēta pasējas augu izmantošana pākšaugu sējumos, lai tie daļēji akumulētu augsnes minerālo slāpekli. Kā pasējas augus izmanto viengadīgo aireni, āboliņa–

stiebrzāļu maisījumu u. c. Pēc to iestrādes pakāpeniski tiek atbrīvoti tur akumulētie augu barības elementi, kas var pozitīvi ietekmēt nākamā kultūrauga ražu. Turklāt šādi pasējas augi var uzlabot arī augsnes fizikālās īpašības, gaisa un mitruma režīmu, mazināt erozijas risku, nomākt nezāles, samazināt slimību un kaitēkļu izplatību. Lizimetru izmēģinājumā nitrātu izskalošanās, audzējot pākšaugus, ir bijusi $67.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ zem lauka pupām, $75.7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ zem lupīnas un $83.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ zem zirņiem. Salīdzinājumam izskalošanās kontrolē zem auzām – $59.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Kā atzīmē autori, pasējas augu esamība izskalošanās zudumus audzēšanas gadā nav izmainījusi, tomēr pēc augu atlieku iestrādes turpmākajā periodā mazāki zudumi vērojami variantos ar pasēju. Augsnes slāpekļa bilance, audzējot pākšaugus (bez mēslojuma lietošanas), ir bijusi negatīva lupīnas un zirņu gadījumā, bet pozitīva, audzējot pupas. Arī citā pētījumā (Thomsen *et al.*, 2001) pupas saistījušas vairāk atmosfēras slāpekļa un atstājušas vairāk N augsnē, salīdzinājumā ar zirņiem un lupīnu, tādējādi radot lielāku izskalošanās risku, ja netiek pasēti zālaugi.

Slāpekļa savienojumu emisija. Slāpekļa oksīdu veidošanās un emisija no augsnes ir saistīta ar minerālā slāpekļa savienojumu reducēšanās (denitrifikācijas) un oksidēšanās (nitrifikācijas) procesu gaitu, kuru veic daudzveidīgi augsnes mikroorganismi. Galvenie šo procesu noteicošie faktori ir augsnes mikrobioloģiskā aktivitāte, augsnes fizikālās īpašības un reakcija, temperatūra, mineralizācijai noderīga substrāta nodrošinājums. Tauriņzieži augsekās un dabiskos zālajos vai arī tie kā zaļmēslojuma augi papildina augsni ar bioloģiski saistīto slāpekli – līdz ar to palielina slāpekļa oksīdu veidošanās un emisijas potenciālu. Noskaidrots (Williams *et al.*, 2014), ka, audzējot tauriņziežus, slāpekļa oksīdu emisija veidojas trīs dažādos procesos: a) denitrifikācijas procesā, kas notiek gumiņos; b) bioloģiski saistītā slāpekļa nitrifikācijas un denitrifikācijas rezultātā; c) ar slāpekli bagāto augu atlieku sadalīšanās procesā, kura rezultātā veidojas minerālā slāpekļa savienojumi. Kopējo slāpekļa oksīdu daudzumu, kas veidojas tauriņziežu veģetācijas perioda laikā, raksturo 5. tabulā redzamais literatūras datu apkopojums (Jensen *et al.*, 2011). Pārskata autori norāda, ka atmosfērā izdalīto slāpekļa oksīdu daudzums ir salīdzinoši niecīgs, turklāt jāņem vērā, ka arī pati augsne, neņemot vērā veģetācijas ietekmi, gadā vidēji emitē $1.2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, bet atkarībā no augsnes īpašībām un apstākļiem, emisija variē no 0.03 līdz $4.8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$.

5. tabula

N₂O emisija veģetācijas periodā (pēc Jensen *et al.*, 2011)

Agroekosistēma	Kultūraugi	N – N ₂ O, kg ha ⁻¹
Zālāji	Mēslošanas stiebrzāļu ganības	4.5 (0.3–18.6)
	Āboliņa–stiebrzāļu zelmenis	0.5 (0.1–1.3)
Tauriņziežu zelmeņi	Lucerna	2.0 (0.7–4.6)
	Baltais āboliņš	0.8 (0.5–0.9)
Pākšaugi	Lauka pupas	0.4
	Lupīna	0.05
	Lauka zirņi	0.7 (0.4–1.7)
	Soja	1.6 (0.3–7.1)

Līdzīgi kā slāpekļa izskalošanās no augsnes, arī emisija pastiprināti notiek tad, kad augsnē nonāk vai veidojas lielāki minerālā slāpekļa krājumi, ko nespēj patērēt augi. Piemēram, lielāks tauriņziežu īpatsvars ganību zelmeņos, dzīvnieku atstātie ekskrementi un urīns un arī denitrifikācija, ko veicina anaerobi apstākļi dzīvnieku sablīvētā mitrā augsnē, slāpekļa oksīdu emisiju būtiski palielina un tā var sasniegt pat $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, taču, ja ganību zelmeņi vēl papildus tiek mēsloti, tad emisija tuvojas $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ (Ledgard *et al.*, 1999; Eckard *et al.*, 2003; Hyde *et al.*, 2006; Luo *et al.*, 2008).

Būtiski slāpekļa emisiju ietekmē arī tauriņziežu zālāju, zaļmēslojuma augu un starpkultūru iearšana augsnē, kas izraisa mineralizācijas straujāku norisi, bet līdz ar to arī augsnes mikrobioloģisko aktivitāti – pastiprinās gan nitrifikācijas, gan arī denitrifikācijas procesi. Līdz ar to īslaicīgi, taču strauji pieaug gan slāpekļa oksīdu veidošanās, gan arī to emisija. Pētījumā Lielbritānijā (Ball *et al.*, 2007) ganību atjaunošanas laikā pēc zelmeņa iearšanas emisija dienā sastādījusi no 20 g līdz pat $150 \text{ g ha}^{-1} \text{ N}$ un palielinājusies, pieaugot temperatūrai un palielinoties nokrišņu daudzumam. 17 mēnešu laikā šie zudumi veidoja ap 8 kg ha^{-1} , taču šo daudzumu varēja

samazināt, ja kādu laiku pirms aparšanas zelmeņa noganīšana tika pārtraukta un mazinājās dzīvnieku atstāto izdalījumu masa un līdz ar to arī slāpekļa ienese. G. L. Velthofs ar pētnieku grupu atzīmē, ka, atjaunojot zālājus, slāpekļa oksīdu emisija var turpināties no dažām nedēļām līdz pat vairākiem mēnešiem (Velthof *et al.*, 2010). Turklāt būtiski vairāk slāpekļa šādā veidā zūd no smaga granulometriskā sastāva augsnēm, kā arī tad, ja zālāji tiek pārsēti rudenī, kad ir vairāk nokrišņu.

Neskatoties uz to, ka atsevišķos periodos slāpekļa oksīdu emisija no tauriņziežu platībām var palielināties, slāpekļa zudumi emisijas rezultātā ir ievērojami zemāki, nekā tam izskalojoties. Kā norāda IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*), emisijas zudumi nevar būtiski ietekmēt ekoloģisko situāciju un klimata pārmaiņas, tāpēc šī organizācija ir izslēgusi tauriņziežu fiksēto slāpekli kā potenciālo N₂O avotu no emisijas aprēķina vadlīnijām (Williams *et al.*, 2014).

Kopsavilkums

Tauriņziežu audzēšana atstāj būtisku ietekmi uz slāpekļa apriti augsnē. Palielinās bioķīmiski aktīvo slāpekļa savienojumu krājumi, mainās augsnes bioloģiskie režīmi, tiek ietekmēta organisko vielu mineralizācijas–humifikācijas gaita un citi procesi. Tas ietekmē ne tikai šajās platībās audzēto kultūraugu apgādi ar tiem nepieciešamajiem slāpekļa savienojumiem, bet arī nosaka iespējamās vides riskus. Dažādās tauriņziežu sugas, to audzēšanas agrotehnika, ārējās vides apstākļi, sējumu secība u. c. agronomiskās prakses īpatnības ietekmē šo procesu virzību un iespējamās sekas. Tās ir jāprot novērtēt un ņemt vērā, plānojot agronomiskās darbības, lai saimniekošanas prakse atbilstu Labas Lauksaimniecības un Integrētas augsnes auglības pārvaldības modelim.

Izmantotā literatūra

1. Adamovičs A., Klāsens V. (2003). Lopbarības tauriņziežu atmosfēras slāpekļa saistīšanas produktivitāte lesivētās brūnaugsnēs. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 5, 132.–137. lpp.
2. Baggs E. M., Watson C. A., Rees R. M. (2000). The fate of nitrogen from incorporated cover crop and green manure residues. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 56, p. 153–163.
3. Ball B. C., Watson C. A., Crichton I. (2007). Nitrous oxide emissions, cereal growth, N recovery and soil nitrogen status after ploughing organically managed grass/clover swards. *Soil Use and Management*, Vol. 23, p. 145–155
4. Bending G. D., Turner M. K. (1999). Interaction of biochemical quality and particle size of crop residues and its effect on the microbial biomass and nitrogen dynamics following incorporation into soil. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 29, p. 319–327.
5. Breland T. A. (1994). Enhanced mineralization and denitrification as a result of heterogeneous distribution of clover residues in soil. *Plant and Soil*, Vol. 166, p. 1–12.
6. Carlsson G., Huss-Danell K. (2003). Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil*, Vol. 253, p. 353–372.
7. Crews T. E., Peoples M. B. (2004). Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological trade and human needs. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 102, p. 279–297.
8. Crews T. E., Peoples M. B. (2005). Can the synchrony of nitrogen supply and crop demand be improved in legume and fertilizer-based agroecosystems? A review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 72, p. 101–120.
9. Davies M. G., Smith K. A., Vinten A. J. A. (2001). The mineralisation and fate of nitrogen following ploughing of grass and grass-clover swards. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 33, p. 423–434.
10. Di H. J., Cameron K. C. (2002). Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 64, p. 237–256.
11. Djurhuus J., Olsen P. (1997). Nitrate leaching after cut grass/clover leys as affected by time of ploughing. *Soil Use and Management*, Vol. 13, Issue 2, p. 61–67.
12. Eckhard R. J., Chen D., White R. E., Chapman D. F. (2003). Gaseous nitrogen loss from temperate perennial grass and clover dairy pastures in South-eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 54, p. 561–571.
13. Eriksen J., Jensen L. S. (2001). Soil respiration, nitrogen mineralization and uptake in barley following cultivation of grazed grasslands. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 33, p. 139–145.

14. Eriksen J., Vinther F. P., Soegaard K. (2004). Nitrate leaching and N₂-fixing in grasslands of different composition. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, Vol. 142, p. 141–151.
15. Gunnarsson S. (2003). *Optimisation of N release – influence of plant material chemical composition on C and N mineralisation*. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 54 p.
16. Hauggaard-Nielsen H., de Neergaard A., Jensen L. S. *et al.* (1998). A field study of nitrogen dynamics and spring barley growth as affected by the quality of incorporated residues from white clover and ryegrass. *Plant and Soil*, Vol. 203, p. 91–101.
17. Hauggaard-Nielsen H., Mundus S., Jensen E. S. (2009). Nitrogen dynamics following grain legumes and subsequent catch crops and the effects on succeeding cereal crops. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 84, p. 281–291.
18. Hyde B. P., Hawkins M. J., Fannig A. F., Noonan D. *et al.* (2006). Nitrous oxide emissions from fertilized and grazed grassland in the south of Ireland. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 75, p. 187–200.
19. Jarvis S. C. (1996). Future trends in nitrogen research. *Plant and Soil*, Vol. 181, p. 47–56.
20. Jensen E. S. (1994). Mineralisation–immobilization of nitrogen with low C:N ratio plant residues with different particle size. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 26, p. 519–521.
21. Jensen E. S., Peoples M., Boddey R. M., Gresshoff M. J., Hauggaard-Nielsen H., Alves B. J. R., Morrison M. J. (2011). Legumes for the mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Vol. 32, p. 329–364.
22. Jones D. L., Shannon D., Murphy D. V., Farrar J. (2004). Role of dissolved organic nitrogen (DON) in soil N cycling in grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 36, p. 749–756.
23. Kogel-Knabner I. (2002). The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 34, p. 139–162.
24. Korsaeht A., Henriksen T. M., Bakken L. R. (2002). Temporal changes in mineralization and immobilization of N during degradation of plant material: implications for the plant supply and nitrogen losses. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 34, p. 789–799.
25. Ledgard S., Schils R., Eriksen J., Luo J. (2009). Environmental impacts of grazed clover/grass pastures. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, Vol. 48, p. 209–226.
26. Ledgard S. F. (2001). Nitrogen cycling in low input legume-based agriculture, with emphasis on legume/grass pastures. *Plant and Soil*, Vol. 228, p. 43–59.
27. Ledgard S. F., Penno J. W., Sprosen M. S. (1999). Nitrogen inputs and losses from clover/grass pastures grazed by dairy cows, as affected by nitrogen fertilizer application. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, Vol. 132, p. 215–225.
28. Loisean P., Carrere P., Lafarge M., Delfy R., Dublanche J. (2001). Effect of soil-N and urine-N on nitrate leaching under pure grass, pure clover and mixed grass/clover swards. *European Journal of Agronomy*, Vol. 14, p. 113–121.
29. Luo J., Ledgard S. F., de Klien C. A. M., Lindsey S. B., Kear M. (2008). Effects of dairy farming intensification on nitrous oxide emission. *Plant and Soil*, Vol. 309, p. 227–237.
30. Luscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J. F., Rees R. M., Peyraud J. L. (2013). Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe. *In: The role of grasslands in a green future. Threats and Perspectives in less favoured areas*. Proceedings of the 17th Symposium of the European Grassland Federation, Akureyri, Iceland, 23–26 June 2013. p. 3–29.
31. Malcolm B. J., Cameron K. C., Di H. J., Edwards G. R., Moir J. L. (2014). The effect of four different pasture species compositions on nitrate leaching losses under high N loading. *Soil Use and Management*, Vol. 30, p. 58–68.
32. Marstorp H., Kirchmann H. (1991). Carbon and nitrogen mineralization and crop uptake of nitrogen from six green manure legumes decomposing in soil. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Vol. 41, p. 243–252.
33. Moller K., Reents H. J. (2009). Effect of various cover crops after peas on nitrate leaching and nitrogen supply to succeeding winter wheat or potato crops. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, Vol. 172, Issue 2, p. 277–287.

34. Necpalova M., Casey I., Humphreys J. (2013). Effect of ploughing and reseeded of permanent grassland on soil N, N leaching and nitrous oxide emissions from a clay-loam soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 95, Issue 3, p. 305–317.
35. Nitrate and nitrite in drinking-water. *Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality*. World Health Organization, 2011. Pieejams: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite2ndadd.pdf
36. Nykanen A., Salo T., Granstedt A. (2009). Simulated cereal nitrogen uptake and soil mineral nitrogen after clover-grass leys. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 85, p. 1–15.
37. Padomes Direktīva 75/440/EEC (1975. gada 16. jūnijs) par dzeramā ūdens ieguvei paredzētā virszemes ūdens kvalitāti dalībvalstīs. Publicēts 25.07.1975. Pieejams: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0440&from=en>
38. Padomes Direktīva 91/676/EEK (1991. gada 12. decembris) attiecībā uz ūdeņu aizsardzību pret piesārņojumu, ko rada lauksaimnieciskas izcelsmes nitrāti. Publicēts 31.12.1991.
39. Peeters A., Parente G., Le Gall A. (2006). Temperate legumes: key-species for sustainable temperate mixtures. *Grassland Science in Europe*, Vol. 11, p. 205–220. Pieejams: <http://www.seepastos.es/docs%20auxiliares/Actas%20Reuniones%20escaneadas/Proceedings/sessions/Session%202/2.205.pdf>
40. Quamada M., Cabrera M. L. (1997). Temperature and moisture effects on C and N mineralization from surface applied clover residue. *Plant and Soil*, Vol. 189, p. 127–137.
41. Recous S., Mary B., Faurie G. (1990). Microbial immobilisation of ammonium and nitrate in cultivated soils. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 22, p. 913–922.
42. Rochon J. J., Doyle C. J., Greef J. M., Hophins A. *et al.* (2004). Grazing legumes in Europe: a review of their status, management, benefits, research needs and future prospects. *Grass and Forage Science*, Vol. 59, p. 197–214.
43. Thomsen I. K. (2005). Nitrate leaching under spring barley influenced by the presence of a ryegrass catch crop: results from a lysimeter experiment. *Agriculture, Ecosystems, Environment*, Vol. 111, p. 21–29.
44. Thomsen I. K., Kjellerup V., Christensen B. T. (2001). Leaching and plant offtake of N in field pea/cereal cropping sequences with incorporation of N-15-labelled pea harvest residues. *Soil Use and Management*, Vol. 17, p. 209–216.
45. Thorup-Kristensen K., Magid J., Jensen L. S. (2003). Catch crop and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Advances in Agronomy*, Vol. 79, p. 227–302.
46. Tonitto C., David M. B., Drinkwater L. E. (2006). Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 112, p. 58–72.
47. Torstensson G., Bergstrom L., Mattsson L., Kirchmann H. (2006). Organic farming increases nitrate leaching from soils under cold-temperate conditions. 18th World Congress of Soil Science July 9–15, 2006. – Philadelphia, Pennsylvania, USA. Available at: <https://crops.confex.com/crops/wc2006/techprogram/P15764.HTM>
48. Velthof G. L., Hoving I. E., Dolfing J., Smit A., Kuikman P. J., Oenema O. (2010). Method and timing of grassland renovation affects herbage yield, nitrate leaching, and nitrous oxide emission in intensively managed grasslands. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 86, p. 401–412.
49. Verbyliene I. (2014). *Effects of agricultural practices on migration of chemical elements in sandy loam Luvisol*. Summary of Doctoral Dissertation. Agricultural Science, Agronomy (01 A). Akadēmija. 32 p.
50. Vertes F., Hatch D., Velthof G., Taube F., Laurent F., Loiseau P., Recous S. (2007). Short-term and cumulative effects of grassland cultivation on nitrogen and carbon cycling in ley-arable rotations. *Grassland Science in Europe*, Vol. 12, p. 227–246.
51. Vinther F. P., Jensen E. S. (2000). Estimating legume N₂ fixation in grass-clover mixtures of a grazed organic cropping system using two ¹⁵N methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 78, p. 139–147.

52. Williams M., Roth B., Pappa V., Rees R (2014). Nitrogen and phosphorus losses from legume-supported agriculture. *In*: Williams M., Stout J., Roth B., Cass S., Pappa V., Rees R. *Environmental implications of legume cropping*. Legume Futures Report 3.7. Available from www.legumefutures.de

METĀNA EMISIJAS LOPKOPIBAS NOZARĒ UN TO SAMAZINĀŠANAS IESPĒJAS

Lilija Degola, Aiga Trūpa, Elita Aplociņa

LLU, Agrobiotehnoloģijas institūts

lilija.degola@llu.lv, aiga.trupa@llu.lv, elita.aplocina@llu.lv

Metāna (CH₄) emisija atmosfērā rodas no fermentācijas atgremotāju dzīvnieku zarnās, kā arī no nepareizi uzglabātiem un izkliedētiem kūtsmēsliem. CH₄ izdalīšanās ir saistīta ar barības devu un tās sastāvu. Atgremotājiem dzīvniekiem spureklī no rupjās barības galvenokārt veidojas acetāts. Tomēr atgremotājiem ir raksturīgs metānu veidojošs process, kas ievērojami samazina enerģijas daudzumu, ko dzīvnieks iegūst no rupjās barības. Metāna izdalīšanās no organisma notiek atgremotājiem dzīvniekiem: govīm, aītām un kazām, kuriem 2–12% no barības kopējās enerģijas vai 8–12% no sagremojamās enerģijas daudzuma zaudē ar metānu CH₄. Intensīvajā lopkopībā metāna zudumi ir 3–7% no barības bruto enerģijas (Martin *et al.*, 2008). Izbarojot atgremotājiem dzīvniekiem vairāk rupjo barību, īpaši sienu, veidojas vairāk CH₄, turklāt, izēdinot no pāraugušas zāles gatavotu sienu vai skābbarību, kurai ir augsts kokšķiedras, īpaši NDF saturs, metāna veidošanās būtiski palielinās. Vidēji uz 100 kg dzīvmasas slaucamā govš patērē 1.2 kg NDF. Jo smagāka govš, jo lielāks NDF patēriņš, augstāka metāna izdalīšanās, taču arī izslauktā piena daudzums bieži vien ir lielāks. Rēķinot izdalītā metāna daudzumu uz piena vienību, izdevīgāk ir turēt produktīvākus dzīvniekus un izēdināt tiem labas kvalitātes rupjo lopbarību. Ap 80% piena un liellopu gaļas lopkopības saimniecību Latvijā ir nelielas (pēc CSD datiem), bieži ar nepietiekamu tehnikas nodrošinājumu, lai savlaicīgi sagatavotu kvalitatīvu lopbarību, kā arī dzīvnieku ēdināšanas tehnoloģijas nav modernas. Vairumā saimniecību barības devas aprēķina, neņemot vērā zāles lopbarības kvalitātes rādītājus. Optimizējot barības devas, papildinot tās ar nepieciešamo spēkbarības daudzumu, līdz ar to palielinot piena izslaukumu, ir iespējams būtiski samazināt arī metāna daudzumu uz saražotā piena vai gaļas vienību. Metāna izdalīšanos ietekmē arī dzīvnieku turēšanas sistēma. Ēdinot dzīvniekus pēc ekstensīvās metodes, barības devā ir vairāk siena, bieži ēdina tikai ar sienu un neredz spēkbarības, līdz ar to kopumā CH₄ emisija atmosfērā var būt pat līdz 8 reizēm lielāka nekā intensīvās ēdināšanas sistēmā. Metāna emisiju var samazināt, izēdinot kvalitatīvu zāles lopbarību, vairāk koncentrēto barību un barību ar augstāku tauku saturu. Pētnieki (Brask *et al.*, 2012; Grainger *et al.*, 2011) ir pierādījuši, ka, pievienojot barības devai taukskābes, iespējams īslaicīgi samazināt metāna emisijas, kā arī palielināt izslaukumu. L. Alstrupa kopā ar citiem pētniekiem pierādījusi, ka metāna ražošana pieaug līdz ar laktācijas dienām, bet sezona var ietekmēt metāna emisijas sakarā ar sausnes uzņemšanu, lopbarības sastāva izmaiņām un kokšķiedras palielināšanos (Alstrup *et al.*, 2013). Metāna emisiju var samazināt, izēdinot vairāk koncentrēto barību, īpaši barību ar augstāku tauku saturu. M. Kirhgesners un citi zinātnieki ir aprēķinājuši, ka, palielinot barības devā tauku īpatsvaru no 3% uz 5%, metāna emisiju ir iespējams samazināt par 17% (Kirhgesner *et al.*, 1995). Nepiesātinātās taukskābes samazina metāna izdalīšanos, taču palielināta taukskābju lietošana var būt par iemeslu tam, ka samazinās piena kvalitāte un pasliktinās dzīvnieku veselība. Tomēr šai ziņā ir nepieciešami pētījumi un jaunu tehnoloģiju attīstīšana, kā arī zemnieku informēšana un nodrošināšana ar ieteikumiem attiecīgo aprēķinu veikšanai. Pēc citu zinātnieku pētījumiem, sabalansējot barības devu un (Martinet *et al.*, 2008) pievienojot barībai polinepiesātinātās taukskābes augu eļļas veidā, ir iespējams emisijas samazināt pat par vienu trešdaļu. Samazināts piena izslaukums, ieviešot pasākumus emisijas samazināšanai, var palielināt piena produktu cenu, jo palielināsies izmaksas, t. sk. veterinārās izmaksas uz produkcijas vienību (Krejšmane, 2011). Mazāku slogu zemei sagādā zālējumi, kas ganās zemeslodes siltākajā daļā: tiem nav jāspaidās pusgadu pa kūti, liesās ganības nodrošina govīs, aitas un kazas, kuru atraugas satur metānu, ar vieglāk sagremojamu zāli, tādēļ, pēc zinātnieku teiktā, to izraisītais posts esot mazāks. Turklāt, pamīšus izmantojot zemi lopkopībai un

graudkopībai, augsnes auglība palielinās. Zviedrijā secināts, ka mazāku slodzi videi rada liellopi, kas aug bioloģiskajās saimniecībās, tie brīvi ganās pļavās, nevis ēd koncentrēto lopbarību, tādējādi radot par 40% mazāk SEG un audzēšanā patērējot par 85% mazāk enerģijas nekā lopi lielražošanas fermās. Viena kilograma liellopu gaļas izaudzēšanas laikā atmosfērā izdalās 36.4 kg CO₂, t. i., tikpat, cik vidēji atmosfērā nokļūst ar automašīnas izplūdes gāzēm pēc nobrauktiem 250 km, un ar patērēto enerģijas daudzumu gandrīz 20 dienas varētu darbināt 100 vatu spuldzīti. Šajā aprēķinā nav ietverta fermas apsaimniekošana un gaļas pārvadāšana, kas patērē vēl divtik enerģijas. Citos pētījumos norādīts, ka metāna emisija, izēdinot lucernas sienu, var būt pat līdz 10% zemāka, nekā izēdinot stiebrzāļu sienu, bet zāles lopbarības veģetācijas fāzei un ķīmiskajam sastāvam nav ietekme uz emisiju izmaiņām (Cledwyn *et al.*, 2014). Metāna izdalīšanās samazinās, ja ciete vai citas viegli sagremojamās vielas netiek pakļautas kuņģa fermentācijai. Savukārt metāna emisija palielinās, ja barības devā ir paaugstināts kokšķiedras saturs. Palielinot barības devā zāles skābbarības īpatsvaru, ir iespējams samazināt N izdalīšanos ar urīnu, bet uz katru gramu N samazinājuma tiek palielināta CH₄ ražošana par 0.30 g (Dijkstra *et al.*, 2011). Bioloģiskajā lopkopībā ir augstākas CH₄ emisijas sakarā ar zemāku mājlopu ražību, tomēr tās tiek kompensētas ar zemākām NO₂ un CO₂ emisijām saistībā ar mazāku barības un enerģijas patēriņu. Ja emisijas tiek aprēķinātas nevis uz saražotās produkcijas (piens, gaļa) daudzumu, bet gan uz ha, tad novērots, ka zemākas SEG emisijas ir no ekstensīvajām zālāju saimniecībām, kā arī no bioloģiskajām saimniecībām (De Boer *et al.*, 2003; Doreau *et al.*, 2013). Šo mērvienību iesaka izmantot, rēķinot SEG emisijas nacionālajā inventarizācijā. Bioloģiskajā lauksaimniecībā ir mazāks dzīvnieku skaits uz ha, līdz ar to mazākas arī NO₂ un CH₄ emisijas. Pie mazāka dzīvnieku skaita ir iespējams arī rūpīgāk sekot līdz barības devām, kūtsmēslu apsaimniekošanai, tā samazinot nevēlamās emisijas (Kumazawa, 2012). Tā kā metāns rodas barības fermentācijas procesā, ir iespējams samazināt emisijas, samazinot sausnes uzņemšanu (Shibata, Terada, 2010). Barības ierobežošana daudzās valstīs tiek izmantota kazu ēdināšanā, lai panāktu labāku barības enerģijas izmantošanos.

Kā rāda ANO Pārtikas un lauksaimniecības organizācijas (FAO) pētījums, no katriem 100 g sagremojamās celulozes priekškuņģī rodas 10 L CO₂ un 3.5 L CH₄. Kopš 2001. gada novērojams amonjaka emisiju mērens pieaugums. Pēc LR 6. nacionālā ziņojuma, ANO Vispārējās konvencijas par klimata pārmaiņām ietvaros no 2000. līdz 2010. gadam no kopējās lauksaimniecības sektora CH₄ emisijas 2010. gadā 46.8% un 2012. gadā 48% rodas atgremotāju dzīvnieku zarnu traktā. Vairāku ārzemju autoru pētījumos par CH₄, N₂O un NH₃ emisijām slaucamām govīm dažādās turēšanas sistēmās iegūti šādi rezultāti, piemēram, Vācijā, turot govīs kūtī CH₄ – 402 g govīs -1 d-1, un NH₃ – 64.8 g govīs -1 d-1 (Saha *et al.*, 2014), Dānijā, turot govīs kūtī, CH₄ – 256 g govīs -1 d-1; N₂O – 1.2 g govīs -1 d-1; NH₃ – 16.0 g govīs -1 d-1 (Bannik *et al.*, 2011).

Lai nepieļautu emisiju strauju pieaugumu, nepieciešams ievērot labas lauksaimniecības prakses nosacījumus, tai skaitā normējot un kontrolējot proteīna daudzumu barības devās, atbilstoši dzīvnieka vajadzībām. Sevišķi jāuzsver zāles lopbarības kvalitātes uzlabošanas nepieciešamība, uzlabojot rupjās lopbarības kvalitāti un palielinot barības apēdamību. Barības devā ir jābūt noteiktam spēkbarības daudzumam, lai uzņemtā barība pilnvērtīgi izmantotos. Attiecībā uz metāna veidošanās mazināšanu, labus rezultātus parāda barības deva, kur ir 40% un vairāk spēkbarības, rēķinot uz sausnu. Jautājumā par spēkbarības līmeņa kritisko robežu govju barības devās zinātnieku viedokļi daudz neatšķiras. Babkoka Starptautiskā piena lopkopības zinātniskā institūta zinātnieki savos barības devu aprēķinos govīm ar 40–50 kg izslaukumu tilpumainās un spēkbarības attiecības barības sausnē pieļauj procentuāli attiecīgi kā 45–50% un 55–60%. Labākas ēdināšanas stratēģijas rezultātā metāns no govīs atraugām var samazināties >35%, paaugstinoties barības devas izmantošanās efektivitātei.

Latvijā govju ģenētiskās kvalitātes un ganāmpulku menedžmenta uzlabošanas rezultātā pieaudzis govju vidējais izslaukums laktācijā. Jāņem vērā, ka, palielinoties govju produktivitātei, to barības devās jāpalielina spēkbarības kā viegli sagremojamas barības ar augstu enerģijas koncentrāciju daudzums. Latvijas apstākļos vairumā saimniecību govīm izēdinātās spēkbarības īpatsvars svārstās 30–40%, bet zāles lopbarības īpatsvars 55–65%, ar tendenci palielināties līdz 65–70% no barības kopējās enerģētiskās vērtības. Taču noteikti jāievēro, ka zāles daudzuma palielināšanai uz spēkbarības rēķina jānotiek saistībā ar intensīvāku tauriņziežu (ābolaņa, lucernas, galegas) audzēšanu, skābbarības un siena kvalitātes uzlabošanu un zāles lopbarības gatavošanu visa

gada patēriņam. Vidēji govij sausnes nodrošinājumu ar rupjo lopbarību paredz 12–14 kg, bet izcīlas kvalitātes skābbarības un govju ģenētikas gadījumā var plānot augstāku sausnes nodrošinājumu, 15–16 kg dienā. Rupjā lopbarība govij jāapēd 2% no dzīvmasas dienā. Izcīlas kvalitātes sienu govs spēj apēst 3% no dzīvmasas, bet zemas kvalitātes sienu tikai 1.5%. Saimniecībās, kur ganāmpulka ražība pārsniedz 8000 kg piena no govs laktācijā, bet atsevišķām govīm laktācijas sākumā, kuras sasniedz 40–50 kg diennaktī, jāreķinās ar ievērojami augstāku spēkbarības un zemāku tilpumainās barības īpatsvaru. Barības devas pilnīgākai izmantošanai tā jāizēdina totālo barības maisījumu (TMR) veidā. Latvijā liellopu ēdināšanas praksē lieto dažādus ēdināšanas tipus. Lētākais ir skābbarības ēdināšanas tips, bet dārgākais – siena un sakņaugu, savukārt par viduvēju uzskata jaukto ēdināšanas tipu. Lai gan ēdināšanas tipu katrā saimniecībā izvēlas atkarībā no lopbarības sagatavošanas tradīcijām un tās rīcībā esošās tehnikas, tomēr ganāmpulkos ar 1–5 govīm saimnieks dod priekšroku siena un sakņaugu ēdināšanas tipam, ganāmpulkos ar 5–20 govīm – jauktam ēdināšanas tipam ar lielākām variēšanas iespējām, bet ganāmpulkos, kur vairāk par 20 govīm – skābbarības ēdināšanas tipam. Dzīvniekiem līdz 7000 kg izslaukumam vasarā praktizē arī ganīšanu, tāpēc dienā govs apēd pat vairāk nekā 100 kg zāles.

Secinājumi

1. Intensīvajā piena lopkopībā vairumā saimniecību govīm izēdinātās spēkbarības īpatsvars svārstās 30–40% robežās, bet zāles lopbarības īpatsvars 55–65% robežās, ar tendenci palielināties līdz 65–70% robežās no barības kopējās enerģētiskās vērtības.
2. Ganāmpulkos ar 1–5 govīm dominē siena un sakņaugu ēdināšanas tips, ganāmpulkos ar 5–20 govīm jauktais ēdināšanas tips, bet ganāmpulkos vairāk par 20 govīm skābbarības ēdināšanas tips.
3. Apmēram 85% bioloģiski sertificēto saimniecību ir nelielas, bieži ar nepietiekamu tehnikas nodrošinājumu, lai savlaicīgi sagatavotu kvalitatīvu lopbarību, kā arī dzīvnieku ēdināšanas tehnoloģijas nav modernas.
4. Ēdinot dzīvniekus pēc ekstensīvās metodes, kur barības devā ir vairāk rupjā zāles lopbarība, siens un skābsiens, CH₄ emisija atmosfērā var būt pat līdz 8 reizēm lielāka nekā intensīvās ēdināšanas sistēmā.
5. Metāna emisiju var samazināt, izēdinot kvalitatīvu zāles lopbarību, vairāk koncentrēto barību un barību ar augstāku tauku saturu.
6. Optimizējot barības devas, papildinot tās ar nepieciešamo spēkbarības daudzumu, līdz ar to palielinot piena izslaukumu, ir iespējams būtiski samazināt metāna daudzumu uz saražotā piena vai gaļas vienību.
7. Bioloģiskajā lopkopībā ir augstākas CH₄ emisijas sakarā ar zemāku ražību, tomēr emisijas tiek kompensētas ar zemākām NO₂ un CO₂ emisijām saistībā ar mazāku barības un enerģijas patēriņu. Ja emisijas tiek aprēķinātas nevis uz saražotās produkcijas (piens, gaļa) daudzuma, bet gan uz ha, tad novērots, ka zemākas SEG emisijas ir no ekstensīvajām zālāju saimniecībām, kā arī no bioloģiskajām saimniecībām.

Materiāls sagatavots projekta „Lauksaimniecības sektora SEG emisiju aprēķina metodoloģijas un datu analīzes ar modelēšanas rīku izstrāde, integrējot klimata pārmaiņas” 2. apakšprojekta „Liellopu un cūku zarnu fermentācijas procesā izdalītā metāna un slāpekļa aprēķinu korekcija un pilnveidošana” ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Alstrup L., Weisbjerg M. R., Lund P. (2013). Effect of fat supplementation and stage of lactation on methane emission in dairy cows. *EAAP publication*, No. 134, Wageningen, p. 489–490.
2. Bannink A., van Schijndel M. W., Dijkstra J. (2011). A model of enteric fermentation in dairy cows to estimate methane emission for the Dutch National Inventory Report using the IPCC Tier 3 approach. *Animal Feed Science and Technology*. V. 166–167, p. 603–618.

3. Brask M., Lund P., Weisbjerg M. R., Hellwing A. L. F., Hvelplund T. (2012). Methane production and digestion in dairy cows fed different physical forms of rapeseed as fat supplement. *Journal of Dairy Science*. V. 10.3168/jds, p. 2011–5239.
4. Cledwyn T. (2014). Mitigation of Enteric Methane through Feed Management. *Workshop on Livestock and Climate Change*, South Africa, 17 p.
5. De Boer I. J. M. (2003) Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. *Journal of Livestock Production Science*, V. 80, p. 69–77.
6. Dijkstra J., Oenema O., Bannink A. (2011). Dietary strategies to reducing N excretion from cattle: implications for methane emissions. *Curr. Opin. Environm. Sust.* No. 3, p. 414–422.
7. Doreau M., Makkar H. P. S., Lecomte P. (2013). The contribution of animal production to agricultural sustainability. *EAAP publication* No 134, Wageningen, p. 475–485.
8. Grainger C., Beauchemin K. A. (2011) Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? *Journal of Animal Feed Science Technology*, V. 166–167, p. 308–320.
9. Kreišmane D. (2011). Siltumnīcas efektu radošo gāzu emisijas no lauksaimniecības Latvijā un to ierobežošanas pasākumi. *Projekta ziņojums*. [Tiešsaiste][skatīts 2015. g. 18. janv.] Pieejams: <http://zalabriviba.lv/wp-content/uploads/lauksaimnieciba-gala.pdf>
10. Kirchgessner M., Windich W. and Muller H. J. (1995). Nutritional factors for the quantification of methane production. *In: Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Ed. W. Engelhardt, Enke-Verlag, Stuttgart, p. 333–348.
11. Krutzinna C., Boehncke E., Herrmann H. J. (1996). Organic milk production in Germany. *Biological agriculture and horticulture*. No. 13, p. 351–358.
12. Kumazawa R. (2012). The Effect of Organic Farms on Global Greenhouse Gas Emissions, *In: Greenhouse Gases – Emission, Measurement and Management*, Dr. Guoxiang Liu (Ed.), InTech, p. 127–146.
13. Martin C., Rouel J., Jouany J. P., Doreau M., Chilliard Y. (2008). Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed or linseed oil. *Journal of Animal Science*, V. 86, p. 2642–2650.
14. Saha C. K., Ammon C., Berg W., Fiedler M. (2014). Seasonal and diel variations of ammonia and methane emissions from a naturally ventilated dairy building and the associated factors influencing emissions. *Science of the Total Environment*, p. 468–469.
15. Shibata M., Terada F. (2010). Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. *Journal of Animal Science*, V. 81, p. 2–10.

KŪDRAS LAUKU KAITĒJUMI

Andris Ansis Špats

Pētnieciskā saimniecība „Gundegas”

andris@gundegas.lv

Ievads

Autors 50 gadus ir novērojis kūdras ražotnes izveidi savai saimniecībai blakus esošajā augstajā purvā, un pēdējos 20 gadus – pamesto, neizmantoto kūdras lauku sadēdēšanu saulē. Pēdējos 19 gadus veikts eksperimentāls darbs pie kūdras tuksnešu atdošanas dabai, izstrādājot vietējiem apstākļiem piemērotu Amerikas dzērveņu un citu ogu audzēšanas tehnoloģiju. Darba veikšanā ar padomu palīdzēja ASV Brīvprātīgā organizācija VOCA, ASV Zemkopības departamenta finansētie eksperti un tika izmantoti Fonda OPIC finansēti augšņu un ūdens analīžu rezultāti.

Pētnieciskajā saimniecībā „Gundegas” (Vidrižu pag., Limbažu nov.) ir noslēdzies intensīvais tehnoloģiju meklējumu laiks purva apgūvē un iegūto ogu pārstrādē, kas tika organizēts, galvenokārt izmantojot tikai savus resursus, un arī turpmākai attīstībai tiek izmantoti līdzekļi, kas iegūti no saražotās un tirgū realizētās produkcijas.

Galvenā problēma līdzīgu kūdras lauku atgriešanai dabā ir ES valstu vienaldzība par to, ka kūdras lauki mūsu platuma grādos saulē, pastiprinātā UV-B zonas starojumā, intensīvi sadalās

(1–2 cm gadā⁻¹). Vidējais ozona deficīts ir jāpieņem 10%, līdz ar to no 1 ha kūdras lauka gadā izdalās no 40 līdz 100 t ha⁻¹ g⁻¹ CO₂ ekvivalentie izmeši. Augsto purvu kūdras lauki samazina purvā uzkrātā saldūdens rezerves un pārtrauc vienmērīgu ūdens piegādi, kas vasaras laikā notiek pa sifoniem purvu krastos. Tāpēc pat diezgan tālās avotu un upju sistēmās samazinās plūsma, radot vietējiem zemniekiem nepelnītas ūdens trūkuma problēmas. Praksē Ūdens aizsardzības direktīvas 2000/60EC pildīšanu kūdras ražotņu tuvumā nenovēro, un tā tiek ignorēta, arī izstrādājot ietekmes uz vidi novērtējumus jaunajām kūdras ražotnēm vai atjaunojot vecās kūdras ražotnes. Veco kūdras ražotņu tuvumā netiek ievēroti 2007. gada 29. jūnija ES ieteikumi no Zaļās grāmatas „Adaptācija klimata pārmaiņām Eiropā”.

Autors ierosina Eiropas Komisijai analizēt datus par kūdras lauku kaitējumu ozona slānim, un atbilstošiem CO₂ ekvivalenta izmešiem noteikt maksu, savstarpējos norēķinos ņemot vērā CO₂ kvotu tāpat kā par citiem ražošanas izmešiem (ražošana, transports u. c.). Nepieciešams noteikt grantu sistēmu par kūdras lauku atgriešanu dabas procesos (apmežošana, purvu ogaugu un citu kultūraugu audzēšana).

Purvs un avotu sistēma

Autors jau zēna gados labprāt ceļoja pa apkaimi un aizrautīgi vēroja procesus dabā – tuvējā purvā, vietējās upēs, kas sākas tiešā purva tuvumā. Sākoties kūdras izstrādei Laugas purvā (20. gs. 50-tie gadi), vispirms gar purva malu izraka 2–3 m dziļus nosusināšanas grāvjus, bet cauri purva krastam tie bija 4–5 m dziļi. Tikai vēlākos gados bija pieejama agrāk slepenā topogrāfiskā informācija, kas rādīja, ka Laugas purvs ir tipiskais augstais purvs un visapkārt tam lauki ir vismaz 5 līdz 10 m zemāk.

Pēc kūdras ražošanas uzsākšanas 2 km līdz 5 km zonā gar krastu 1960. un 1970. gadā daudzās apkārtnes māju akās samazinājās ūdens līmenis, bet avoti izzuda pilnībā. Tagad – pēc dzērveņu audzēšanai nepieciešamā agrākā ūdens līmeņa atjaunošanas – ir novērojams, ka purva ūdens ieplūst speciālos sifonos, ko veido smilts un grants ieslēgumi mālainā purva krastā. Vienā sifonā varēja noteikt tā ražību, kas bija virs 30 m³ ūdens stundā. Izmantojot rīkstnieka talantu ir noskaidrots, ka šis sifons ir saistīts ar plašu apkārtni apgādājošu pazemes ūdens sistēmu, kas izplatās pat 5 km līdz 6 km tālu. Pēdējos gados ir atjaunojušies un bagātīgi ūdeņus nes 7 no 50-tiem gadiem zināmie avoti, un ap purvu apvijies Pēterupītes sākums tagad visu vasaru nes daudz vairāk ūdens. Pateicoties atjaunotajiem avotiem, par 12 m zemāk esošais „Bīriņu” ezers tagad vasarās notur līmeni. Šie fakti pierāda, ka kūdras ražotnes izveide augstā purva krastā visus iepriekšējos 50 gadus samazināja zemnieku aku, apkārtnes avotu un iztekošo upes ūdeņu resursus.

Atbilstoši Direktīvai 2000/60/EC šādu dabīgā purva pārveides objektu būtu jāpārdēvē par „stipri pārveidotu ūdeņu objektu” un jānovērtē, kāda ir tā ietekme uz upju sateces baseina apsaimniekošanu.

Kūdras lauki un adaptācija klimata pārmaiņām

ES dalībvalstīm līdz 2007. gada 30. novembrim bija jāatbild uz EK 2007. gada 29. jūnijā publikotās „Adaptācija klimata pārmaiņām Eiropā. ES rīcības varianti” dokumentu. Iepazīstoties ar Latvijas iesniegto dokumentu, redzams, ka tajā nekas nav teikts par dabīgo ūdens resursu uzkrāšanas sistēmām – augstajiem purviem (Ramsāres konvencija par mitrāju aizsardzību), bet saistībā ar Kioto protokolu kūdras lauku radītie CO₂ ekv. izmeši nemaz nav norādīti. Vietējo sauso kūdras lauku ietekme uz radiācijas salnām purvu apkaimē un radiācijas salnu radītie zaudējumi lauksaimniekiem netiek uzskaitīti un arī netiek kompensēti atbilstoši ES „Kopienas pamatnostādnes attiecībā uz valsts atbalstu lauksaimniecības nozarē”, kur teikts: ja zemnieka zaudējumi klimata dēļ ir vairāk par 30%, tad šo situāciju pielīdzina dabas katastrofai. Klimata izmaiņu radītos lokālos zaudējumus Latvijas valsts pieprasa apdrošināt pašiem zemniekiem, kuri nekādā veidā pie šīm klimata izmaiņām nav vainīgi.

Zinātnieki ir pierādījuši, ka, samazinoties ozona slānim, līdz zemes virsmai ultravioletais starojums mazāk traucēts nonāk B zonā (UV-B). Tas savukārt ievērojami izmaina augsnes baktēriju darbību, samazinot slāpekli saistošo baktēriju darbību un aktivizējot metānu radošos procesus (kas veicina ozona slāņa noārdīšanos). UV-B starojums ierosina ādas vēzi cilvēkiem, kuri ir spiesti ilgstoši atrasties laukā (Skandināvijas valstīs ādas vēzis ir diagnosticēts par 30–40% biežāk nekā pirms 20 gadiem).

Kūdras lauki saules gaismā absorbē gandrīz visu saules starojuma nesto siltumu (gandrīz 1 kW m^{-2}), un tāpēc dienā kūdras virskārta pilnīgi izžūst, sakarst līdz $+60 \text{ }^\circ\text{C}$, iznīcinot zālaugu sēklas un kukaiņus. Naktīs sausā kūdra intensīvi absorbē ūdens tvaikus, kas lokāli rada sausu gaisu. Ūdens molekulas gaisā absorbē IS starojumu un atdod to zemes virsmai, kalpojot līdzīgi kā siltumu aizturoša sega. Sausā gaisā pat pie $0 \text{ }^\circ\text{C}$ grādiem augi izstarojot var atdzist līdz $-6\text{--}10 \text{ }^\circ\text{C}$ (nepublicēti Latvijas meteostaciju novērojumi atrodas pie autora), kas negatīvi ietekmē dzīvus augus, bet ziedpumpurus iznīcina pilnībā. Radiācijas salnām raksturīgie parametri Latvijā pēdējos gados tiek novēroti līdz pat 7, 8 reizēm maijā, bet tie ir lokāli, reti – 1 līdz 2 reizes pa visu teritoriju. Biežās radiācijas salnas ir raksturīgas kūdras lauku tuvumā. Latvijā no 2010. līdz 2013. gadam ir veikts ES finansēts pētījumu cikls par agro radiācijas salnu brīdinājumu metodikas u. c. lokālu klimata parametru noteikšanas un reģistrācijas sistēmas izstrādi (Latvijas Universitātes Matemātikas un Informātikas institūts un Latvijas Lauksaimniecības universitāte), kas ļauj precīzi kontrolēt ne tikai klimata izmaiņas, bet arī minerālmēslu diferencēšanu.

Dati (1990. g.) par „kūdras tuksnešiem”

Latvijā 1992. gadā bija 102 valsts izstrādātie purvi un vismaz 4 kolhozu izstrādātie purvi ar kopējo platību 54 000 ha, bet pēc citiem datiem 52 000 ha. Pašlaik pēc Vides un reģionālās attīstības ministrijas (VARAM) datiem (2011. gada VARAM ministra vēstule) ir izsniegtas licences kūdras ražošanai 15 000 ha platībā, bet kūdras ražotāji ziņo, ka viņi strādā labi ja 2/3 platības. Vismaz par 37 000 ha lielu kūdras lauku platību stāvokli VARAM vispār nav datu. Varam pieņemt, ka 20 gadu laikā dabiskā apmežošana varēja notikt 5–10% platībās, tāpēc vismaz 30 000 ha paliek neapzināti.

Pēc 2000. gada vairākās valstīs ar dažādām metodēm tika aprēķināti un noteikti SEG izmeši no kūdras ražotnēm. Analizējot publikācijas, redzams, ka ES ir visai plaša datu izkliede par CO_2 ekvivalentiem izmešiem. Iespējams, ka to rada atšķirīgi koeficienti CH_4 ($k=25$) un N_2O ($k=298$) novērtēšanai. Šeit koeficienti ir atbilstoši šo gāzu kaitīgumam pret ozonu, salīdzinot ar CO_2 . Somijā Arne Gronlunds 2006. gadā publicēja datus, ka no sausas kūdras izdalās 2.2 kg CO_2 , 0.03 kg CH_4 un $0.013 \text{ kg N}_2\text{O}$ no 1 m^2 gadā, vai 6.82 kg CO_2 ekv. m^{-2} gadā (68 t ha^{-1} gadā). Publikācijās var atrast datus, ka kopējais CO_2 ekv. izdalīšanās no sausās kūdras var būt no 40 līdz 100 t ha^{-1} gadā. Savukārt Zviedrijas zinātnieki L. Hagbergs un K. Holmgrens 2008. gadā ziņojumā *The climat impact of future energy peat production* norāda par 11.6 t CO_2 ekviv. izdalīšanos no 1 ha gadā.

Satelītos izvietoto analizatoru komplekss spēj diezgan precīzi noteikt izdalītās siltumnīcas efektu izraisošās gāzes (SEG) un atsevišķām valstīm jau tiek pārņemts par neprecīzu gāzu izmešu aprēķināšanu, piemēram, Francija ziņojusi par 3.01 milj. tonnu CH_4 , bet analizatori uzrādīja 4.43 milj. t, Anglija ziņoja par 2.19 milj. tonnu, bet analizatori uzrādīja 4.21 milj. t. CH_4 izdalīšanos. Fotografijās no satelīta Latvijas kūdras lauki izdalās kā sarkani laukumi un drīz no katra lauka būs iespējams novērtēt SEG izdalīšanos, tāpēc valstīm vairs nav vērts slēpt no pasaules sabiedrības nosusinātos un neizmantotos „kūdras tuksnešus”.

Vairākās zinātnieku publikācijās ir izteikts viedoklis, ka valstīm ir korekti jānorēķinās par kūdras lauku izmešiem līdzīgi kā par citiem cilvēka darbības radītiem CO_2 izmešiem.

Kūdras lauku rekultivācija Latvijā, izmantojot purva ogaugu audzēšanu

Pasaulē vairākās kūdras ražotājvalstīs daudz strādā, lai atjaunotu tādus dabas procesus kūdras laukos, kas nevis izdala, bet saista CO_2 . Galvenās metodes ir trīs – apmežošana, zāles audzēšana, mitrāja atjaunošana.

Latvijā zinātnieki (Dr. sc. biol. Alfrēds Ripa un Dr. sc. ing. Andris A. Špats) 1992. gadā izvirzīja risinājumu – purva ogu audzēšanu, paceļot kūdrāja ūdens līmeni līdz šiem kultūraugiem piemērotam – 0.5 m. Padomju laikā bija izveidojies negatīvs viedoklis par kūdras lauku atdzīvināšanu, audzējot liellogu dzērvenes (Ukrainā, Lietuvā, Polijā, Latvijā), jo kopētajā tehnoloģijā bija pieļautas kļūdas. Tas objektīvi noteica vairāku Latvijas ministriju noraidošo attieksmi. Labāks rezultāts tika iegūts Baltkrievijā, Ganceviču eksperimentālajā stacijā, kur projekta realizācijā piedalījās Pasaules Banka, kā arī Itālijas un Vācijas uzņēmumi. Izanalizējot realizētā projekta gaitu, ir konstatētas vairākas principiālas kļūdas, kas nedeva gaidīto rezultātu – ogu ražu. Latvijas entuziastu grupa no 1992. līdz 1997. gadam sadarbojās ar ASV Zemkopības departamenta un ASV fonda OPIC finansētiem speciālistiem un izstrādāja jaunus – atšķirīgus

tehnoloģiskus paņēmienus. Tos pārbaudīja „Lauku izmēģinājumu projektā” (reģistrēts LR Ekonomikas ministrijā) un šobrīd Latvijā ir vairāk par 100 ha iekoptu dzērveņu lauku. Katru gadu zemnieki iegulda savus līdzekļus, lai palielinātu stādījumus. Iegūto ogu raža (300–500 t) jau jūtami pozitīvi ietekmējusi tautas veselību: veselības statistikā parādās tendence samazināties sirds un asinsvadu slimībām, mirstība samazinājusies par 1200 gadījumiem 2009. gadā (LETA ziņojums 2009. g.).

Galvenās pozitīvās atziņas kūdras lauku pārvēršanā ogu dārzos:

1. Ogu audzētāju pieredze jauno tehnoloģiju izstrādē (audzēšana, pārstrāde) dod pamatu liela apjoma investīciju piesaistei, nomaļu teritoriju un zemju atdzīvināšanai, jo ražojamo ogu produktu transports nav dārgs, tāpēc vienīgie šķēršļi joprojām ir Latvijas likumi, kas liedz iegūt īpašumā jau 20 gadus kūdras ražošanā neizmantotos kūdras laukus.
2. Latvijas zemnieku sasniegtie rezultāti ogu audzēšanā purvos (dzērvenes, mellenes, irbenes, pīlādži u. c.) salīdzinoši ir daudz labāki par zināmo ES projektu *Northernberries*, kurā iesaistītas Somija, Zviedrija, Norvēģija un Dānija, un ko finansē ES, tāpēc Latvijai ir jāklūst par līdzīga ziemeļu ogu projekta vadītāju vai dalībnieci ES līmenī.
3. Latvijā izstrādātā pieredze var tikt pārnesta uz citām valstīm ar līdzīgu klimatu (nokrišņi, vidējais silto un saulaino dienu skaits).
4. Kūdras laukus Laugu purvā pārsedz lielogu dzērveņu zaļā masa, kas intensīvi saista CO₂ (līdz 1 kg m⁻² gadā, 10 t ha⁻¹ gadā), bet optimālais ūdens līmenis ir 0.5 m, kas tagad ir par vismaz 1 m augstāks par iepriekšējo nosusināšanas režīmu, tādējādi samazinot CO₂ izmešus par 18 t CO₂ ha⁻¹ gadā.
5. Lielogu dzērveņu audzēšanu Laugas purvā nodrošina iepriekšējās nosusināšanas sistēmas pārvēršana par optimālu, ūdens līmeni uzturošu inženiertehnisku projektu. Šis projekts nodrošina apkārtnē stabili un līdzīgu ūdens ievadi pazemes sistēmā, atjaunojot senos avotus apkārtnē un ūdens resursus akās.
6. Dzērveņu dārzos ir paaugstinājusies kūdras lauku ugunsdrošība, jo kūdras augsne visu laiku ir mitra.

Secinājumi

1. Latvijā ir lielas platības, kurās agrāk ražoja kūdru, bet pašreizējā ekonomiskajā situācijā vismaz 30 000 ha netiek intensīvi izmantoti. Šajās platībās saulē kūdra sadalās, izdalot SEG salīdzināmā apjomā ar transporta izmešiem, bet atbildīgās institūcijas nav ieinteresētas tās apmežot, apaudzēt ar zāli, ogulājiem vai apūdeņot.
2. Pašlaik tikai vietējie entuziasti – zemnieki – izstrādā tehnoloģiju kūdras lauku izmantošanai lielogu dzērveņu un citu ogu audzēšanai, turklāt šis darbs notiek galvenokārt pašu spēkiem.
3. Ir nepieciešama Eiropas Komisijas rīcība, lai ES dalībvalstis efektīvāk izmantotu kūdras resursus, samazinot nelietderīgus SEG izmešus. To var realizēt, nosakot maksu par kūdras lauku radītajām SEG emisijām un prēmijas 20 gadu garumā par stādījumu ierīkošanu kūdras laukos.

Autors šo ziņojumu ir sniedzis Eiropas Parlamenta EK GUE/NGL grupas rīkotā konferencē „Baltijas jūras ekoloģiskās problēmas” 2011. gada 30., 31. maijā, Jūrmalā, Latvijā. Tas ir saistīts ar Kioto Protokola izpildi un Eiropas Parlamenta un Padomes 2000. gada 23. oktobra Direktīvu 2000/60EC par struktūru Eiropas kopienas rīcībai ūdeņu aizsardzības politikas jomā.

AGROMEŽSAIMNIECĪBAS SISTĒMU IERĪKOŠANAS PIRMO TRĪS GADU PIEREDZE FIRST THREE YEAR EXPERIENCE OF AGROFORESTRY SYSTEM MANAGEMENT

Dagnija Lazdiņa¹, Sarmīte Rancāne², Kristaps Makovskis¹

¹Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”,

²LLU aģentūra „Zemkopības zinātniskais institūts”

dagnija.lazdina@silava.lv

Abstract. The aim of the study was to test the suitability of grasses and legume plants for agroforestry systems with fast growing trees under different growth conditions. The current experiment was arranged on Phaeozems / Stagnosols with dominant loam (0–20 cm) and sandy loam (20–80 cm) soil texture by sowing of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.), festulolium (\times Festulolium Asch., Graebn.) and goosegrass (*Galega orientalis* Lam.) with 2.5 m wide strips between rows (2.5 \times 5 m) of two hybrid aspen (*Populus tremuloides* \times *Populus tremula*) clones characterized by different productivity. Different fertilizers, namely, waste water sludge (10T_{dry} ha⁻¹), wood ash (6T_{dry} ha⁻¹), mineral fertilizers (N25:P50(P₂O₅):K125(K₂O)) for galega, and (N60:P50(P₂O₅):K125(K₂O)) for grasses, were applied only on the strips to increase the productivity. The increase of seed yield, biomass of grasses and legumes as well dimensions of trees under all kinds of fertilizers was determined. The first three years' results of yield and economic calculations allowed to make a conclusion that a combination of agriculture caulescent and woody crops helped the growth of trees and led to economic gains either in the second or the third year. Wood ash and waste water sludge as fertilizers were more suitable for reed canary grass and goosegrass, but mineral fertilization was economically reasonable for reed canary grass and festulolium. In case of the lack of fertilization higher income was found from festulolium and goosegrass.

Key words: Agroforestry system, aspen, reed canary grass, festulolium, goosegrass, fertilisation.

Ievads

Valstīs ar intensīvu lauksaimniecību kā risinājums lauksaimnieciskās saimniekošanas turpināšanai, dažādojot iegūstamos produktus un veidojot mākslīgu daudzkomponentu ekosistēmu, ir lauksaimnieciskā mežsaimniecība jeb mežsaimnieciskā lauksaimniecība. Angļu valodā lieto terminu *agroforestry*, ar to saprotot, ka vienā un tajā pašā zemes vienībā tiek iegūti gan lauksaimnieciskai ražošanai, gan mežsaimniecībai raksturīgi produkti (Maydell, 1995; Peichl *et al.*, 2006; Jose, 2009; Tsonkova *et al.*, 2012). Eiropas Parlamenta un Padomes regulā (ES) Nr. 1307/2013 un Eiropas Parlamenta un Padomes regulā (ES) Nr. 1305/2013 šādas platības latviskajā tulkojumā tiek definētas kā „agromežsaimniecība”. Regulā Nr. 1305/2013 ir minēts, ka „agromežsaimniecības sistēmu ierīkošana pieder pie pasākumiem, kas ir īpaši svarīgi, lai atjaunotu, saglabātu un uzlabotu no lauksaimniecības un mežsaimniecības atkarīgās ekosistēmas un lai veicinātu resursu efektīvu izmantošanu un atbalstītu pret klimata pārmaiņām noturīgu ekonomiku ar zemu oglekļa dioksīda emisiju līmeni lauksaimniecības, pārtikas un mežsaimniecības nozarē” (Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis L 347, 2013). No saimnieciskā viedokļa agromežsaimniecības sistēmu ierīkošana retos kokaugu stādījumos, kas pēc iestādīto koku skaita līdzinās plantāciju mežiem noteiktai minimālai koku skaita robežai uz vienu platības vienību (MK not., 308), ļauj īpašniekiem gūt ienākumus no platības jau tūlīt pēc kokaugu stādījuma ierīkošanas, negaidot, kamēr koki pieaugs pietiekami, lai to nozāģēšana būtu ekonomiski pamatota (Rancane *et al.*, 2014). Pētījuma mērķis ir aprēķināt iespējumus papildus ienākumus, ierīkojot apšu hibrīdu agromežsaimniecības sistēmas ar dažādām daudzgadīgo zālaugu kultūrām, un izmantotā mēslojuma papildus efektu.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumu dati ievākti daudzfunkcionālas plantācijas demonstrējumu laukā Skrīveros (56°41 N and 25°08 E). Augsnes velēnpodzolētās virsēji glejotās augsnes / virsēji velēnglejotās augsnes (*Phaeozems / Stagnosols*) raksturojums: pH KCl 6.1, organiskās vielas oglekļa (C) saturs augsnes aramkārtā – 23 g kg⁻¹, augiem pieejamais fosfors (P₂O₅) 277.1 mg kg⁻¹, kālijs (K₂O) 136.8 mg kg⁻¹. Meteoroloģiskie apstākļi datu vākšanas gados bija atšķirīgi. 2012. gadā bija

raksturīgi bagātīgi nokrišņi – 928 mm, kas ir 139% no gada ilggadējās vidējās normas, bet 2013. gadā nokrišņu daudzums bija nedaudz zem normas.

Platībā 2011. gadā iestādīti divi apšu hibrīdu (*Populus tremuloides* × *Populus tremula*) kloni (4. un 28.), attālums starp kokiem 2.5 × 5.0 m – 800 koki uz hektāru. Koku rindstarpās 2.5 m platās slejās iesēti daudzgadīgie zālaugi sēklu ieguvei: austrumu galega (*Galega orientalis* Lam.) 'Gale' 12 kg ha⁻¹; miežabrālis (*Phalaris arundinacea* L.) 'Bamse' 10 kg ha⁻¹; niedru auzenes tipa auzeņairene (×*Festulolium pabulare*) 'Felina' 12 kg ha⁻¹. No kokiem uz abām pusēm atstātas 1.25 m platas neapsētas slejas, tādējādi zālaugu sēklaudzēšanas sējumi izvietojās ½ no kopējās platības. Pirms sējumu un stādījumu ierīkošanas četros atkārtojumos augsnē iestrādāja atšķirīgus mēslošanas līdzekļus. Varianti: 1. kontrole (nemēsots); 2. notekūdeņu dūņas (deva 10 t ha⁻¹sausnas); 3. stabilizēti koksnes pelni (deva 6 t_{sausnas} ha⁻¹); 4. minerālais mēslojums N25:P50:K125 galegai (amofoska) un N60:P50:K125 stiebrzālēm (amofoska + amonija nitrāts). Minerālo mēslojumu izmantoja tikai zālaugu mēslošanai. Notekūdeņu dūņas un pelni tika iestrādāti pirms izmēģinājumu ierīkošanas, minerālmēsli zālaugu mēslošanai izklidēti katru gadu veģetācijas sākumā. Sēklas vāktas ar mazgabarīta kombainu *Wintersteiger*, uzskaites platība katrā variantā vienā atkārtojumā 60 m².

Pakalpojumu izmaksas, kas saistītas ar augsnes sagatavošanu, zālaugu sēšanu, pļaušanu un kulšanu, kā arī ar mēslojuma transportu un iestrādāšanu augsnē aprēķinātas, vadoties pēc Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centra apkopotajām lauksaimniecības pakalpojumu cenām 2013. gadā. Pelni un notekūdeņu dūņas netika pirktas, tās piegādāja, sedzot transportēšanas izmaksas. Minerālmēsli un herbicīdi pirkti par vairumtirdzniecībā pieejamajām cenām. Sēklu žāvēšanas un tīrīšanas izmaksas katrai zālaugu sugai tika ņemtas atšķirīgas, konsultējoties ar tuvākās kaltes speciālistiem (skat. 1. tab.). Sēklu un mēslojuma transportēšanas attālums – 20 km.

1. tabula *Table 1*

Agromežsaimniecības sistēmu ierīkošanas un apsaimniekošanas pakalpojumu izmaksas 2013. gadā
Costs of establishment and management of Agroforestry system in 2013

Pakalpojums <i>Service</i>	Izmaksas, EUR <i>Price</i>	Mērvienība <i>Units</i>	Pakalpojums <i>Service</i>	Cena, EUR <i>Price</i>	Mērvienība <i>Units</i>
Aršana <i>Plowing</i>	50.21	ha	Sēklu žāvēšana <i>Seed draying</i>	0.04	kg
Diskošana <i>Disking</i>	31.47	ha	Transports <i>Transport 1,5–10 t</i>	0.79	km
Kultivēšana <i>Cultivation</i>	28.09	ha	Transports <i>Transport > 10 t</i>	0.91	km
Sēšana <i>Seeding</i>	27.78	ha	Herbicīdi <i>Herbicides</i>	14.23	ha
Pļaušana <i>Mowing</i>	36.53	ha	Minerālmēsli <i>Fertilizer</i>	263.97	ha
Kulšana <i>Trashing</i>	58.87	ha	Apses stādīšana <i>Aspen planting</i>	56.92	ha
Sēklu tīrīšana (galega) <i>Seed cleaning (galega)</i>	0.11	kg	Sēklu tīrīšana (miežabrālis) <i>Seed cleaning (Reed canary grass)</i>	0.12	kg
Apses agrotehniskā kopšana <i>Aspen agro-technical care</i>	64.02	ha	Sēklu tīrīšana (auzeņairene) <i>Seed cleaning (festulolium)</i>	0.09	kg
Minerālmēsli izklidēšana <i>Fertilizer spreading</i>	16.96	ha	Pelnu, dūņu izklidēšana <i>Ash, Sludge application</i>	2.63	t
Vienotais platību maksājums <i>Direct payment</i>	78.54	ha	Apses stādmateriāls <i>Planting material</i>	512.24	ha

Izmēģinājumu datiem veikta matemātiskā analīze, izmantojot dispersijas analīzi (ANOVA).

Rezultāti un diskusijas

Vērtējot apšu hibrīdu klonu pasējā audzēto zālaugu sēklu ražas, var secināt, ka visu mēslošanas līdzekļu izmantošana sekmēja ražas pieaugumu. Plantācijas pirmajā izmantošanas gadā auzeņairenei tika iegūta ļoti laba sēklu raža: no 1176 kg ha⁻¹ nemēslojamajā variantā līdz 1539 kg ha⁻¹ minerālmēsli variantā (2. tabula). Nedaudz zemāka sēklu raža 1452 kg ha⁻¹ ievākta ar notekūdeņu dūņām mēslojamajā variantā, bet arī šeit mēslojuma izmantošana nodrošināja būtiski augstākas sēklu ražas salīdzinājumā ar kontroli. Otrajā lietošanas gadā auzeņairesnes sēklu raža kopumā bija daudz

zemāka, kas skaidrojams ar agrotehniskām īpatnībām. Koku pasējā nokultie zālaugi pirms ziemošanas netika applauti, rudens periodā izveidojies atāls negatīvi ietekmēja auzeņaires jaunā zelmeņa ataugšanu pavasarī, tā tika stipri aizkavēta, augi attīstījās vāji un nevienmērīgi, veidojās maz ģeneratīvo dzinumu, kas netika novērots miežabrāļa un galegas gadījumā. Būtiski augstāku auzeņaires sēklu ražu 2. lietošanas gadā konkrētos apstākļos nodrošināja minerālais mēslojums.

Miežabrāļa un galegas sēklu ražas 1. lietošanas gadā vērtējamas kā viduvējas. Sēklu ražas veidošanos ietekmēja gan sugu bioloģiskās īpatnības, gan meteoroloģiskie apstākļi. Novērots, ka austrumu galega sējas un pirmajā lietošanas gadā attīstās lēnām un nesasniedz savu ražības potenciālu (Parol & Viiralt, 2001). Tauriņziežu, tajā skaitā arī galegas, sēklu ražas ir nestabilas, tās stipri ietekmē konkrētā gada meteoroloģiskie apstākļi. Tauriņziežiem sēklu raža variē gadu no gada, atkarībā no laika apstākļiem, ziedēšanas un ražas novākšanas laika (Meripold, 2005). Lietainie laika apstākļi 2012. gada jūnijā un jūlijā sākumā galegas ziedēšanas periodā traucēja sekmīgu apputeksnēšanos, tādēļ 1. lietošanas gadā tika ievākta diezgan zema galegas sēklu raža: no 142 kg ha⁻¹ nemēslojamā variantā līdz 372 kg ha⁻¹ variantā ar pelnu mēslojumu. Otrajā lietošanas gadā galegas sēklu ražas likumsakarīgi bija daudz augstākas salīdzinājumā ar 1. lietošanas gadu, to sekmeja arī labvēlīgi meteoroloģiskie apstākļi: no 427 kg ha⁻¹ kontroles variantā līdz 568 kg ha⁻¹ variantā, kur lietots pelnu pamatmēslojums. Arī šajā gadā pelnu mēslojums sekmeja augstāko galegas sēklu ražu iegūvi.

Arī miežabrālis sākumā attīstās lēnām un savu ražības potenciālu sasniedz 2.–3. lietošanas gadā. Tā sēklu ražas 1. K₂O lietošanas gadā bija robežās no 129 kg ha⁻¹ kontroles variantā līdz 304 kg ha⁻¹ notekūdeņu dūņu pamatmēslojuma variantā. Sēklas miežabrālim nogatavojas pakāpeniski, gatavās izbirst, tādēļ ražošanas apstākļos ievācamā sēklu raža vidēji nav augstāka par 200–300 kg ha⁻¹. Otrajā lietošanas gadā plantācijā ievāktā miežabrāļa sēklu raža svārstījās no 197 kg ha⁻¹ līdz 436 kg ha⁻¹, un līdzīgi kā iepriekšējā gadā labākos rezultātus nodrošināja minerālmēsli un notekūdeņu dūņu izmantošana.

2. tabula Table 2

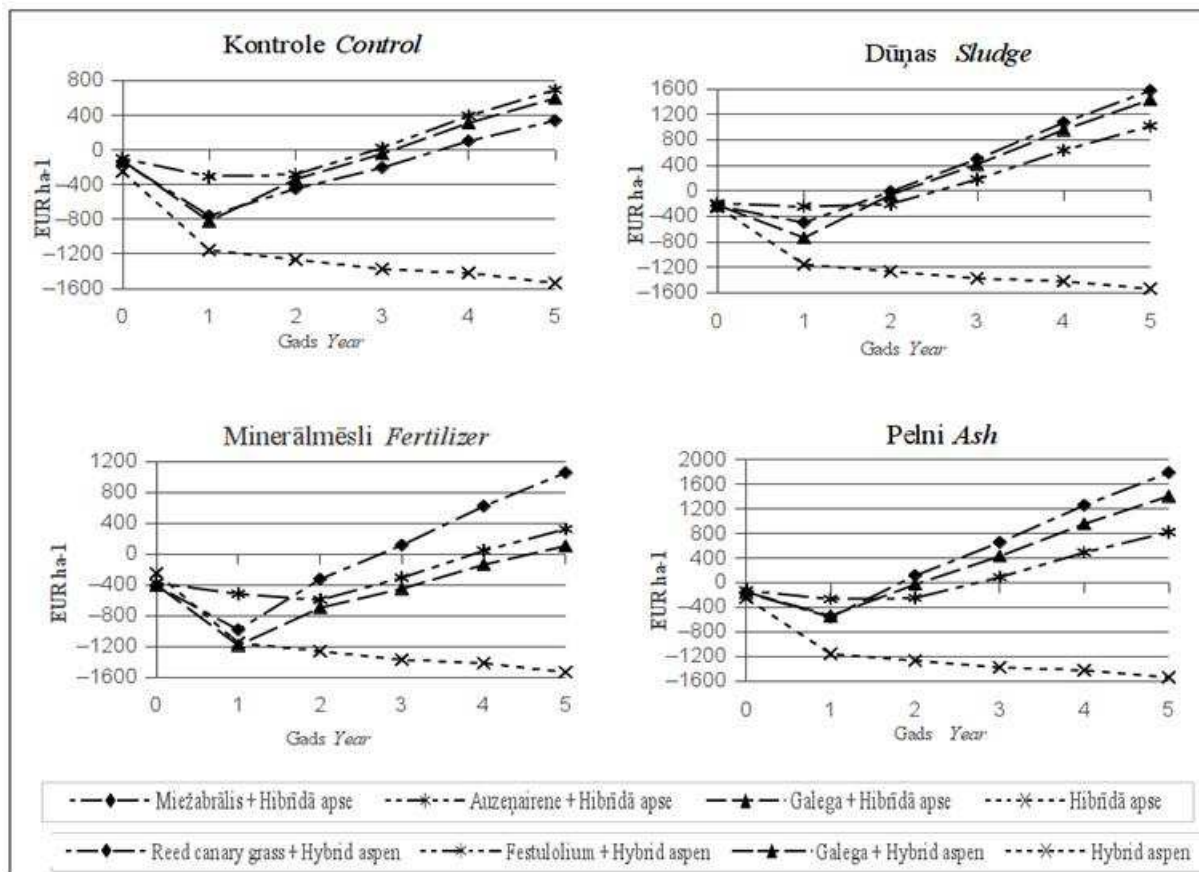
Hibrīdo apšu pasējā audzēto zālaugu sēklu ražas 1. un 2. lietošanas gadā (2012–2013), kg ha⁻¹
The seed yield of grasses in 1st and 2nd year of use (2012–2013) in agroforestry system, kg ha⁻¹

Mēslojuma variants <i>Fertiliser</i>	Miežabrālis <i>Reed canary grass</i>		Auzeņairene <i>Festolium</i>		Austrumu galega <i>Fodder galega</i>	
	1. liet. g. <i>1st year of use</i>	2. liet. g. <i>2nd year of use</i>	1. liet. g. <i>1st year of use</i>	2. liet. g. <i>2nd year of use</i>	1. liet. g. <i>1st year of use</i>	2. liet. g. <i>2nd year of use</i>
Kontrole <i>Control</i>	129	197	1176	202	142	427
Minerālmēsli <i>Mineral fertiliser</i>	225	436	1539	278	185	535
Notekūd.dūņas <i>Waste water sludge</i>	304	373	1451	191	276	444
Pelni <i>Ash</i>	241	282	1296	220	372	568
Vidēji <i>Mean</i>	225	322	1365	223	244	493
<i>RS_{0,05} LSD_{0,05}</i>	153.2	220.0	253.5	54.3	123.1	128.3

Legūtie rezultāti apstiprina mēslojuma pozitīvo ietekmi uz zālaugu sēklu ražas veidošanos visām zālaugu sugām. Atšķirībā no stiebrzāļu sējumiem, kur augstāko sēklu ievākumu nodrošināja lielāka N koncentrācija mēslojumā, notekūdeņu dūņas un minerālmēsli, galegai būtiskāks izrādījās pelnos esošo barības vielu – K, P un mikroelementu nodrošinājums. Ievāktās sēklu ražas liecina, ka kombinētā zālaugu–kokaugu audzēšana ir veiksmīgi realizējama. Pirmajos agromežsaimnieciskās sistēmas izmantošanas gados var ievākt pilnvērtīgu zālaugu sēklu ražu. Kokaugu un enerģētisko augu audzēšana vienā platībā ļauj optimizēt ierīkošanas izmaksas un gūt ienākumus, sākot ar pirmo stādījuma ierīkošanas gadu. Stādot kopā kokaugus un lauksaimniecības kultūraugus, iespējams apvienot izmaksas, kas saistītas ar augsnes sagatavošanu, herbicīdu izmantošanu, administratīvajiem izdevumiem, zemes nodokli u. c.

Audzējot ātraudzīgos apšu hibrīdus, kur galvenais produkts ir zāģbaļķis, pirmie ienākumi gaidāmi pēc 15 gadiem, kad plantāciju nocirtīs. Audzējot ātraudzīgos apšu hibrīdus kopā ar

enerģētiskajiem zālaugiem, pirmie ienākumi sagaidāmi jau sākot ar nākamo gadu pēc plantācijas ierīkošanas, realizējot koku rindstarpās izaudzēto daudzgadīgo zālaugu sēklas, vai sākot ar plantācijas ierīkošanas gadu, realizējot atšķirīgiem mērķiem izaudzēto zālaugu biomasu. Tas dod iespēju nosegt stādījuma ierīkošanas, stādāmā materiāla, stādīšanas un atēnošanas izmaksas pirmajos 3–5 gados pēc plantācijas ierīkošanas. Enerģētiskie zālaugi sēklu ieguvei parasti tiek audzēti 4–5 gadus, jo turpmākajos gados vairumam zālaugu sugu sēklu ražība krītas, sējumi jāatjauno. Pirmo 5 gadu laikā kokaugi jau ir izauguši pietiekami lieli un aprūtinā iespējamo zālaugu pārsēju. Tādēļ turpmāk, atkarībā no iestādīto koku skaita, izvietojuma un augšanas tempa, var vākt zālaugu biomasu vai audzēt tikai kokaugus. Atšķirīgu zālaugu sējumu ierīkošanas tehnoloģija un ar to saistītās izmaksas ir ļoti līdzīgas, atšķiras sēklu sagatavošanas un tirdzniecības cenas.



Att. Agromežsaimniecības sistēmu uzturēšanas izmaksas, izmantojot dažādus mēslojumus.

Fig. Management costs of agroforestry systems with different fertilizers.

Lielākos ienākumus nemēslotajā variantā pirmajos 5 gados iespējams gūt no auzeņāirenes un galegas sēklaudzēšanas sējumiem koku rindstarpās, attiecīgi 5. plantācijas gadā tie būs 696 EUR ha⁻¹ un 600 EUR ha⁻¹, mazāki tie būs, audzējot miežabrāli, – 341 EUR ha⁻¹ (skat. att.). Audzējot apšu hibrīdus vienus pašus, pēc pirmajiem 5 gadiem ienākumu bilance būs negatīva, jo ienākumi no apses koksnes pārdošanas sagaidāmi tikai plantācijas 15. dzīves gadā. Dažādiem apšu hibrīdu kloniem augšanas gaita atšķiras. Sasniedzot 12 gadu vecumu, plantācijās ar 800 kokiem uz hektāru koksnes krāja var sasniegt 65–109 m³ ha⁻¹ atkarībā no apses klona, kas naudas izteiksmē pēc pašreizējām kokmateriālu cenām ir 1300–2180 EUR ha⁻¹. Pie tāda paša koku skaita uz hektāru 18 gados koksnes krāja var sasniegt 186–354 m³ ha⁻¹, kas naudas izteiksmē ir 3720–7080 EUR ha⁻¹ (Zeps *et al.*, 2008).

Viens no veidiem, kā palielināt kultūras ražību, ir dažādu mēslošanas līdzekļu (notekūdeņu dūņas, pelni, minerālmēsli) izmantošana. Tos iestrādā krājumā vairākiem gadiem stādījuma ierīkošanas laikā. Izmantojot pelnus, lielākos ienākumus iespējams gūt, kokaugu stādījuma rindstarpās sējot miežabrāli un galegu, attiecīgi pirmajos 5 plantācijas gados kopā būs iegūti 1793 EUR ha⁻¹ un 1412 EUR ha⁻¹, mazāki ienākumi paredzami, sējot rindstarpās auzeņaireni – 826 EUR ha⁻¹ (skat. att.).

Izmantojot notekūdeņu dūņas, lielākos ienākumus, līdzīgi kā pelnu pamatmēslojuma variantā, iespējams gūt, kopā ar kokiem audzējot miežabrāli un galegu, attiecīgi pirmajos 5 plantācijas gados kopā būs iegūti 1577 EUR ha⁻¹ un 1432 EUR ha⁻¹, mazāki ienākumi paredzami no auzeņairesnes – 1021 EUR ha⁻¹ (skat. att.). Lai samazinātu kopējās mēslošanas izmaksas, maksimāli jācenšas samazināt transportēšanas attālumu, kas ir nozīmīga izmaksu pozīcija dūņu mēslojuma izmantošanas gadījumā.

Izmantojot minerālmēslus, lielākos ienākumus iespējams gūt, koku rindstarpās sējot miežabrāli un auzeņaireni, attiecīgi pirmajos 5 plantācijas gados kopā būs iegūti 1059 EUR ha⁻¹ un 325 EUR ha⁻¹, mazāki ienākumi ir no galegas audzēšanas koku rindstarpās – 325 EUR ha⁻¹ (skat. att.).

Pateicība. Raksts sagatavots SRC plus projekta ietvaros.

Secinājumi

1. Mēslošanas līdzekļu izmantošana sekmē zālaugu sēklu ražu pieaugumu un nodrošina lielākus ienākumus no realizētās produkcijas pirmajos piecos kokaugu stādījuma izmantošanas gados.
2. Neizmantojot mēslošanas līdzekļus, lielākos ienākumus pirmajos piecos gados iespējams gūt, koku rindstarpās audzējot niedru auzeni un galegu.
3. Izmantojot pelnus vai notekūdeņu dūņas kā pamatmēslojumu, lielākos ienākumus pirmajos piecos gados iespējams gūt, koku rindstarpās audzējot miežabrāli un galegu.
4. Izmantojot minerālmēslus kā pamatmēslojumu, lielākos ienākumus pirmajos piecos gados iespējams gūt, koku rindstarpās audzējot miežabrāli un auzeņaireni.
5. Audzējot agromežsaimniecības sistēmā ātraudzīgo apšu hibrīdu klonus kopā ar zālaugiem, ienākumi prognozējami 1.–5. gadā un 15. gadā.
6. Pirmajos kokaugu stādījuma vai agromežsaimnieciskās sistēmas izmantošanas gados var sekmīgi kombinēt kokaugu un daudzgadīgo zālaugu audzēšanu vienā platībā, ievācot pilnvērtīgu zālaugu sēklu ražu, optimizējot un paātrināti atgūstot ierīkošanas izmaksas.

Izmantotā literatūra

1. Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis L 347, Tiesību akti, 56. sējums, Izdevums latviešu valodā, 2013. gada 20. decembris, „Eiropas Parlamenta un Padomes regula (ES) Nr. 1307/2013” pp. 487–540 & „Eiropas Parlamenta un Padomes regula (ES) Nr. 1305/2013” pp.608–670, [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 1. nov.] Pieejams: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=OJ:L:2013:347:TOC>
2. Jose S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76, p. 1–10.
3. Maydell H-J.V. (1995). Agroforestry in central, northern, and eastern Europe. *Agroforestry Systems*, 31, p. 133–142.
4. Meripõld H., (2005). Additional agronomics of seed production of hybrid lucerne and fodder galega. Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity, *Grassland Science in Europe*, 10, p. 585.
5. Ministru kabineta noteikumi Nr. 308 (2013). Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 1. nov.] Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=247349>
6. Parol A., Viiralt R. (2001). Grazing trials with fodder galega carried out in Estonian Agricultural University. *In*: Nommsalu H. (ed.): *Fodder galega*, Saku, p. 114–119.
7. Peichl M., Thevathasan N. V., Gordon A. M., Huss J., Abohassan R. A. (2006). Carbon Sequestration Potentials in Temperate Tree-Based Intercropping Systems, Southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems*, 66, p. 243–257.

8. Rancane S., Makovskis K., Lazdina D., Daugaviete M., Gutmane I. and Berzins P. (2014). Analysis of economical, social and environmental aspects of agroforestry systems of trees and perennial herbaceous plants. *Agronomy Research*, 12 (2), p. 589–602.
9. Tsonkova P., Böhm C., Quinkenstein A, Freese D. (2012). Ecological benefits provided by alley cropping systems for production of woody biomass in the temperate region: a review. *Agroforestry Systems*, 85, p. 133–152.
10. Zeps M., Auzenbaha D., Gailis A., Treimanis A., Grīnfelds U. (2008). Hibrīdapšu (*Populus tremuloides* × *Populus tremula*) klonu salīdzināšana un atlase. *Mežzinātne*, 18(51), p. 19–34.

LAUKKOPIĒBA

PASAULES AUGŠŅU KLASIFIKATORS – JAUNĀ 2014. GADA VERSIJA WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES – THE NEW EDITION 2014

Aldis Kārklis

LLU Lauksaimniecības fakultāte

Aldis.Karklins@llu.lv

Ievads

Kārtējā Starptautiskajā Augsnes zinātnes kongresā, kas 2014. gadā notika Čedžu, Dienvidkorejā, tika apstiprināta jaunā Pasaules Augšņu klasifikatora (*World Reference Base for Soil Resources – WRB*) versija jeb tā 3. izdevums. Pasaules Augšņu klasifikators (PAK) kopš 1998. gada ir starptautiski atzīta sistēma augšņu grupēšanai un nacionālo klasifikācijas sistēmu savstarpējai salīdzināšanai. Papildus tam Eiropas Savienība ir atzinusi PAK kā kopējo sistēmu, ar kuras palīdzību var nodrošināt augsnes informācijas apmaiņu starp dalībvalstīm visos aspektos, kur vien tas ir nepieciešams. Vienlaikus var piebilst, ka šogad notikušajā Starptautiskajā Augsnes zinātnes kongresā tādā pašā statusā nominēja arī ASV augšņu klasifikācijas sistēmu *Soil Taxonomy* (pašlaik aktuāla ir tās 12. jeb 2014. gada versija) (Soil Survey Staff, 2014). Taču tās pielietojums Eiropā vairāk ir izplatīts zinātniskajās aprindās.

Augsnes informācija ES aspektā ir nepieciešama daudzās sfērās. Šeit var minēt gan dalībvalstu teritorijas piemērotību lauksaimnieciskai ražošanai, gan veidojot tādas ES kopīgas un metodiskā ziņā harmonizētas izstrādnes kā Labas Lauksaimniecības prakses principu ievērošana, vides risku mazināšana lauksaimnieciskās darbības rezultātā, mēslošanas līdzekļu lietošanas ierobežojumi, lauksaimniecībai mazāk labvēlīgo apvidu definēšana, gan siltumnīcas efektu veidojošo gāzu emisiju aprēķinam, oglekļa piesaistes pasākumu plānošanai, vides monitoringam u. c. Līdz ar to augšņu datu kvalitāte un spēja darboties ar tiem ir svarīgs nosacījums adekvātai līdzdalībai šajās programmās.

Latvijas speciālistiem ir svarīgi šajā augšņu klasifikācijas sistēmā pietiekami labi orientēties un prast ar to strādāt, kā arī operatīvi pārorientēties no PAK iepriekšējām versijām, kuru pielietošanā jau ir uzkrāta zināma pieredze. Šī raksta mērķis ir konspektīvi iepazīstināt ar galvenajām izmaiņām PAK jaunajā versijā, ciktāl šīs izmaiņas attiecas uz Latvijas augšņu klasifikāciju.

Pētījumu metodika

Pētījums balstās uz divu PAK klasifikācijas sistēmu oficiālā publicējuma savstarpējo analīzi. Līdz šim darbojošās sistēmas – PAK 2. versijas (IUSS Working Group WRB, 2006) un jaunās – PAK 3. versijas (IUSS Working Group WRB, 2014) salīdzinājumu, analizējot izmaiņas, kas var būt saistošas, klasificējot Latvijas augšņus. Pētījumā netiek aplūkotas atšķirības, kas ir šajos izdevumos, taču neietekmē Latvijas augšņu klasifikāciju.

PAK augšņu pamatgrupas

Pasaules Augšņu klasifikatora iepriekšējās 2006. gada versijas uzbūve un tās pielietošanas metodika atbilstoši Latvijas apstākļiem ir jau labi raksturota 2008. gadā izdotajā izdevumā „Augsnes diagnostika un apraksts”. Šis izdevums līdz šim ir kalpojis kā metodiskais materiāls augšņu informācijas adaptācijai atbilstoši starptautiskajiem standartiem. Neatkārtojot tur rakstīto, centīšos iepazīstināt ar izmaiņām, kādas tagad nepieciešamas piemērot, pielietojot PAK jauno versiju.

Tāpat kā līdz šim, PAK ir saglabājis nemainīgu pirmās pakāpes taksonu – augšņu pamatgrupu (*Reference Soil Group*) skaitu – 32 (Latvijā, domājams, ir pārstāvētas 18 no tām). Taču ir mainījies vienas pamatgrupas nosaukums – Latvijā plaši pārstāvētās *Albeluvisols* vietā tagad ir *Retisols*, taču šai pamatgrupai ir plašāks definīcijas apgabals; tā nav tikai nosaukuma maiņa. Līdz ar to nāksies pārklasificēt atbilstošas augšņus, ja būs nepieciešamība informāciju harmonizēt atbilstoši jaunajam klasifikatoram. Papildus skaidrojums būs turpmāk.

Augšņu klasifikācija, izmantojot PAK, notiek pēc „atslēgas” principa. Tas nozīmē, ka, meklējot atbilstošo augšņu pamatgrupu, vienmēr sāk lasīt no noteicēja augšņgala un pakāpeniski virzoties tam cauri, apstājas pie vietas, kur dotā definīcija atbilst klasificējamās augšņu aprakstam.

Tāpēc ir svarīgi, kā ir sarindoti augšņu taksoni klasifikatorā. Jaunajā versijā ir vairākas izmaiņas, kas var ietekmēt Latvijas augšņu klasifikāciju.

Fluvisols (lielākā daļa Latvijas aluviālo augšņu) ir pārvietotas uz klasifikatora lejas daļu, aiz tām ir vēl tikai *Regosols*. Iepriekš *Fluvisols* atradās klasifikatora sākumdaļā; tas nozīmē, ka šīs grupas īpatsvars mazināsies un tajā paliks tikai augsnes ar ļoti tipiskām nesena alūviņa izpausmēm. Uz klasifikatora augšdaļu ir pakāpušās *Umbrisols*, tās tagad ir tieši pēc *Phaeozems*. Tas gan Latvijas augšņu klasifikāciju praktiski neietekmēs. Vietām savstarpēji ir mainījušās *Cambisols* un *Arenosols*. Tas var ietekmēt viegla granulometriskā sastāva augšņu klasifikāciju, jo daļa augšņu, ko mēs iepriekš saucām par *Arenosols* (tādu Latvijā ir daudz), tagad tiks iekļautas *Cambisols* grupā.

Nedaudz mainīta ir *Cambisols* definīcija, noņemot atrunu par *cambic* horizonta apakšējo robežu saistībā ar aramkārtu. Vāji izveidotas (jaunas) augsnes, kuras tiek vai kādreiz tikušas artas dziļāk par 25 cm, tagad tiks iekļautas šajā grupā, jo augsnes apstrāde veicina tādu pazīmju izveidi, kas raksturīgas *cambic* horizontam.

Latvijā iespējamo augšņu sarakstā acīmredzot parādīsies *Alisols*, iepriekš tika uzskatīts, ka šāda grupa pie mums nav sastopama. Šai augšņu pamatgrupai ir nedaudz mainīta definīcija, tā tagad ir ierindota tieši pirms Latvijā plaši sastopamām *Luvissols*, un no tām atšķiras tikai ar zemo piesātinājumu ar bāzēm zemaramkārtā (zem 50 cm no augsnes virspuses). Tā kā ir mainīta arī piesātinājuma pakāpes ar bāzēm izskaitļošanas metode (skat. turpmāk), pilnīgu slēdzienu par to vēl grūti dot, taču šī grupa var būt piemērojama skābām, bezkarbonātu vai karbonātus dziļi saturošām augsnēm, kuru dziļākajos horizontos ir notikusi māla iluviāla akumulācija.

Izmaiņas ir skārušās Latvijā plaši pārstāvēto *Gleysols* augšņu grupu, tā atbilstoši jaunajai definīcijai ir kļuvusi plašāka. Jaunā definīcija ļauj šai grupai pieskaitīt arī daļu no kādreiz izdalītām *Endogleyic* un *Stagnic Umbrisols*, kā arī *Gleyic* un *Stagnic Phaeozems*. Tādu Latvijā nav mazums.

Latvijā plaši pārstāvētās *Luvissols* augšņu grupas definīcija ir nedaudz sašaurināta, nosakot, ka *argic* horizontam jābūt seklāk par 100 cm no augsnes virspuses un nepieļaujot izņēmumu gadījumā, ja virs tā atrodas viegla granulometriskā sastāva materiāls (kā tas bija PAK iepriekšējās versijās). Tas nozīmē, ka daļu līdzšinējo *Luvissols* nāksies pārklasificēt par *Arenosols*.

Jaunajā klasifikatorā ir arī precizētas Latvijā sastopamo *Planosols* un *Stagnosols* definīcijas. Šo augšņu grupu izdalīšana bija samērā grūta ne pārāk skaidri definēto kritēriju dēļ. Tagad tie ir precizēti un, iespējams, darbs atvieglosies, taču zināmas šaubas rada atteikšanās no atrunas par *albic* horizontu (materiāliem) un to mēļveidīgumu. Var sanākt, ka tagad augsne ar *retic* pazīmēm nokļūs kādā no minētajām grupām, un tas nozīmē, ka daļa no iepriekš klasificētām *Albeluvisols* ar glejošanās pazīmēm tagad var nonākt *Planosols* vai *Stagnosols* grupā. Vai tas tiešām tā būs un vai šis apstāklis radīs kādas būtiskas problēmas, būs redzams, tikai praktizējot ar jauno klasifikatoru.

Nedaudz ir mainīta *Technosols* (Tehnogēnās augsnes) definīcija, precizējot to izdalīšanas principus. Pēdējā laikā šo augšņu izpētei kā arī klasifikācijai tiek pievērsta liela uzmanība, un šajā gadījumā izmaiņas skar tikai precizējumus to nodalīšanai no dabiskām, bet daļēji antropogēni ietekmētām augsnēm. Līdzīgi ir arī ar *Leptosols* augšņu grupu. Nelielie precizējumi definīcijā tagad pieļauj to atrašanos antropogēnā vidē. Latvijas augšņu klasifikāciju lauksaimnieciski izmantojamās un mežu zemēs, kā arī dabiskās augtēs šīs iepriekšminētās izmaiņas neskar.

Diagnostikas horizonti, pazīmes un materiāli

PAK jaunajā versijā ir parādījies jauns diagnostikas horizonts – *protovertic*. Tas aizstāj kādreizējās *vertic* diagnostikas pazīmes un varētu būt pielietojams atsevišķām smaga granulometriskā sastāva augsnēm, kurām raksturīga liela māla uzbriešanas spēja. Savukārt no diagnostikas horizontu saraksta ir pazudis *anthric* horizonts; tagad labi iekultivēts augsnes materiāls tiek klasificēts kā tāda paša nosaukuma diagnostikas pazīme. Turpmāk nebūs arī *albic* diagnostikas horizonts (Latvijas augsnēs to var novērot bieži), bet gan *albic* diagnostikas materiāli. Definīcija to izdalīšanai ir kļuvusi nedaudz pielaidīgāka, t. i., par *albic* materiāliem varēs uzskatīt arī tādas pazīmes, kuras iepriekš nekvalificējās šim statusam.

Latvijas augsnēs plaši izplatītajam *argic* horizontam, kas bija un ir būtisks nosacījums *Luvissols* un *Albeluvisols* (*Retisols*) izdalīšanai, tagad ir daudz plašāka definīcija. Tagad to iespējams izdalīt arī pie vājākām māla akumulācijas un/vai iluviācijas izpausmēm. Tādējādi daļa iepriekšizdalīto *Cambisols* pārtaps par *Luvissols* un pēdējā grupa īpašību ziņā būs ļoti plaša. Savukārt *mollic* un *umbric* diagnostikas horizontiem vispārējā gadījumā vairs nevajadzēs būt

vismaz 25 cm bieziem; pietiks tikai ar 20 cm. Tas palielinās *Phaeozems* un *Umbrisols* īpatsvaru uz *Retisols*, *Luvisols*, *Cambisols* un *Arenosols* rēķina, ja vien augsnes virskārtā būs pietiekami daudz organiskā oglekļa, lai veidotu nepieciešamos augsnes krāsas nosacījumus.

Ir precizēta augsnes organiskās vielas (organiskā oglekļa) definīcija. Pirmkārt, uzsvērts, ka vērā tiek ņemts tikai augsnes organiskais ogleklis (C_{org}), izslēdzot to, ko augsnē var ienest mākslīgi, piemēram, ar kompostu, augsnes uzlabotājiem (kūdra, sapropelis u. c.) vai ražošanas atkritumiem, ja vien šis jaunienestais materiāls nav pakļauts būtiskam sadalīšanās procesam. Iepriekšējā versijā šādas atsauces nebija. Otrkārt, definējot augsnes organiskos materiālus, automorfām un hidromorfām augsnēm tiek piemērots vienots kritērijs – vismaz 20% C_{org} smalkzemē (masas vienībās). Iepriekšējā PAK versija hidromorfām augsnēm pieļāva zemāku C_{org} robežskaitli un tas bija atkarīgs no māla satura smalkzemē. Šīs izmaiņas var ietekmēt *Histosols* izdalīšanu, jo tur kā galvenais kritērijs ir tieši augsnes organiskie materiāli un to slāņa biezums. Daļa pushidromorfo un hidromorfo augšņu, kuras atbilstoši iepriekšējai PAK versijai klasificējās kā *Histosols*, tagad būs piederošas *Phaeozems* vai *Umbrisols* grupām.

Jaunajā izdevumā ir parādījusies iepriekš nebijusi augsnes diagnostikas pazīme – *retic*. Tā raksturo gaišākas krāsas un smilšaināka materiāla (izskalošanās jeb E horizonta) iespēšanos pa plaisām zem tā esošajā smagāka granulometriskā sastāva un tumšākas krāsas B horizontā. Augsnes vertikālajā griezumā tas parādās kā gaišākas krāsas materiāla mēļveidīgs padziļinājums zem tā esošajā B horizontā, ko līdz šim mēs izmantojām kā *Albeluvisols* raksturīgu pazīmi. Tagad, ja šādu pazīmi vertikālajā griezumā nav iespējams konstatēt, veido horizontālu augsnes šķēlumu un, saskatot poligonālus gaišas krāsas zīmējumus tumšākas krāsas augsnes pamatmasā, kas atbilst *argic* diagnostikas kritērijiem, pieņem to kā līdzvērtīgu *retic* diagnostikas pazīmes izdalīšanai. *Retic* pazīme ir noteicošā, lai izdalītu *Retisols*, grupu, kura jaunajā PAK versijā aizstāj Latvijā plaši sastopamās *Albeluvisols*. Tikai tagad *Retisols* grupai piepulcēsies arī daļa līdz šim izdalīto *Luvisols*, kuras iepriekš izdalīja tāpēc, ka klasificējamai augsnei vertikālajā šķēlumā nebija iespējams diagnosticēt *albeluvisols* mēļveidīgumu vai arī tas bija pārāk vāji izteikts, fragmentārs.

Parādījies arī jauns augsnes diagnostikas materiāls – *dolomitic*. Ar to apzīmē augsnes materiālu, kurā ir vismaz 2% (masas izteiksmē) karbonātu ar augstu magnija saturu.

Daļēji ir mainījusies terminoloģija, neskarot attiecīgo kritēriju būtību. Piemēram, *albeluvisols tonguing* ir nomainīts ar *albeluvisols glossae*, sekundārie karbonāti (*secondary carbonates*) ar *protocalcic* pazīmi, *ferralic* pazīmes ar *sideralic* pazīmēm, gleja krāsas salikums un *stagnic* krāsas salikums attiecīgi pārtapuši par gleja un *stagnic* pazīmēm, pēkšņu granulometriskā sastāva maiņu (*abrupt textural change*) tagad dēvēs par pēkšņu (krasa) granulometriskā sastāva atšķirību (*abrupt textural difference*) u. c.

Kopumā PAK 2014. gada izdevumā ir definēti 36 diagnostikas horizonti, 18 diagnostikas pazīmes un 17 augsnes diagnostikas materiāli. Domājams, ka Latvijas augšņu klasifikācijai ir nepieciešami attiecīgi 12, 13 un 14 no tiem.

Otrā līmeņa augsnes taksoni

Lai detalizētu augšņu iedalījumu, PAK augšņu pamatgrupas nosaukums tiek papildināts ar atbilstošiem apzīmētājiem – ar tā sauktajiem modifikatoriem (galvenajiem un papildus) un ar specifiskajiem, kas vēl papildus raksturo noteiktu modifikatoru. Jaunajā PAK versijā, salīdzinot ar iepriekšējo, ir palielināts šo apzīmētāju skaits, kā arī doti stingrāki noteikumi to vienveidīgai piemērošanai un hierarhiālam izkārtojumam, veidojot augsnes nosaukumu. Piemēram, iepriekšējā PAK versijā augšņu nosaukumā *drainic* (mākslīgā drenāža) iekļāva, tikai raksturojot *Histosols*, tagad jaunajā versijā – jebkurai augšņu grupai, kur tam ir praktiska nozīme. Jauns modifikators ir definēts priekš *Histosols* – *murshic*. Tas norāda uz to, ka kūdraugsne ir mākslīgi drenēta un kūdras slānis ir sācis sadalīties, saplacis, sablīvējies. Latvijā šim modifikatoram var būt liela nozīme, raksturojot nosusinātās zemo un pārejas purvu kūdraugsnes, kuras izmanto lauksaimniecībā.

Ar jaunu modifikatoru – *loamic* – papildināts to apzīmētāju saraksts, kas norāda uz dominējošo augsnes granulometriskā sastāva augsnes virsējā 0–100 cm slānī. Iepriekšējā PAK versijā bija tikai trīs apzīmētāji – *arenic*, *siltic* un *clayic*, tāpēc daļai minerālaugšņu ar vidēju granulometriskā sastāva šāda apzīmētāja nebija. Tagad ir pilns spektrs iespējamo modifikatoru, kas raksturo šo svarīgo augsnes īpašību. Jaunajā PAK versijā klāt nākuši arī citi modifikatori, kas palielina iespējas pilnīgāk raksturot konkrētu augsni.

Taču papildus tam ievērojamas izmaiņas ir notikušas modifikatoru definīcijās. Tajās ir parādījušās nebijušas atrunas, vai arī līdzšinējās ir dzēstas, mainījušies izteiktības vai sastopamības nosacījumi, kā arī veiktas citas izmaiņas. Līdz ar to daudzos gadījumos tie vairs nav ekvivalenti iepriekšējās PAK versijas modifikatoriem, kaut arī nosaukumi ir saglabājušies.

Precizēti arī noteikumi, kā tiek pielietoti specifiskatori, kas papildus vēl detalizētāk raksturo modifikatorus. Iepriekšējā PAK versija pieļāva to samērā radošu pielietojumu, tāpēc bija vērojamas lielas atšķirības starp dažādu autoru interpretācijām. PAK autori uzsver, ka tagad šī sistēma ir labāk piemērota gan augšņu klasifikācijai, gan arī augšņu karšu leģendu veidošanai. Iepriekšējā PAK versija praktiski nebija izmantojama kartēšanas vienību definēšanai.

Kopumā PAK ir definējis 259 modifikatorus (*qualifiers*) un 7 specifiskatorus (*specifiers*). Latvijas augšņu klasifikācijai varētu būt izmantojami 163 modifikatori. No tiem 56 definīcijas ir saglabājušās, kādas tās bija PAK 2006. gada versijā, bet 107 definīcijas ir būtiski mainītas.

Citas norādes

Lai nodalītu *Alisols* augšņu grupu no *Luvisols*, kā arī *dystric* modifikatoru no *eutric*, lieto rādītāju – augsnes piesātinājuma pakāpe ar bāzēm. Nedaudz mainījies ir tā izskaitļošanas kārtība. PAK iepriekšējā versijā to izskaitļoja kā attiecību starp apmaiņas bāzēm (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ un Na^+) un apmaiņas skābumu ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$), tagad kā attiecību starp apmaiņas bāzēm un apmaiņas alumīniju (Al^{3+}), vairs neņemot vērā ūdeņradi.

PAK jaunajā versijā ir mēģināts uzlabot definīciju un paskaidrojošā teksta izteiksmes veidu, lai padarītu to labāk uztveramu un saprotamu, tajā pašā laikā nezaudējot definīciju precizitāti. Jāteic gan, ka tas ir grūts uzdevums un joprojām teksta viennozīmīga uztveršana prasa ļoti lielu koncentrēšanos, kā arī labas teorētiskās zināšanas augsnes zinātnē un tās specifiskajā terminoloģijā.

PAK autori ir arī īpaši uzsvēruši, ka specifisko (mākslīgi veidoto) klasifikatora terminoloģiju nedrīkst tulkot nacionālajās valodās, vai arī piemeklēt tai citus nacionālos ekvivalentus. Tad sistēmai kā starptautiskam saziņas un informācijas apmaiņas līdzeklim zūd jēga. Izņēmums var būt tikai tie angļu valodas nosaukumi, kuriem jau tradicionāli ir stabili ekvivalenti nacionālās valodās, piemēram, kaļķains, pēkšņa granulometriskā sastāva atšķirība u. c., vajadzības gadījumā iekavās ieliekot terminu oriģinālvalodā.

Kopsavilkums

Pasaules Augšņu klasifikators kopš tā pirmā publicējuma 1998. gadā un apstiprināšanas par starptautisku sistēmu ir būtiski pilnveidojies. Tas ir pozitīvi, jo sistēma attīstās, tā ir „dzīva” un praktiski izmantota. Taču periodiskie jauninājumi un papildinājumi padara sarežģītāku lielu datu masīvu uzkrāšanu. Ja datubāzi vēlas uzturēt modernā formātā, ir jāveic tur esošo augsnes datu pārklasificēšana. Būtu jāatjauno arī citi informācijas nesēji, kā arī dokumenti, kuros tiek izmantota augsnes informācija. Citādi informācijas kopas nebūs homogēnas, dažādos periodos uzkrātie dati būs atšķirīgā formātā un nevarēs veikt kopīgu apstrādi, analīzi, datu interpretāciju. Tie diemžēl ir šī procesa negatīvie aspekti, jo šādu pārklasificēšanu nav iespējams veikt automātiski, pat ne mehāniski ar korelācijas tabulu palīdzību. Process jāveic no sākuma stadijas, izmantojot augšņu morfoloģiskā apraksta un analītisko rezultātu datus. Līdz ar to tas ir ļoti darbietilpīgs uzdevums. Taču uzkrājot jaunus datus, piemēram, aprakstot pētījumu vietu augsnes, protams, jālieto klasifikatora jaunākā, mūsdienīgā versija.

Izmantotā literatūra

1. *Augsnes diagnostika un apraksts* (2008). Sast. A. Kārklīšs. Jelgava: LLU. 336 lpp.
2. IUSS Working Group WRB (2006). World Reference Base for Soil Resources 2006: A framework for international classification, correlation and communication. *In: World Soil Resources Reports*, No. 103, Rome: FAO, 2006. p.128.
3. IUSS Working Group WRB (2014). World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *In: World Soil Resources Reports*, No. 106, Rome: FAO, 2014. p 181.
4. Soil Survey Staff (2014). *Keys to Soil Taxonomy*, 12th ed. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. p. 372.

AUGSNES APSTRĀDES IETEKME UZ ORGANISKO VIELU SADALĪŠANĀS INTENSITĀTI AUGSNĒ

THE INFLUENCE OF TILLAGE ON ORGANIC MATTER DEGRADATION IN THE SOIL

Laila Dubova, Antons Ruža, Ina Alsiņa

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Laila.Dubova@llu.lv

Abstract. Associations of microorganisms are an important component of soil biotic communities. Their efficiency is influenced not only by used mineral and organic fertilizers, but also by tillage and crop species. Organic matter accumulation or decomposition affects the amount of available nutrients and soil properties. The amount of nutrients in the soil and therewith crop yield is closely related to the diversity and activity of soil organisms. Activity of microorganisms can be judged directly by decomposition of organic matter intensity and enzyme activity in the soil. Hydrolytic enzyme activity in the soil indicates the intensity of mineralization of organic matter. Experiments were carried out to analyze conventional and minimum tillage effects on soil microbial processes. Soil samples for assessing cellulose degradation intensity and hydrolytic enzyme activity were collected twice or four times during the vegetation period at two soil depths (0–10 cm and 10–20 cm). It was found that the cellulose activity of microorganisms in the soil differs depending on meteorological conditions of the year. Minimally tilled fields (reduced tillage) compared with conventional tillage (ploughing) maintained plant residues over the soil surface and created favourable conditions for microorganisms which degrade different organic substrates. However, the surface soil is more exposed to fluctuations of environmental conditions. Balanced mineralization and humification process is crucial for sustainability of soil fertility.

Key words: minimum tillage, hydrolytic enzymes, cellulose.

Ievads

Mikroorganismu asociācijas ir nozīmīgs augsnes biocenozes komponents, kuru darbības efektivitāti var ietekmēt ne tikai lietotais minerālais un organiskais mēslojums, bet arī augsnes apstrādes veids un kultūraugu maiņa. Organiskās vielas uzkrāšanās vai sadalīšanās ietekmē augiem pieejamo barības elementu apjomu, kā arī augsnes īpašības. Barības elementu daudzums augsnē un līdz ar to arī kultūraugu raža ir cieši saistīta ar augsnes mikroorganismu daudzveidību un to darbības intensitāti (Deng, Tabatabai, 1996).

Par mikroorganismu darbības aktivitāti var spriest gan tieši pēc organiskās vielas sadalīšanās intensitātes, gan enzīmu aktivitātes augsnē. Hidrolītisko enzīmu aktivitāte augsnē liecina par organiskās vielas mineralizācijas intensitāti. Augsnē nokļūst dažādi hidrolītiskie enzīmi, kuri piedalās daudzveidīgu savienojumu šķelšanā. Enzīmi ataino baktēriju, sēņu, augu sakņu fizioloģisko aktivitāti, tādējādi raksturojot C, N, kā arī citu nozīmīgu elementu plūsmu biogeoķīmiskajā ciklā. Māla vai organisko vielu (humusa) daļiņas var saistīties ar enzīmiem, tādējādi ietekmējot to aktivitāti. Māla un humusa-enzīmu kompleksi veido ilglaicīgus noturīgus augsnes katalītiskos komponentus. Tomēr šo kompleksu uzrādītā enzimatiskā aktivitāte ne vienmēr korelē ar mikroorganismu skaitu un biomasu (Mikanova *et al.*, 2009).

Mikroorganismu aktivitāte augsnē atkarīga ne tikai no vides faktoriem. Augu sakņu izdalījumi ietekmē augsnes mikroorganismu kvantitatīvo sastāvu un aktivitāti. Sakņu izdalījumi var saturēt dažādus ogļhidrātus, organiskās un aminoskābes. Audzējot kultūraugus maiņas vai bezmaiņas sistēmā, izmainās arī mikroorganismu darbības intensitāte un metabolisms (Parmar, Dardarwal, 1999; Sturz, Christie 2003).

Iekārtotajā stacionārajā lauka izmēģinājumā ar tradicionālo un minimālo augsnes apstrādi un dažādu laukaugu rotāciju tika pētīta celulozes sadalīšanās intensitāte un hidrolītisko enzīmu aktivitāte augsnē.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi veikti Jelgavas novadā, mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki”, Poļos. Izmēģinājuma laukā ir virsēji velēnglejota (GLu) smilšmāla augsne, humusa saturs 20 g kg⁻¹, pH KCl 6.8.

Celulozi sadalošo mikroorganismu darbība novērtēta izmēģinājumā ar diviem augsnes apstrādes variantiem – tradicionālo – arot 22–24 cm dziļumā un minimālo – apstrādājot ar disku lobītāju 10–12 cm dziļi. Paraugi ņemti 0–10 un 10–20 cm dziļumā, ejot pa lauciņa diagonāli. Katra lauciņa kopējais augsnes paraugs veidots no 15–20 zondējumiem.

Hidrolītisko enzīmu aktivitātes novērtēšanai 2012. un 2013. gadā augsnes paraugi ievākti četras reizes veģetācijas periodā. Celulozi sadalošo mikroorganismu aktivitātes novērtēšanai augsnes paraugi ievākti divas reizes gadā. Izmēģinājumā iekļauti varianti ar un bez augu maiņas. Pirmajā un otrajā izmēģinājuma lauciņā audzēja tikai ziemas kviešus, trešajā un ceturtajā lauciņā 2012. gadā audzēja ziemas kviešus, bet 2013. gadā – attiecīgi ziemas rapsi un vasaras rapsi. Pirmajā un ceturtajā izmēģinājumu variantā augsni apstrādāja arot, bet otrais un trešais lauciņš apstrādāts ar disku lobītāju.

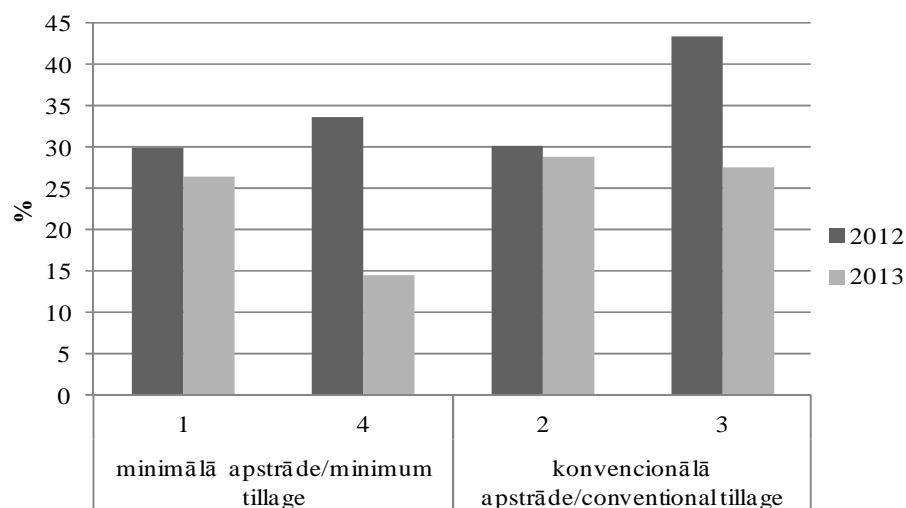
Augsnes hidrolītisko enzīmu (proteāzes, lipāzes, esterāzes) aktivitāte noteikta pēc fluoresceīndiacetāta (FDA) hidrolīzes intensitātes, ko nosaka spektrofotometriski pēc veidotā INTF daudzuma ($\mu\text{g INTF g}^{-1}$ sausas augsnes 24 h^{-1}) (Schnurer, Rosswall, 1982).

Celulozi sadalošo mikroorganismu darbība noteikta, izmantojot linu audumu. Audums sagriezts vienādos gabalos un katrs gabals nosvērts un ievietots traukā ar augsni. Katra izmēģinājuma varianta trauciņā ievietoti seši auduma gabaliņi. Pēc inkubācijas perioda mikrobioloģiski nesadalītā auduma gabaliņi izņemti no augsnes, izžāvēti un nosvērti. Rezultāts izteikts kā celulozes sadalīšanas pakāpe procentos.

Rezultāti un diskusijas

Mikroorganismu aktivitāti augsnē ietekmē ne tikai meteoroloģiskie apstākļi, bet arī augsnes apstrādes veids un audzētie kultūraugi. Salīdzinot celulozes sadalīšanās pakāpi, konstatētas statistiski būtiskas atšķirības starp variantiem. Aktīvāka celulozi sadalošo mikroorganismu darbība augsnes virskārtā konstatēta izmēģinājuma lauciņos, kur augsne arta un 2012. gadā audzēti ziemas kvieši, bet 2013. gadā – rapsis (1. att.). 2013. gadā celulozes sadalīšanas intensitāte visos variantos bija zemāka nekā 2012. gadā.

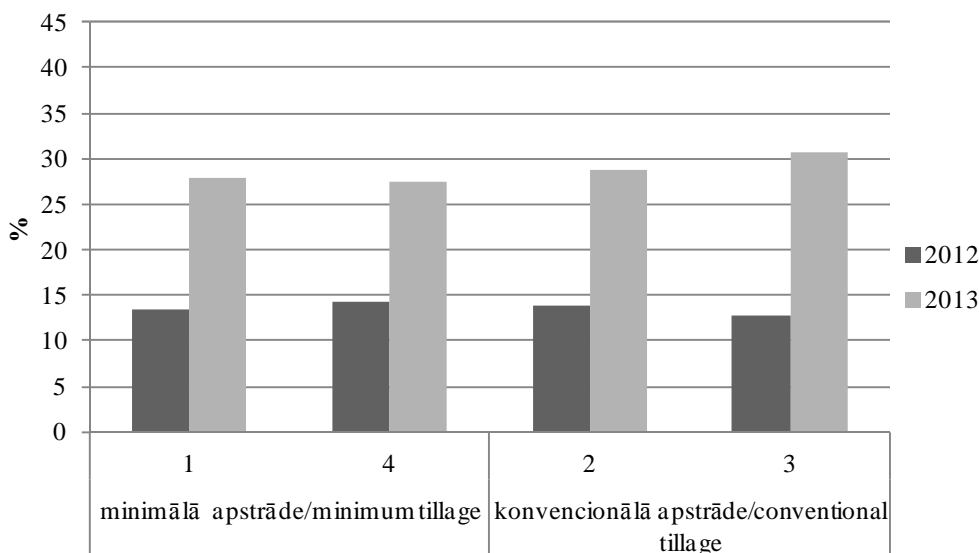
To var skaidrot ar atšķirīgiem meteoroloģiskajiem apstākļiem, jo 2013. gadā no aprīļa līdz septembrim nokrišņu bija mazāk nekā 2012. gadā. Kaut arī veicot augsnes minimālo apstrādi virskārtā saglabājas lielāks augu atlieku apjoms, to mikrobioloģiskā sadalīšanās notiek ar svārstīgu intensitāti.



1. att. Celulozes sadalīšanās pakāpe augsnes virskārtā (0–10 cm) minimāli un konvencionāli apstrādātos laukos: 1 un 2 – bezmaiņas sējumos ziemas kvieši, 3 un 4 – augmaiņā 2012. g. ziemas kvieši un 2013. g. rapsis.

Fig. 1. Cellulose degradation intensity soil under reduced and conventionally tilled in the soil upper layer (0–10 cm): 1 and 2 – winter wheat fields without crop rotation, 3 and 4 – fields with crop rotation winter wheat (2012) and rape (2013).

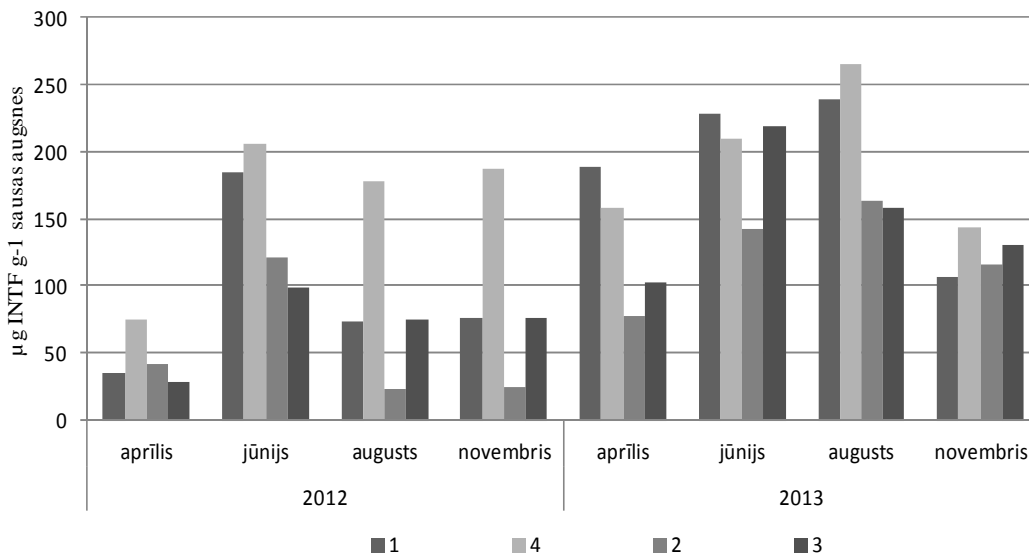
Nokrišņu trūkums 2013. gadā būtiski ietekmēja mikroorganismu aktivitāti augsnes virskārtā. Dziļākajā augsnes slānī celulozi sadalošo mikroorganismu aktivitāte visos variantos bija līdzīga un svārstījās robežās no 12.87% līdz 13.44%. Turpretī 2012. gadā bija vairāk nokrišņu un temperatūra tikai par 1–2°C pārsniedza vidējo ilggadējo, tāpēc bija konstatējama augstāka mikrobioloģiskā aktivitāte augsnes virskārtā. Celulozes sadalīšanās intensitāte svārstījās no 27.40% līdz 30.77% (2. att.). Audzēto kultūraugu ietekme vairāk izpaužas augsnes virskārtā.



2. att. Celulozes sadalīšanās pakāpe augsnes 10–20 cm slānī minimāli un konvencionāli apstrādātos laukos: 1 un 2 – bezmaiņas sējumos ziemas kvieši, 3 un 4 – augmaiņā 2012. g. ziemas kvieši un 2013. g. rapsis.

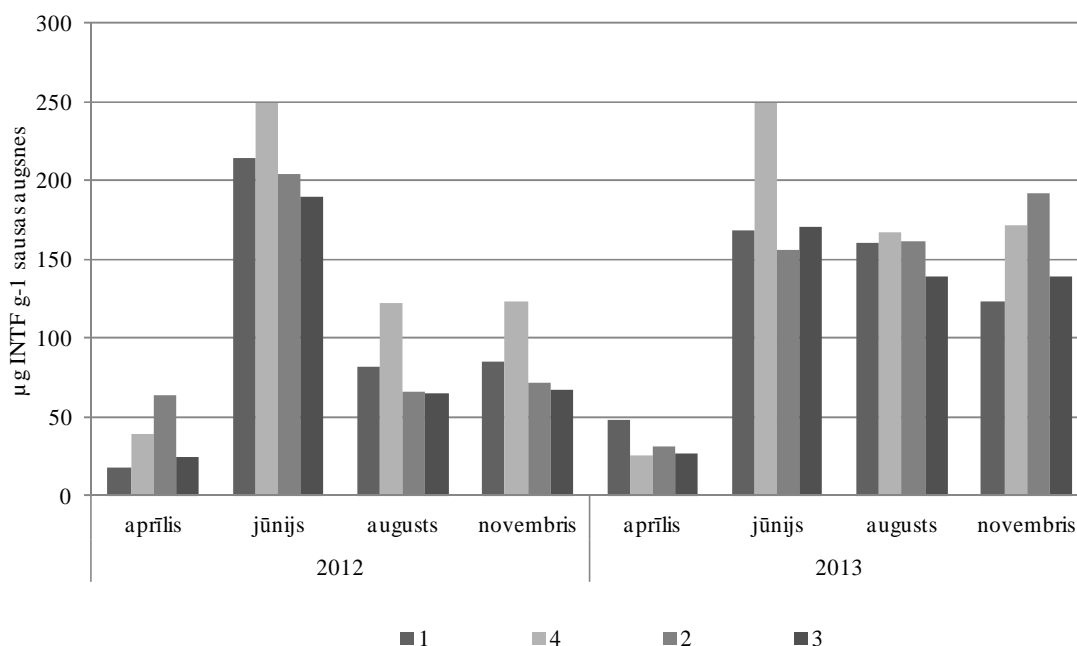
Fig. 2. Cellulose degradation intensity in the soil under reduced and conventionally tilled in the soil depth 10–20 cm: 1 and 2 – winter wheat fields without crop rotation, 3 and 4 – fields with crop rotation winter wheat (2012) and rape (2013).

Fluoresceīna diacetāta (FDA) hidrolīzes intensitāte raksturo vairāku hidrolītisko enzīmu (proteāze, lipāze, esterāze) aktivitāti augsnē. Minimāli apstrādātajos laukos (reducētā augsnes apstrāde), salīdzinot ar konvencionālo apstrādi (arot) augsnes virskārtā saglabājas vairāk augu atlieku, tāpēc varētu veidoties labvēlīgi apstākļi tām mikroorganismu grupām, kuras sadala dažādus organiskos substrātus. Aktivizējoties mikroorganismu darbībai, augsnē nokļūst mikroorganismu izdalītie hidrolītiskie enzīmi, kuri katalizē dažādu organisko vielu šķelšanu. Tā kā augsnes virskārta ir vairāk pakļauta mainīgu vides apstākļu ietekmei, var konstatēt būtiskas hidrolītisko enzīmu aktivitātes atšķirības starp minimāli un konvencionāli apstrādātajiem laukiem, kā arī dažādos augsnes dziļumos. Augsnes virskārtā augstāka FDA hidrolīzes intensitāte konstatēta minimāli apstrādātajos izmēģinājuma lauciņos (3. att.). Augstākā hidrolītisko enzīmu aktivitāte abos izmēģinājuma gados konstatēta ceturtajā lauciņā, kur audzēja ziemas kviešus maiņā ar rapsi. Abos augsnes slāņos augstāka hidrolītisko enzīmu aktivitāte bija 2013. gadā. Iespējams, enzīmu aktivitāti ietekmēja augstais nokrišņu līmenis 2012. gada vasarā, kad jūnijā nokrišņu daudzums par aptuveni 20% pārsniedza ilggadējo līmeni, bet jūlijā par aptuveni 50%. Dziļākajā augsnes slānī (10–20 cm) starp izmēģinājuma lauciņiem būtiskas atšķirības nekonstatēja, bet arī šajā dziļumā 2012. gadā augstāka FDA hidrolīzes intensitāte bija ceturtajā lauciņā (4. att.).



3. att. FDA hidrolīzes intensitātes izmaiņas veģetācijas perioda laikā augsnes virskārtā (0–10 cm) minimāli (1 un 4) un konvencionāli (2 un 3) apstrādātos laukos: 1 un 2 – bezmaiņas sējumos ziemas kvieši, 3 un 4 – augmaiņā 2012. g. ziemas kvieši un 2013. g. rapsis.

Fig. 3. FDA hydrolysis intensity changes in the soil under reduced (1 and 4) and conventional tillage (2 and 3) in the soil upper layer (0–10 cm) during vegetation period: 1 and 2 – winter wheat fields without crop rotation, 3 and 4 – fields with crop rotation winter wheat (2012) and rape (2013).



4. att. FDA hidrolīzes intensitātes izmaiņas veģetācijas perioda laikā augsnes 10–20 cm slānī minimāli (1 un 4) un konvencionāli (2 un 3) apstrādātos laukos: 1 un 2 – bezmaiņas sējumos ziemas kvieši, 3 un 4 – augmaiņā 2012. g. ziemas kvieši un 2013. g. rapsis.

Fig. 4. FDA hydrolysis intensity changes in the soil under reduced (1 and 4) and conventional tillage (2 and 3) in the soil depth 10–20 cm during vegetation period: 1 and 2 – winter wheat fields without crop rotation, 3 and 4 – fields with crop rotation winter wheat (2012) and rape (2013).

Konvencionāli apstrādātajos laukos zemākā hidrolītisko enzīmu aktivitāte ir otrajā izmēģinājumu lauciņā, kur audzēja ziemas kviešus. Hidrolītisko enzīmu zemā aktivitāte liecina par mazāku daudzumu hidrolizējamā substrāta.

Secinājumi

1. Celulozes sadalīšanās augsnes virskārtā atkarīga no meteoroloģiskajiem apstākļiem, kas veicina mikroorganismu aktivitāti. Dziļākajā pētītajā slānī būtiskas celulozi noārdošo mikroorganismu aktivitātes svārstības atkarībā no augsnes apstrādes veida nenovēro.
2. Augstāka hidrolītisko enzīmu aktivitāte augsnes virskārtā konstatēta minimāli apstrādātos laukos.

Pateicība. Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas 2010.10-4/VPP-5/VP26 finansējumu.

Izmantotā literatūra

1. Deng S. P., Tabatabai M. A. (1996). Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 22, p. 208–213.
2. Mikanova O., Javurek M., Šimon T., Friedlova M., Vach M. (2009). The effect of tillage systems on some microbial characteristics. *Soil and Tillage Research*, Vol. 105, p. 72–76.
3. Parmar N., Dardarwal K. R. (1999). Stimulation of nitrogen fixation and induction of flavonoid like compounds by rhizobacteria. *Journal of Applied Microbiology*, Vol. 86, p. 36–44.
4. Schnurer J., Rosswall T. (1982). Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 43, p. 1256–1261.
5. Sturz A.V. and Christie B. R. (2003). Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil and Tillage Research*, Vol.72, p. 107–123.

MINIMĀLĀS UN TRADICIONĀLĀS AUGSNES APSTRĀDES IETEKME UZ KAPILĀRO PORAINĪBU ARAMKĀRTĀ

EFFECT OF MINIMUM AND CONVENTIONAL SOIL TILLAGE ON CAPILLARE POROSITY IN THE PLOUGH LAYER

**Andris Bērziņš, Antons Ruža, Anita Sprincina, Matīss Grinvalds,
Edgars Lankovskis, Artis Ozols**

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
andris.berzins@llu.lv

Abstract. *The aim of the study was to determine the effect of minimum soil tillage on soil capillary porosity in comparison with traditional soil tillage used by many farms. The capillary porosity in the plough layer was determined with traditional and minimum tillage in spring and autumn using cylinders with the capacity of 100 cm³ and the height of 5 cm. Sampling depths were: 0–5; 5–10; 10–15; 15–20; 20–25 and 25–30 cm. Capillary porosity was determined in spring 2 weeks after drilling or soil tillage and in autumn after harvesting. The data mathematical analysis was performed by the variance analysis method used for the calculation of significant difference at confidence interval LSD_{0.05} and variant impact indicator η%. The results of soil capillary porosity were similar in the depth from 20 to 30 cm. It is understandable because the traditional tillage decreases soil treatment when ploughing at the depth of 20–22 cm. The analysis of changes of soil capillary porosity in spring in treatments with soil shelling at the depth from 0 to 5 cm (minimum tillage) shows that capillary porosity in spring is significantly higher because deeper layers of soil are compacted. It creates favourable conditions for seed germination: loose surface and dense seed bed ensure the access of moisture through capillaries to crop seeds thus increasing the yield.*

Key words: *agrophysical properties, minimum tillage, conventional (traditional) tillage, capillary porosity, plough layer.*

Ievads

Augsnes tradicionālajā apstrādē tieši aršana ir viens no energoietilpīgākajiem augsnes apstrādes veidiem. Līdz ar to aršanas aizstāšana ar lobīšanu ekonomiski ir izdevīga – ietaupa degvielu un laiku. Intensīvajā zemkopībā galvenais augsnes apstrādes uzdevums joprojām ir tās agrofizikālo īpašību, t. i., ūdens un gaisa režīma regulēšana. Izmantojot lieljaudas augsnes apstrādes tehniku, it īpaši smagākās un nepietiekami sausās augsnēs, notiek tās sablīvēšanās un līdz ar to izmainās augšņu kapilārā sistēma. Lai sabalansētu augsnes mitruma un gaisa režīmu, pamatā veic aršanu, taču pēdējā laikā to bieži vien aizstāj ar seklu apstrādi, ko dēvē par augsnes apstrādes minimalizāciju jeb reducēto augsnes apstrādi.

Pētījuma mērķis ir noskaidrot sekla apstrādes ietekmi pavasara – rudens periodā uz augsnes mitruma režīma iespējamām izmaiņām aramkārtā salīdzinājumā ar augsnēm, kur lietota tradicionālā vai intensīvā kultūraugu audzēšanas tehnoloģija. Par pamatu mitruma režīma izmaiņām var būt viens no nozīmīgākajiem rādītājiem – augšņu kapilārās sistēmas izmaiņas, kas nodrošina augus ar nepieciešamo ūdens daudzumu veģetācijas laikā.

Materiāli un metodes

Sākot ar 2011. gadu, mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki” tika noteikta augsnes kapilārā porainība aramkārtā, lietojot piesūcināšanas metodi. Pētījumos izmantoti 5 cm augsti 100 cm³ cilindri. Paraugu noņemšanas dziļumi noteikti, ievērojot 5 cm intervālu: 0–5; 5–10; 10–15; 15–20; 20–25; 25–30 cm. Augsnes kapilārā porainība noteikta pavasarī un rudenī 2 nedēļas pēc sējas.

Kultūraugu maiņa pa gadiem bija daudzveidīga. Līdz ar to augsnes kapilārā porainība daudzajos kultūraugu audzēšanas laukos noteikta kā vidējais rādītājs, kas veidojies augu maiņas procesā. Šāda dabiska, nesistemātiska augu maiņa tika izvēlēta ar nolūku, jo tādu bieži lieto saimniecībās ar atšķirīgu pa gadiem kultūraugu rotāciju.

Datu matemātiskai izvērtēšanai izmantota vienfaktora dispersijas analīze, aprēķinot robežstarpību $RS_{0.05}$ un variantu ietekmes pakāpi $\eta\%$.

Rezultāti

Kapilārās poras ir sīkas, ar diametru < 0.03 mm saistītas augsnes poras, kuras menisku spēku ietekmē nodrošina gan augsnes ūdens pārvietošanos, gan augu un mikrofloras apgādi ar mitrumu. Parasti to izsaka % no kopējā tilpuma. Tam sevišķa nozīme ir augsnes virskārtā: irdenajā daļā atrodas augu sēklas, kuras parasti cenšas izvietot uz cietas gultnes, tā nodrošinot mitruma piegādi pa kapilāro sistēmu no zemākajiem augsnes slāņiem. Vairums autoru uzskata, ka minerālaugsnēm porainībai, t. sk. kapilārajai, un tilpummasai ir cieša sakarība (Kroģere, 1983; Nikodemus u. c., 2008; Kārklīšs, 2012).

Blīvā augsnē porainība ir īpaši zema, līdz ar to tajā trūkst gaisa un no skābekļa nepietiekamības cieš gan augu saknes, gan aerobā mikroflora, kas savukārt ietekmē augu atlieku noārdīšanās pakāpi un ātrumu. Blīvās augsnēs pasliktinās ūdenscaurlaidība, kas rada vai nu pārmērīgu mitrumu augsnes virskārtā, vai sausuma periodos vērojams ūdens trūkums dziļākajos augsnes slāņos. Augsni uzirdinot, šīs negatīvās parādības samazinās, taču, kā pierādīts LLU izmēģinājumos, efekts nav ilgstošs (Melngalvis u. c., 2001; Ruza u. c., 2011; 2012).

Dabā augsnē notiek blīvēšanās un pašuzirdināšanās procesi. Bez lieljaudas tehnikas pārvietošanās pa augsni to blīvē arī pati augsne ar savu masu. Šo procesu var pastiprināt ūdens iedarbība, ieskalojot augsnes daļiņas nekapilārajās porās, sakņu u. c. organismu ejās vai plaisās. Struktūras agregātus noārda arī lietus pilieni, sitoties pret augsni. Augsnes struktūrainību negatīvi ietekmē trūda satura samazināšana, zālaugu trūkums augu maiņā vai bezmaiņas sējumi un monokultūra.

Palielināta augšņu kapilārā porainība pavasara periodā pie minimālās augsnes apstrādes novērota augšņu slāņos līdz 5 cm dziļumam, ko veicinājusi seklā lobītāju uzirdinošā ietekme (2., 4. tab.). Tajā pašā laikā sēklu normālai dīģšanai atsevišķos pavasaros var trūkt skābekļa, ja mitruma saturs pārsniedz optimumu.

Pie labi izteiktas un saistītas kapilāru sistēmas mitrums augiem var tikt piegādāts no metra un dziļākiem mitrajiem augšņu slāņiem. Līdz ar to minimālajā augšņu apstrādē mitruma saturs aramkārtas dziļākajos slāņos var būt arī izlīdzinātāks (1.–4. tab.). Iepriekšējos gados minētajā izmēģinājumā noteiktais korelācijas koeficients starp augšņu tilpummasu un kapilāro porainību minimālajā apstrādē bija stabils: 0.95, bet tradicionālajā apstrādē tikai 0.60.

Pavasara periodā pie minimālās augsnes apstrādes redzams, ka virsējā 0–5 cm uzirdinātājā daļā kapilārā porainība ir būtiski augstāka nekā dziļākos slāņos (2., 4., 5. tab.). Kopējo kapilārās porainības novērtējumu izmēģinājumu gados var raksturot kā augstu.

1. tabula *Table 1*

Augsnes kapilārā porainība pēc tradicionālās augsnes apstrādes 2011.–2014. g. pavasarī, %
Effect of conventional soil tillage on capillare porosity in spring 2011–2014, %

Parauga noņemšanas dziļums, cm <i>Sampling depth</i>	2011	2012	2013	2014	Vidēji <i>Average</i>
0–5 (K)	35.2	34.6	31.5	34.6	34.0
5–10	34.8	33.7	31.4	35.7	33.9
10–15	35.3	32.6*	30.7	36.8*	33.9
15–20	34.0	33.4	29.5	35.9*	33.2
20–25	33.4*	32.3*	29.6	35.9*	32.8*
25–30	33.7*	32.0*	30.0	35.6	32.8*
Vidēji <i>Average</i> 0–30	34.4	33.1	30.5	35.7	33.4
RS _{0.05} LSD _{0.05}	1.32	1.36	2.51	1.23	1.13
η%	5.9	21.0	3.0	23.8	5.7

K – kontrole, ar ko salīdzina pārējos dziļumus *control*

* – starpības būtiskas pie 95% ticamības līmeņa *differences are significant at 95% probability level*

2. tabula *Table 2*

Augsnes kapilārā porainība pēc minimālās augsnes apstrādes 2011.–2014. g. pavasarī, %
Effect of minimum soil tillage, on capillare porosity in spring 2011–2014, %

Parauga noņemšanas dziļums, cm <i>Sampling depth</i>	2011	2012	2013	2014	Vidēji <i>Average</i>
0–5 (K)	36.0	34.1	33.4	37.2	35.2
5–10	34.6*	33.4	31.3*	34.3*	33.4*
10–15	34.4*	34.0	34.6	34.4*	34.4
15–20	34.3*	33.9	32.0	34.3*	33.6*
20–25	32.8*	33.4	31.3*	34.4*	33.0*
25–30	32.8*	32.4*	30.0*	36.0	32.8*
Vidēji <i>Average</i> 0–30	34.2	33.5	32.1	35.1	33.7
RS _{0.05} LSD _{0.05}	1.18	1.10	1.62	1.27	1.47
η%	11.9	7.0	7.3	46.1	27.3

3. tabula *Table 3*

Augsnes kapilārā porainība pēc tradicionālās augsnes apstrādes 2011.–2014. g. rudenī, %
Effect of conventional soil tillage on capillare porosity in autumn 2011–2014, %

Parauga noņemšanas dziļums, cm <i>Sampling depth</i>	2011	2012	2013	2014	Vidēji <i>Average</i>
0–5 (K)	29.8	33.6	32.5	35.4	32.8
5–10	29.4	33.1	33.1	33.2*	32.2
10–15	30.3	34.7	34.0	35.0	33.5
15–20	29.8	33.6	32.4	33.4	32.3
20–25	27.6*	34.5	29.2*	31.6*	30.7*
25–30	28.2	35.5*	29.8*	32.9*	31.6
Vidēji <i>Average</i> 0–30	29.2	34.2	31.8	33.6	32.2
RS _{0.05} LSD _{0.05}	1.97	1.75	2.21	1.57	1.70
η%	5.7	9.8	21.9	19.8	14.5

4. tabula Table 4

Augsnes kapilārā porainība pēc minimālās augsnes apstrādes 2011.–2014. g. rudenī, %
Effect of minimum soil tillage, on capillare porosity in autumn 2011–2014, %

Parauga noņemšanas dziļums, cm <i>Sampling depth</i>	2011	2012	2013	2014	Vidēji <i>Average</i>
0–5 (K)	31.2	32.5	31.8	33.5	32.3
5–10	30.6	32.5	32.6	32.3	32.0
10–15	31.5	33.3	30.6	33.2	32.2
15–20	33.3	33.9*	29.5*	33.3	32.5
20–25	31.2	32.7	29.3*	32.3	31.4
25–30	31.5	32.7	28.8*	32.6	31.4
Vidēji Average 0–30	31.6	32.9	30.4	32.9	31.9
RS _{0.05} LSD _{0.05}	2.35	1.38	2.26	2.17	1.47
η%	4.1	2.4	18.0	3.1	9.7

K – kontrole, ar ko salīdzina pārējos dziļumus *control*

* – starpības būtiskas pie 95% ticamības līmeņa *differences are significant at 95% probability level*

Ja aplūko vidējo kapilāro porainību visā slānī 0–30 cm kā minimālā tā tradicionālā augsnes apstrādē gan pavasara, gan rudens periodos, tad kopumā to skaitliskās vērtības praktiski nemainās:
 minimālā apstrāde pavasarī – kapilārā porainība 33.7%;
 tradicionālā apstrāde pavasarī – kapilārā porainība 33.4%;
 minimālā apstrāde rudenī – kapilārā porainība 31.9%;
 tradicionālā apstrāde rudenī – kapilārā porainība 32.2%.

5. tabula Table 5

Augsnes kapilārās porainības izmaiņas tradicionālā un minimālā augsnes apstrādē aramkārtā veģetācijas periodos 2011.–2014. g.
Change in plow layer on capillare porosit in the autumn and spring in conventional and minimal soil tillage, ± %

Varianti / parauga noņemšanas dziļums, cm <i>Variants / Sampling depth</i>	Augsnes apstrāde <i>Soil tillage</i>		Veģetācijas periodā <i>In the growing season</i>	
	tradicionālā / minimālā pavasarī <i>conventional/ minimum in the spring</i>	tradicionālā/ minimālā rudenī <i>conventional/ minimum in the autumn</i>	tradicionālā pavasarī/ rudenī <i>conventional in the spring/autumn</i>	minimālā pavasarī/ rudenī <i>minimal in the spring/autumn</i>
0 – 5 (K)	-1.2	+ 0.8	+1.2	+ 2.9
5 – 10	+ 0.5	+0.2	+1.7	+1.4
10 – 15	- 0.5	+1.3	+0.4	+2.2
15 – 20	- 0.4	- 0.2	+0.9	+1.1
20 – 25	-0.2	- 0.7	+2.1	+1.6
25 – 30	0	+ 0.2	+1.2	+1.4
Vidēji Average 0 – 30	- 0.3	+0.3	+1.2	+1.8

K – kontrole, ar ko salīdzina pārējos dziļumus *control*

Secinājumi

1. Minerālaugsnēs kapilārajai porainībai un tilpummasai ir cieša sakarība.
2. Korelācijas koeficients starp augšņu tilpummasu un kapilāro porainību minimālajā apstrādē ir augsts: 0.95, bet tradicionālajā apstrādē zemāks: 0.60.
3. Blīvā augsnē ir augsta kapilārā porainība, līdz ar to tajā trūkst gaisa sakņu sistēmas un mikroorganismu normālai darbībai.
4. Minimālajā augsnes apstrādē virsējā 0–5 cm uzirdinātajā daļā kapilārajai porainībai vairumā gadījumu ir matemātiski augstāki rādītāji nekā dziļākos slāņos.

5. Kopš 2009. gada uzsāktajos pētījumos virspusējā minimālajā augsnes apstrādē, salīdzinot ar ikgadēju tradicionālo aršanu, kapilārā porainība 0–30 cm slānī praktiski mainījies maz.

Izmantotā literatūra

1. Kārklīšs A. (2012). *Zeme, augsne, mēslojums*. A. Kārklīša red. Jelgava: LLU. 477 lpp.
2. Kroģere R. (1983). Augsnes apstrādes sistēmas. *No: Zemkopības*. S. Pogodina red. Rīga: Zvaigzne, 228.–271. lpp.
3. Melngalvis I., Liepiņš J., Ausmane M. (2001). Aršanas dziļuma samazināšanas ietekme uz augsnes agrofizikālajām īpašībām un graudaugu ražu. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 2, 103.–107. lpp.
4. Nikodemus O., Kārklīšs A., Klāviņš M., Melacis V. (2008). Augsnes ilgspējīga izmantošana un aizsardzība. *No: Augsnes fizikālās īpašības*. O. Nikodemus red. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 81.–90. lpp.
5. Ruža A., Berzins A., Ausmane M. (2011). Effect of minimums tillage on soil sustainability. *In: Book of abstracts: 24th NJF Congress and 2nd Nordic Feed Science Conference „Food, Feed, Fuel and Fun. Nordic light on future land use and rural development”*, held in Uppsala, Sweden, June 14–16, 2011. Ed. by J. Hultgren, P. Persson, E. Nadeau, F. Fogelberg. NJF Report, Vol. 7, No. 3, p. 224.
6. Ruža A., Bērziņš A., Ausmane M., Melngalvis I., Sprincina A. (2012). Kā labāk apstrādāt augsni – minimāli vai tradicionāli? *AgroTops*, Nr. 3, 36.–38. lpp.

SLĀPEKĻA MĒSLOJUMA IETEKME UZ FOSFORA IZMANTOŠANOS ZIEMAS KVIĒSIEM

EFFECT OF NITROGEN ON PHOSPHORUS RECOVERY BY WINTER WHEAT

Ināra Lipenīte¹, Aldis Kārklīšs¹, Antons Ruža²

¹LLU Augsnes un augu zinātņu institūts, ²LLU Agrobiotehnoloģijas institūts
Inara.Lipenite@llu.lv

Abstract. *Phosphorous turnover in agricultural soils has high agronomic and environmental importance. Therefore relevant studies were performed during 2009–2012. Field experiments with winter wheat varieties ‘Bussard’ un ‘Zentos’ were carried out in two places in Latvia. In each trial treatments were compared starting from unfertilized, fertilized with PK, as well as PK with increasing nitrogen input: 30, 60, 90, 120, 150, 180 and 210 kg ha⁻¹ N (ammonium nitrate). In experimental farm „Peterlauki” experiments were carried out on Endoprotocalcic Chromic Stagnic Luvisol (Clayic, Cutanic, Hypereutric), silty clay loam/clay; organic matter (OM) 20–31 g kg⁻¹, pH KCl 6.6–7.0 and medium phosphorous and potassium content easily utilized by plants. In Stende experiments were carried out on Eutric Stagnic Retisol (Cutanic, Drainic, Loamic), sandy clay loam; OM 21–23 g kg⁻¹, pH KCl 5.8–6.7, and high to very high phosphorous and medium potassium content. PK application rates for all plots (except no fertilisation) included 30 kg ha⁻¹ P₂O₅ and 90 kg ha⁻¹ K₂O. Phosphorous utilisation from soil resources and fertilisers applied were studied and are discussed in this paper. Higher soil phosphorous uptake by winter wheat as well as its relatively high apparent recovery was obtained in Peterlauki. Application of PK fertilizers without nitrogen showed small effect on phosphorous uptake by wheat. A significant increase of phosphorus uptake in Stende was observed by increasing nitrogen rates up to 120 kg ha⁻¹ N. As regards “Peterlauki”, only applications of 30 and 60 kg ha⁻¹ N showed a significant increase of phosphorous uptake.*

Key words: *wheat fertilization; plant nutrient recovery; N postplant dressing.*

Ievads

Augu barības elementu izmantošanas efektivitāte ir viens no jautājumiem, kas kļūst aizvien aktuālāks. Arvien vairāk pētījumu apliecina: lieli augu barības elementu daudzumi, nokļūstot apkārtējā vidē, negatīvi ietekmē tās kvalitāti. Taču tikpat svarīgi ir tādi aspekti kā minerālmēslu cenu nemītīgs pieaugums un saražotās produkcijas cenu svārstības (Roberts, 2008).

Galvenie augu barības elementu resursi atrodas augsnē, taču to daudzums un pieejamība augiem ne vienmēr nodrošina konkurētspējīgu ražu iegūvi, tāpēc svarīga nozīme ir lietotajam mēslojumam, kurā augu barības elementi atrodas vieglāk uzņemamā formā. Diemžēl augi izmanto tikai nelielu daļu no augsnē un ar mēslojumu dotajiem augu barības elementiem. Izmantošanos ietekmē augsnes īpašības un sastāvs, apstākļi sakņu izplatībai un attīstībai, kā arī virkne abiotisku faktoru. Fosfors ir viens no elementiem, kura izmantošanās no augsnes un mēslojuma ir viszemākā. Vājāk iekultivētās augsnēs tas var ierobežot audzēto kultūraugu ražību, bet ilgstoši kultivētās un mēslojotās radīt ekoloģiskas problēmas. Tādējādi domāt par fosfora izmantošanās efektivitātes uzlabošanu liek, pirmkārt, salīdzinoši zems augsņu nodrošinājuma līmenis ar augiem viegli izmantojamo fosforu un tā mazkustīgums augsnē; otrkārt, kvalitatīvu fosfora minerālmēsļu ražošanas izejvielu krājumu pakāpeniska izsīkšana un šo minerālmēsļu sadārdzināšanās; un, treškārt, fosforu saturošu savienojumu iespējamā nokļūšana ūdenstilpēs ar virszemes noteci, tādējādi veicinot eitrofikācijas procesu norisi (Syers *et al.*, 2008; 2010; Cordell *et al.*, 2010; Withers *et al.*, 2014).

Kā liecina jaunākās atziņas par fosfora pieejamību augiem (Frossard *et al.*, 2000; Johnston, Syers, 2009), fosfātjoni augsnē adsorbcijas, absorbcijas un ķīmisku procesu rezultātā saistās ar citiem augsnes komponentiem (mālu minerāliem, karbonātiem, Fe un Al oksīdiem) vai tiek iekļauti to struktūrās. Atkarībā no saistīšanās enerģijas, ko nosaka augsnes sastāvs, daļa jonu viegli spēj pāriet atpakaļ augsnes šķīdumā, bet citi uz ilgāku laiku kļūst augiem neizmantojami. Augiem viegli izmantojamā fosfora saturs augsnē tikai līdz noteiktam „kritiskam” līmenim limitē ražas veidošanos, tāpēc nav nepieciešams ik gadu ar mēslojumu kompensēt fosfora iznesi un augsnes fosfora nodrošinājuma līmeni mērķtiecīgi paaugstināt. Ir nepieciešams noteikt racionālu augsnes fosfora koncentrācijas intervālu, kura robežās ilgtermiņā iespējams iegūt augstu kultūraugu ražu, ik gadus dodot noteiktu mērenu mēslošanas normu.

Fosfora izmantošanās efektivitāti palielina sabalansēts augu nodrošinājums ar citiem galvenajiem barības elementiem un mikroelementiem, mēslojuma novietojums augsnē, optimāli augsnes mitruma apstākļi un arī augu sakņu aktīva darbība. Fosfora deficīta apstākļos izmainās auga sakņu sistēmas uzbūve, veidojas smalkākas saknes un garākas spurgaliņas, saknes vairāk izdala mazmolekulāras organiskās skābes, enzīmus, kā arī modificē fosfora uzņemšanas mehānismus, lai izmantotu šo elementu no grūtāk pieejamiem resursiem (Selles *et al.*, 2011; Balemi, Negisho, 2012). Literatūrā tiek atzīmēta slāpekļa mēslojuma loma fosfora resursu efektīvākā izmantošanā. Piemēram, ilggadīgā izmēģinājumā ar daudzgadīgiem zālaugiem Rotamstedā konstatēts, ka augsnēs ar zemu fosfora nodrošinājumu slāpekļa mēslojums mobilizē fosfora resursus gan no augsnes rezervēm, gan arī no lietotā fosfora mēslojuma, palielinot tā iznesi ar ražu līdz pat 3.5 reizēm. Taču augsnēs ar labu fosfora nodrošinājumu lietotais fosfora mēslojums tikai pie augstām slāpekļa mēslojuma devām uzrāda efektivitāti un tā izmantošanās sasniesi 17% (Syers *et al.*, 2008).

Mūsu pētījuma mērķis bija skaidrot, kā fosfora izmantošanos no lietotā fosfora mēslojuma ietekmē ziemas kviešiem papildmēslojumā dotais slāpekļa mēslojums, audzējot tos velēnu podzolaugsnē un velēnu karbonātaugsnē.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi ar ziemas kviešiem ‘Bussard’ un ‘Zentos’ veikti mācību un pētījumu saimniecībā (MPS) „Pēterlauki” un Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā (GSI) no 2009. līdz 2012. gadam. Izmantota vienota mēslošanas shēma: bez mēslojuma, PK fons un PK fons + N (30; 60; 90; 120; 150; 180 un 210 kg ha⁻¹). MPS „Pēterlauki” izmēģinājumi bija ierīkoti viegla putekļu māla izskalojātā velēnu karbonātaugsnē *Endoprotocalcic Chromic Stagnic Luvisol (Clayic, Cutanic, Hypereutric)* ar organisko vielu saturu 20–31 g kg⁻¹, pH KCl 6.6–7.0, vidēju augiem viegli izmantojamā fosfora un vidēju apmaiņas kālija saturu, fonā lietotā fosfora mēslojuma norma 2009. gadā 80 kg ha⁻¹, pārējos gados 70 kg ha⁻¹ P₂O₅, kālija mēslojuma norma 90 kg ha⁻¹ K₂O. Valsts Stendes GSI izmēģinājumi ierīkoti smilšmāla velēnu podzolaugsnē *Eutric Stagnic Retisol (Cutanic, Drainic, Loamic)* ar organiskās vielas saturu 21–23 g kg⁻¹, pH KCl 5.8–6.7, augstu līdz ļoti augstu fosfora un vidēju kālija nodrošinājumu, lietotās fosfora un kālija mēslojuma normas: 30 kg ha⁻¹ P₂O₅ un 90 kg ha⁻¹ K₂O. Lauka izmēģinājumu veikšanai lietota vispārpieņemtā metodika. Slāpekļa saturs graudos un salmos noteikts pēc Kjeldāla metodes, fosfors – fotometriski, kālijs – ar liesmas fotometru augu pelnu izvilkumā.

Pētījumā izmantoti triju gadu ziemas kviešu ražas un tās ķīmiskā sastāva dati (MPS „Pēterlauki”: 2009., 2011., 2012. g.; Stendes GSI: 2009.–2011. g.), kad izmēģinājumi bija ierīkoti augsnēs ar vienādu fosfora nodrošinājuma līmeni. Augu barības elementu iznese (I) aprēķināta, zinot biomasas daudzumu, un noteikta augu barības elementa koncentrāciju biomasā:

$$I = \frac{m \times c}{100} \quad (1)$$

kur m – biomasas vienība;

c – augu barības elementa koncentrācija šajā biomasā, %.

Fosfora izmantošanās no lietotā fosfora mēslojuma (K_p , %) aprēķināta pēc starpības metodes:

$$K_p = \frac{I_p - I_0}{D} \cdot 100 \quad (2)$$

kur I_p – P_2O_5 iznese lauciņā ar lietotu fosfora mēslojumu, $kg\ ha^{-1}$;

I_0 – P_2O_5 iznese kontroles lauciņā bez fosfora mēslojuma, $kg\ ha^{-1}$;

D – ar minerālmēsliem iestrādātā P_2O_5 masa, $kg\ ha^{-1}$.

Rezultātu apstrādē ņemtas vērā datu variācijas izmēģinājumu gados, bet netika konkretizēta meteoroloģisko apstākļu ietekme. Dati apstrādāti un analizēti, izmantojot dispersijas, regresijas un korelācijas metodes.

Rezultāti un diskusijas

MPS „Pēterlauki” un Stendes GSI lauka izmēģinājumos ar ziemas kviešiem iekļautais kontroles variants bez mēslojuma lietošanas, kā arī fosfora–kālija fona variants bez slāpekļa mēslojuma izmantošanas un tajos veiktie novērojumi un mērījumi deva iespēju novērtēt fosfora iznesi un izmantošanos gan no augsnē esošajiem fosfora resursiem, gan arī lietotā fosfora mēslojuma. Iegūtie dati apkopoti 1. tabulā.

1. tabula *Table 1*

Ziemas kviešu raža, fosfora saturs un augu barības elementu iznese variantos bez slāpekļa mēslojuma lietošanas (vidēji 3 gados)

Winter wheat yield, phosphorus content and plant nutrient off-take in plots without nitrogen fertilizers (in 3 years on average)

Vieta, šķirne <i>Location, variety</i>	Raža, $t\ ha^{-1}$ <i>Yield</i>		P_2O_5 saturs, % P_2O_5 content, %		Iznese ar ražu, $kg\ ha^{-1}$ <i>Off-take by yield, $kg\ ha^{-1}$</i>		
	graudi <i>grain</i>	salmi <i>straw</i>	graudos <i>in grain</i>	salmos <i>in straw</i>	N	P_2O_5	K_2O
Kontroles variantā – $N_0P_0K_0$ <i>Control plot – $N_0P_0K_0$</i>							
MPS, ‘Bussard’	4.44	7.42	0.85	0.18	111.0	43.2	84.5
MPS, ‘Zentos’	5.01	7.86	0.86	0.15	107.0	47.0	78.1
GSI, ‘Bussard’	5.70	5.07	0.87	0.15	119.8	52.1	63.4
GSI, ‘Zentos’	6.20	4.76	0.91	0.18	117.2	56.0	60.0
PK fonā – $N_0P_{73.3}K_{90}$ (MPS), $N_0P_{30}K_{90}$ (GSI) <i>PK treatment</i>							
MPS, ‘Bussard’	4.65	7.59	0.85	0.20	119.9	45.8	92.9
MPS, ‘Zentos’	5.26	6.73	0.86	0.15	104.2	47.0	68.0
GSI, ‘Bussard’	5.48	4.37	0.86	0.19	107.8	48.0	54.6
GSI, ‘Zentos’	6.69	4.48	0.93	0.18	126.4	60.4	65.5

Rezultāti parādīja, ka izmēģinājumos Stendē, kas bija ierīkoti velēnu podzolaugsnē ar augstu fosfora saturu, kontroles variantā iegūta būtiski lielāka ziemas kviešu graudu raža, bet mazāka salmu raža nekā izmēģinājumos velēnu karbonātaugsnē ar vidēju fosfora saturu „Pēterlaukos” ($P < 0.05$). Netika konstatēta statistiski būtiska ražas atšķirība starp audzētajām šķirnēm ‘Bussard’ un ‘Zentos’, taču abām ziemas kviešu šķirnēm pētījumu vietās veidojās krasi atšķirīga graudu–salmu attiecība, un salmu īpatsvars „Pēterlauku” izmēģinājumos bija apmēram 1.5 reizes lielāks, salīdzinot ar Stendi. Fosfora saturs salmos būtiski atšķīrās gan abām šķirnēm, gan arī pētījumu vietās. Ar fosforu labāk nodrošinātajā augsnē Stendē iegūtajos kviešu salmos tā saturs bija augstāks, taču fosfora saturu graudos būtiski neietekmēja ne augsnes fosfora nodrošinājuma

līmenis, nedz arī šķirne. Lielāka kopējā fosfora iznese ar graudiem un salmiem abām šķirnēm veidojās izmēģinājumos Stendē ($P > 0.05$), taču būtiski pētījumu vietās atšķīrās tikai fosfora iznese ar pamatprodukciju, kas Stendē vidēji abām šķirnēm bija par $10.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ lielāka nekā iznese ar „Pēterlaukos” iegūto graudu ražu. Kā zināms, tad normālai augu attīstībai un ražas veidošanai barības elementi tiek uzņemti sabalansētās attiecībās, un pēc normatīviem iznesē ar ziemas kviešu ražu N:P:K attiecība vidēji ir 2.9:1:1.8. Analizējot izmēģinājumos iegūtos slāpekļa, fosfora un kālija izneses rādītājus, jāatzīmē ievērojamas K:P un N:P atšķirības pētījumu vietās. Stendes izmēģinājumos slāpekļa un īpaši kālija īpatsvars attiecībā pret fosforu iznesē bija ievērojami zemāks par vidējiem rādītājiem un arī par šo elementu attiecību iznesē ar ražu „Pēterlaukos”. Izteiktāks tas novērojams šķirnei ‘Zentos’. Tas varētu būt skaidrojams ar dažādiem ziemas kviešu barošanās apstākļiem, barības elementu nodrošinājumu un sabalansētību velēnu podzolaugsnē Stendē un velēnu karbonātaugsnē „Pēterlaukos”. Kopumā no augsnē (0–20 cm slānī) esošajiem augiem viegli izmantojamā fosfora krājumiem, kas „Pēterlaukos” sastādīja vidēji 400 kg ha^{-1} un Stendē $690 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, ražas veidošanai tika izmantoti attiecīgi ap 11.0% un 7.8% fosfora.

Ar minerālmēsliem augsnē iestrādātais fosfora un kālija mēslojums (bez slāpekļa lietošanas) visai maz izmainīja ziemas kviešu ražu un fosfora iznesi salīdzinājumā ar kontroles variantu bez mēslojuma lietošanas (1. tab.). Iegūtie dati rāda, ka PK fona variantā vairumā gadījumu saglabājas izmēģinājumu kontroles variantā noteiktās sakarības. Kā vienu no izmaiņām var minēt augsnē iestrādātā fosfora mēslojuma ietekmi uz fosfora saturu ziemas kviešu salmos, kas nedaudz palielinājās ar fosforu mazāk nodrošinātā augsnē audzētajos augu paraugos. Fosfora un kālija mēslojums praktiski neietekmēja arī galveno augu barības elementu attiecību iznesē ar ražu. Stendē audzētajos ziemas kviešos slāpekļa un kālija īpatsvars iznesē attiecībā pret fosforu tāpat saglabājās zems, bet „Pēterlauku” izmēģinājumā K:P attiecība iznesē ar salmiem pa gadiem variēja ļoti plašā diapazonā – no 2.6 līdz 10.3. Pieņemot, ka pēc fosfora mēslojuma iestrādes augsnē augi no augsnes uzņēma tādu pašu fosfora daudzumu kā kontroles variantā bez mēslojuma, jāsecina, ka fosfora izmantošanās no iestrādātā mēslojuma (PK fona variantā) bija visai zema. MPS „Pēterlauki” izmēģinājumos fosfora izmantošanās no fonā iestrādātā fosfora audzētajām šķirnēm praktiski neatšķīrās un vidēji 3 gados bija mazāka par 4%. Stendes GSI izmēģinājumā audzētās šķirnes atšķirīgi izmantoja fosfora resursus. Piemēram, ziemas kviešu šķirnei ‘Bussard’ fosfora iznese visos pētījuma gados PK fona variantā bija zemāka nekā kontroles variantā, nesasniedzot pat tur noteikto izmantošanos no augsnes. Savukārt izmēģinājumā ar šķirni ‘Zentos’ visos 3 gados fosfora iznese ar ražu PK fonā bija lielāka nekā kontroles variantā, un fosfora izmantošanās no fosfora mēslojuma vidēji sastādīja 14.8%.

Ziemas kviešiem papildmēslojumā lietotais slāpekļa mēslojums būtiski izmainīja ziemas kviešu ražu un augu barības elementu izmantošanu. Sakarības starp lietotajām N papildmēslojuma normām un iegūto kviešu graudu un salmu ražu MPS „Pēterlauki” un Stendes GSI izmēģinājumos parāda 2. tabulā apkopotie regresijas vienādojumi. Graudu ražas lielumu būtiski ietekmēja ne tikai N norma, bet arī izmēģinājumu gada apstākļi ($P < 0.001$), bet salmu ražu tikai N mēslojums ($P < 0.05$). Slāpekļa normas palielināšana virs 120 kg ha^{-1} (MPS) un 150 kg ha^{-1} (GSI) vairs praktiski nepalielināja graudu un salmu ražu.

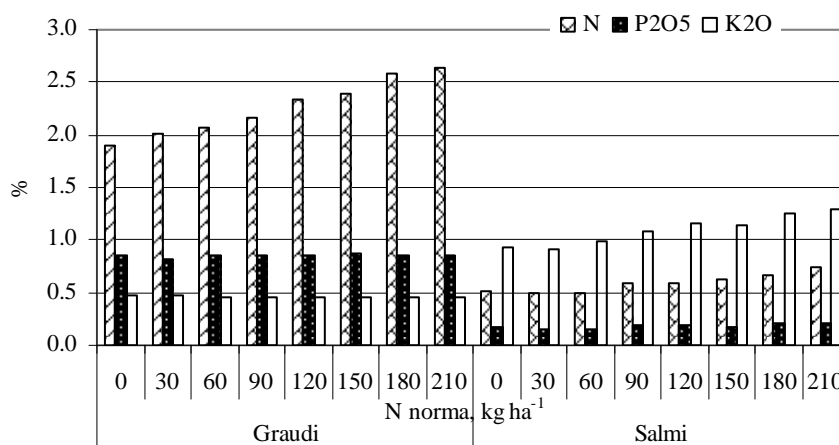
2. tabula Table 2

N papildmēslojuma normu un ziemas kviešu ražas savstarpējās sakarības
Relationship between postplant N fertiliser rate and yield of winter wheat

Vieta, šķirne <i>Location, variety</i>	Graudu raža <i>Grain yield</i>		Salmu raža <i>Straw yield</i>	
	vienādojums <i>equation</i>	R ²	vienādojums <i>equation</i>	R ²
MPS, ‘Bussard’	$y = -5E-05x^2 + 0.0156x + 4.7222^*$	0.971	$y = -4E-05x^2 + 0.0245x + 7.3748$	0.862
MPS, ‘Zentos’	$y = -6E-05x^2 + 0.0202x + 5.3637$	0.984	$y = -0.0002x^2 + 0.0472x + 7.0934$	0.850
GSI, ‘Bussard’	$y = -9E-05x^2 + 0.0336x + 5.5979$	0.992	$y = -0.0001x^2 + 0.0362x + 4.3896$	0.942
GSI, ‘Zentos’	$y = -5E-05x^2 + 0.0222x + 6.6501$	0.991	$y = -8E-05x^2 + 0.0288x + 4.7722$	0.838

* y – ziemas kviešu raža, t ha⁻¹; x – N papildmēslojuma norma, kg ha⁻¹

Slāpekļa papildmēslojuma lietošana izmainīja ziemas kviešu ķīmisko sastāvu. Kā redzams 1. att., visvairāk izmainījās slāpekļa saturs graudos un salmos, kā arī kālija saturs salmos. Fosfora saturu ziemas kviešu graudos N normas izmaiņas ietekmēja nedaudz, tendence saturam palielināties līdz ar normu atsevišķos gados vairāk izteikta bija šķirnei 'Bussard' Stendē. Izmēģinājumā MPS „Pēterlauki” 2009. gadā abu kviešu šķirņu graudos tika konstatēts būtiski zemāks fosfora saturs nekā citos gados ($P < 0.001$). Izvērtējot fosfora saturu ziemas kviešu salmos, netika pierādīta būtiska N mēslojuma normas ietekme, taču abās pētījumu vietās fosfora saturs 'Bussard' salmos bija augstāks nekā šķirnei 'Zentos'. Pieaugot augu nodrošinājumam ar slāpekli, ziemas kviešu graudos palielinājās slāpekļa īpatsvars attiecībā pret fosforu ($r = 0.96-0.99$), bet samazinājās kālija īpatsvars ($r = -0.71-0.90$). N:P attiecība kviešu salmos cieši korelēja ar slāpekļa mēslojuma normu tikai šķirnei 'Zentos' ($r = 0.77-0.92$), bet K:P attiecība salmos palielinājās līdz ar slāpekļa normas pieaugumu tikai Stendes GSI izmēģinājumos ($r = 0.84-0.89$).

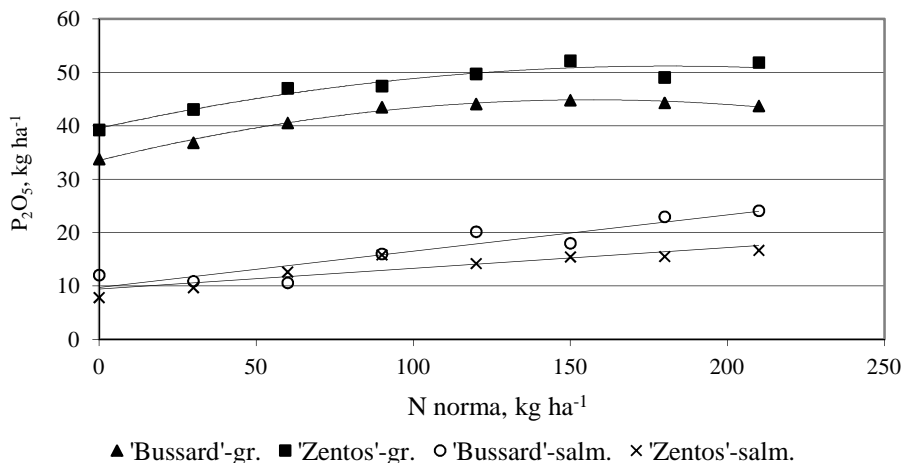


1. att. NPK saturs ziemas kviešu ražā (vidēji 3 gados).

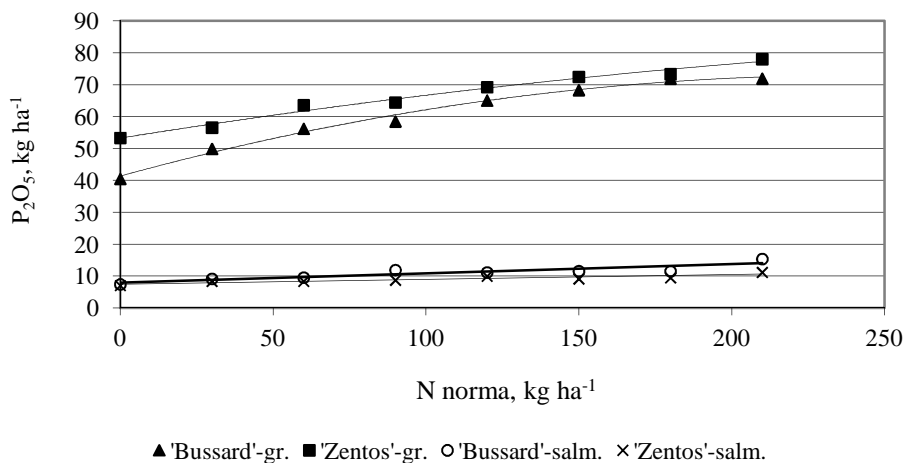
Fig. 1. NPK content in wheat yield (3 year average).

Fosfora iznesi ar graudu un salmu ražu noteica gan ziemas kviešu ražas, gan arī fosfora satura atkarība no lietotās slāpekļa papildmēslojuma normas. MPS „Pēterlauki” un Stendes GSI izmēģinājumos vidēji 3 gados konstatētās fosfora izneses un N normas sakarības ilustrē 2. un 3. att. Kā redzams, tad fosfora iznese ar graudu un salmu ražu ziemas kviešiem, kas audzēti dažādās augsnēs ar atšķirīgu fosfora nodrošinājuma līmeni, slāpekļa mēslojuma normu ietekmē veidojās atšķirīgi. Velēnu karbonātaugsnē ar vidēju fosfora nodrošinājumu augsnē un fosfora mēslojuma normu $73.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$, būtisku kopējās fosfora izneses pieaugumu nodrošināja mazākās slāpekļa papildmēslojuma normas līdz $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Tālāka N normas palielināšana fosfora iznesi izmainīja visai niecīgi. Tas varētu liecināt par nepietiekamu izmantojamā fosfora pieejamību augiem, kas tādējādi limitēja tā akumulāciju ražā un līdz ar to arī ietekmēja ziemas kviešu ražas līmeni „Pēterlauku” izmēģinājumos. Kopējā fosfora iznese ar ziemas kviešu ražu no velēnu podzolaugsnes ar augstu fosfora nodrošinājumu un ar fosfora mēslojuma normu $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ Stendē N papildmēslojuma ietekmē palielinājās gandrīz lineāri ($y = 0.1532x + 57.299$; $r^2 = 0.97$) un pie normas $210 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ vidēji par 20 kg pārsniedza fosfora iznesi attiecīgajā variantā „Pēterlauku” izmēģinājumā. Abās pētījumu vietās lielāka fosfora iznese bija ziemas kviešu šķirnei 'Zentos', un atšķirība no šķirnes 'Bussard' vidēji sastādīja $6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$.

Fosfora izneses sadalījums starp pamatprodukciju un blakusprodukciju pētījumu vietās bija atšķirīgs. MPS „Pēterlauki” izmēģinājumos slāpekļa pieaugošu normu ietekmē bija vērojama pastiprināta fosfora akumulācija salmu ražā, turklāt šķirnei 'Bussard' šī tendence bija vairāk izteikta. Būtisks fosfora izneses ar graudu ražu palielinājums konstatēts tikai lietojot slāpekļa normas 30 un $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ($P < 0.05$). Salīdzinājumā ar PK fona variantu pie slāpekļa normas $210 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ 'Bussard' graudu ražā tika akumulēti vidēji 9.1 kg , bet salmu ražā – $12.1 \text{ kg P}_2\text{O}_5$. Šķirnei 'Zentos' izneses pieaugums no augstākās slāpekļa normas bija attiecīgi 12.6 kg graudu ražā un $8.7 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ salmu ražā.



2. att. Fosfora iznese ar ziemas kviešu graudu un salmu ražu MPS "Pēterlauki".
 Fig. 2. Phosphorous removal with wheat yield, Peterlauki.

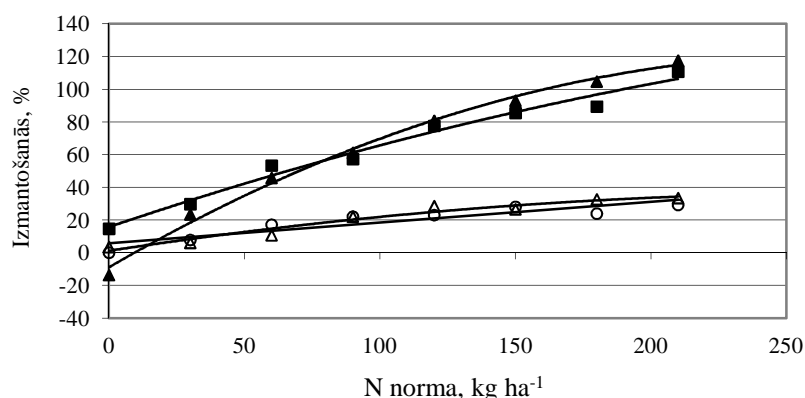


3. att. Fosfora iznese ar ziemas kviešu graudu un salmu ražu Stendes GSI.
 Fig. 3. Phosphorous removal with wheat yield, Stende.

Valsts Stendes GSI veiktajos izmēģinājumos pieaugošu slāpekļa papildmēslojuma normu lietošana veicināja fosfora akumulāciju graudu ražā. Būtisks izneses pieaugums no katriem nākamajiem 30 kg N bija vērojams, līdz slāpekļa papildmēslojuma norma sasniedza 120 kg ha⁻¹ N (P<0.05). Salīdzinājumā ar PK fonu, kur slāpekļlis netika lietots, 210 kg ha⁻¹ slāpekļa fosfora iznesi ar graudu ražu ziemas kviešu šķirnēm 'Bussard' un 'Zentos' palielināja attiecīgi par 31.5 un 24.7 kg ha⁻¹. Fosfora iznese ar salmu ražu variēja pa gadiem. Abām šķirnēm 2010. gadā tā bija vidēji par 54% lielāka nekā pārējos izmēģinājuma gados, tāpēc statistiski būtisks fosfora izneses pieaugums no slāpekļa papildmēslojuma normām netika konstatēts. Vidēji 3 gados no augstākās slāpekļa normas (210 kg ha⁻¹ N) fosfora izneses pieaugums salīdzinājumā ar PK fona variantu bija tikai 8.0 kg šķirnei 'Bussard' un 4.1 kg ha⁻¹ P₂O₅ šķirnei 'Zentos'.

Slāpekļa mēslojuma lietošana veicināja fosfora akumulāciju ziemas kviešu ražā un tādējādi arī tā izmantošanos no augsnē esošajiem fosfora krājumiem un mēslošanas līdzekļiem. Kā jau iepriekš minēts, fosfora izmantošanās no lietotā fosfora mēslojuma PK fonā bez slāpekļa papildmēslojuma pētījumu vietās bija atšķirīga. Arī fosfora izmantošanās no lietotā fosfora mēslojuma pieaugošu slāpekļa mēslojuma normu ietekmē visai būtiski atšķirās izmēģinājumos ar ziemas kviešiem, kas tika veikti velēnu karbonātaugsnē MPS „Pēterlauki” un velēnu podzolaugsnē Stendes GSI (4. att.). Šeit gan jāņem vērā, ka Stendē, kur augsnē bija augsts augiem viegli izmantojamā fosfora saturs, tika lietota mazāka fosfora minerālmēsļu norma (30 kg ha⁻¹ P₂O₅)

salīdzinājumā ar „Pēterlauku” izmēģinājumu (vidēji $73.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$). Stendes izmēģinājumos noteiktā fosfora izmantošanās sakarība ar lietoto slāpekļa mēslojumu rāda, ka pie $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ šķirnei ‘Bussard’ un pie $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ šķirnei ‘Zentos’ jau pilnībā bija izlietots ar mēslojumu iestrādātais fosfors.



△ 'Bussard' MPS ○ 'Zentos' MPS ▲ 'Bussard' GSI ■ 'Zentos' GSI

4. att. Fosfora izmantošanās no mēslojuma ar ziemas kviešu ražu.

Fig. 4. Phosphorous recovery with wheat yield.

Fosfora izmantošanās no mēslojuma „Pēterlauku” izmēģinājumos bija ievērojami zemāka nekā Stendē. Lai gan pieaugošas slāpekļa mēslojuma normas veicināja fosfora akumulāciju ziemas kviešu ražā, tomēr, piemēram, pie N normas 120 kg ha^{-1} , kas vairs būtiski nepalielināja fosfora iznesi, izmantošanās no fosfora mēslojuma bija tikai 25%.

Kā jau iepriekš minēts, augu barības elementa izmantošanās koeficienta aprēķins pēc starpības metodes balstās uz pieņēmumu, ka tā iznese no augsnes nemainās arī tad, kad attiecīgais elements papildus tiek iestrādāts augsnē ar mēslojumu. Pamatot un pierādīt šo pieņēmumu līdz šim nav izdevies (Syers *et al.*, 2008), jo barības elementi augsnē atrodas dažādu savienojumu veidā, pastāv dinamiski līdzsvāri starp dažādu formu koncentrācijām augsnes cietajā un šķidrā fāzē, nepārtraukti notiek barības elementu mobilizācija un imobilizācija. Tomēr, lai arī minētā metode nesniedz absolūti viennozīmīgu informāciju, tā dod iespēju izpētīt barības elementu aprites atšķirības dažādās augsnēs un konstatēt dažādu faktoru ietekmes radītās izmaiņas.

Izvērtējot iegūtos rezultātus, jāatzīst, ka fosfora iznese un izmantošanās no augsnes un mēslojuma bija atkarīga no augsnes tipa. Kā liecina daudzi pētījumi (Barber, 1995; Tunesi *et al.*, 1999; Samadi, Gilkes, 1999), augsnēs, kuru pH ir zem 6.5 (pH intervālā 4–6), dominē praktiski nešķīstoši dzelzs un alumīnija fosfāti, bet neitrālās un bāziskās augsnēs – kalcija (arī magnija) fosfāti. Karbonātaugsnēs notiek augiem pieejamo fosfora formu saistīšanās gan uz karbonātu virsmas, gan augsnes šķīdumā, kur ir salīdzinoši augsta kalcija jonu koncentrācija, gan arī augsnes adsorbcijas kompleksā. Adsorbcijai parasti seko dažādu maz šķīstošu kalcija fosfātu veidošanās, tādējādi samazinot augiem viegli izmantojamā fosfora nodrošinājumu. Mūsu izmēģinājumos fosfora iznese ar ziemas kviešu ražu no velēnu podzolaugsnes ar vāji skābu reakciju bija lielāka nekā no karbonātaugsnes. Pēc analīžu rezultātiem abās augsnēs augiem izmantojamā fosfora krājumi bija pietiekami lieli, lai neierobežotu ražas veidošanos, tomēr karbonātaugsnē visticamāk tieši fosfora deficīts limitēja lietotā slāpekļa izmantošanos. Tas varētu būt saistīts ne tikai ar augsnē un mēslojumā esošā fosfora vāju pieejamību, bet arī ar nepietiekami objektīvu augsnes fosfora nodrošinājuma līmeņa novērtējumu. Latvijā fosfora noteikšanai augsnēs kā ekstrahentu izmanto kalcija laktāta šķīdumu (pH 3.6–3.7) (LV ST..., 1997), kas imitē vides reakciju, kāda varētu būt auga sakņu tuvumā. Taču, analizējot karbonātaugsnes, šāds ekstrahents reaģē ar karbonātiem vai citiem bāziskiem savienojumiem, daļēji neitralizējas un rezultātā nespēj sniegt ticamu informāciju par augiem pieejamā fosfora koncentrāciju. Citās valstīs augiem izmantojamā fosfora noteikšanai karbonātus saturošās augsnēs kā ekstrahentu parasti izmanto $0.5M$ nātrija bikarbonāta šķīdumu (pH 8.5) (Olsen *et al.*, 1954).

Fosfora izmantošanās no augsnes un mēslojuma ir atkarīga arī no citu augu barības elementu pieejamības. Būtiska nozīme ir augu nodrošinājumam ar slāpekli un sabalansētai barības elementu attiecībai augsnes šķīdumā (Blake *et al.*, 2000; Roberts, 2008). Arī Stendes GSI un MPS „Pēterlauki” veiktajos izmēģinājumos iegūtie dati liecina par pietiekama slāpekļa nodrošinājuma ietekmi uz fosfora iznesi un izmantošanos no pētījumu vietu augsnēm. Taču slāpekļa mēslojuma efektivitāte bija atkarīga no augiem pieejamā fosfora pieejamības līmeņa un krājumiem. Iegūtās atziņas būtu jāņem vērā, izstrādājot mēslošanas ieteikumus ziemas kviešiem, tos audzējot dažādās augsnēs.

Secinājumi

1. Labāka fosfora izmantošanās no augsnes un akumulācija ziemas kviešu ražā konstatēta no tā krājumiem velēnu karbonātaugsnē.
2. Fosfora mēslojums (bez slāpekļa lietošanas) maz ietekmēja fosfora iznesi ar ziemas kviešu ražu.
3. Velēnu podzolaugsnē Stendes GSI būtisku fosfora izneses pieaugumu nodrošināja slāpekļa papildmēslojuma normas līdz pat 120 kg ha⁻¹ N, bet velēnu karbonātaugsnē MPS „Pēterlauki” – tikai normas 30 un 60 kg ha⁻¹ N.

Izmantotā literatūra

1. Balemi T., Negisho K. (2012). Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Vol. 12 (3), p. 547–561.
2. Barber S. A. (1995). *Soil Nutrient Bioavailability: a mechanistic approach*. 2nd ed., by John Wiley & Sons, INC. p. 414.
3. Blake L., Mercik S., Koerschens M., Moskal S., Poulton P.R., Goulding K.W.T., Weigel A., Powlson D. S. (2000). Phosphorus content in soil, uptake by plants and balance in three European long-term field experiments. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Vol. 56, p. 263–275.
4. Cordell D., Rosemarin A., Schroder J. J., Smit A .L. (2011). Towards global phosphorus security: A systems framework for phosphorus recovery and reuse options. *Chemosphere*, Vol. 84, p. 747–758.
5. Frossard E., Condron L. M., Oberson A., Sinaj S., Fardeau J. C. (2000). Processes governing phosphorus availability in temperate soils. *Journal of Environmental Quality*, Vol. 29, p. 15–23.
6. Johnston A. E., Syers J. K. (2009). A new approach to assessing phosphorus use efficiency in agriculture. *Better Crops*, Vol. 93, No. 3, p. 14–16.
7. LV ST ZM 82–97 *Augsnes kvalitāte – Kustīgā fosfora un kālija noteikšana ar Egnera–Rīma (DL) metodi*. Nozares standarti. Grupa C – 09. Kods 00823701. 1997.
8. Selles F., Campbell C. A., Zentner R. P., Curtin D., James D. C., Basnyat P. (2011). Phosphorus use efficiency and long-term trends in soil available phosphorus in wheat production systems with and without nitrogen fertilizer. *Canadian Journal of Soil Science*, Vol. 91 (1), p. 39–52.
9. Syers J. K., Johnston A. E., Curtin D. (2008). Efficiency of Soil and Fertilizer Phosphorus: Reconciling Changing Concepts of Soil Phosphorus Behavior with Agronomic Information. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* 18. FAO: Rome, 108 p.
10. Syers K., Johnston E., Curtin D. (2010). A new perspective on the efficiency of phosphorus fertilizer use. **In:** *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*, 1–6 August 2010, Brisbane, Australia. Published on DVD. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 3. okt.]. Pieejams: <http://www.iuss.org/19th%20WCSS/Symposium/pdf/0088.pdf>
11. Olsen S. R., Cole F. S., Watanabe F. S., Dean L. A. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*, USDA, Circ. 939.
12. Roberts T. L. (2008). Improving nutrient use efficiency. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, Vol. 32, p. 177–182.
13. Samadi A., Gilkes R. J. (1999). Phosphorus transformations and their relationships with calcareous soil properties of Southern Western Australia. *Soil Science Society of America Journal*. Vol. 63, p. 809–815.

14. Tunesi S., Poggi V., Gessa C. (1999). Phosphate adsorption and precipitation in calcareous soils: the role of calcium ions in solution and carbonate minerals. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Vol. 53, p. 219–227.
15. Withers P. J. A., Sylvester-Bradley R., Jones D. L., Healey J. R., Talboys P. J. (2014). Feed the crop not the soil: rethinking phosphorus management in food chain. *Environmental Science and Technology*, Vol. 48, p. 6523–6530.

SLĀPEKĻA MĒSLOJUMA UN METEOROLOĢISKO APSTĀKĻU IETEKME UZ ZIEMAS KVIEŠU GRAUDU FIZIKĀLAJIEM RĀDĪTĀJIEM

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZER AND METEOROLOGICAL CONDITIONS ON WINTER WHEAT GRAIN PHYSICAL INDICES

Anda Linīņa, Antons Ruža

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Agrobiotehnoloģijas institūts

Anda.Linina@llu.lv; Antons.Ruza@llu.lv

Abstract. *The objective of this study was to determine interaction effects among an investigation year (Y), nitrogen fertilizer (N) and a year × N-fertilizer for two winter wheat cultivars on 1000 kernel weight and volume weight. Field experiments with winter wheat cultivars 'Bussard' and 'Zentos' using four nitrogen topdressing rates (N60, N90, N120 and N150) were carried out at the Study and Research farm "Peterlauki" of the Latvia University of Agriculture, in 2009/2010, 2010/2011 and 2011/2012. The average results on 1000 kernel weight and volume weight between both cultivars did not differ significantly. The year, nitrogen fertilizer and the year × N-fertilizer interaction had a significant effect on 1000 kernel weight for both cultivars. The year, nitrogen fertilizer and the year × N-fertilizer interaction had a significant effect on volume weight for cultivar 'Bussard' grains, while only the year – for cultivar 'Zentos'. A significant positive correlation was determined between 1000 kernel weight and the volume weight only for the cultivar 'Bussard' (r=0.654).*

Key words: *winter wheat, 1000 kernel weight, volume weight, meteorological condition, nitrogen fertilizer.*

Ievads

Graudu fizikālie rādītāji ir cieši saistīti ar noteiktu barības vielu daudzuma koncentrāciju graudā, tos ietekmē arī šķirnes ģenētiskās īpašības. Rupjākiem graudiem ir lielāka 1000 graudu masa un tilpummasa, līdz ar to arī lielāks miltu iznākums, tomēr atšķirīgos meteoroloģiskajos apstākļos auguši ziemas kviešu graudiem šī sakarība var mainīties (Kleijer *et al.*, 2007). Ja graudu veidošanās laikā ir liels nokrišņu daudzums, 1000 graudu masa un tilpummasa samazinās, bet arī nepietiekama mitruma apstākļos graudu nogatavošanās laikā un paaugstinātas gaisa temperatūras apstākļos, kad tiek kavēta normāla graudu nobriešana, graudi veidojas sīki un graudu fizikālie rādītāji samazinās (Panozzo, 2000; Knapowski *et al.*, 2004).

Ziemas kviešu 1000 graudu masu un tilpummasu ietekmē gan šķirne, gan arī meteoroloģiskie apstākļi, kā arī abu faktoru mijiedarbība (Peltonen, Peltonen, 1993). Literatūrā atrodamas norādes, ka slāpekļa mēslojums palielina graudu tilpummasu (Varga, 2003), bet ja lieto tikai N30, tad tilpummasa parasti nepārsniedz noteikto minimālo rādītāju (Maccaferri *et al.*, 2006). Lai arī ir uzskats, ka 1000 graudu masas vērtību šķirnei nosaka galvenokārt tās ģenētiskās īpašības, to būtiski ietekmē arī meteoroloģiskie apstākļi, slāpekļa mēslojums un šo faktoru mijiedarbība (Stankowski *et al.*, 2006).

Pētījuma mērķis: skaidrot 1000 graudu masas (TGM) un tilpummasas (TM) izmaiņas un to savstarpējās sakarības ziemas kviešu šķirņu graudos meteoroloģisko apstākļu un slāpekļa mēslojuma ietekmē.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājums ar divām ziemas kviešu šķirnēm 'Bussard' un 'Zentos' iekārtots LLU mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki” vidēji smaga smilšmāla velēnu karbonātaugsnes

2009./2010., 2010./2011. un 2011./2012. gadā. Trūdvielu saturs augsnē 27–31 g kg⁻¹, P₂O₅ 118–182 mg kg⁻¹, K₂O 153–191 mg kg⁻¹, pH KCl 6.6–7.0. Ziemas kvieši sēti pēc melnās papuves ar izsējas normu 400 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m². Pamatmēslojumā reizē ar sēju iestrādāts P₂O₅ – 70 kg ha⁻¹ un K₂O – 90 kg ha⁻¹. Slāpekļa (N) papildmēslojums N60, N90, N120 un N150 dots pavasarī, pēc veģetācijas atjaunošanās, kad ziemas kvieši bija 25–32 AE.

Ziemas kviešu 1000 graudu masa noteikta pēc standarta LVS EN ISO 520: „Graudaugi un pākšaugi. 1000 graudu masas noteikšana”, savukārt tilpummasa – LVS 275 „Labība. Analīžu metodes. Graudu tilpummasas noteikšana”.

Ziemas kviešu augšanas ilgums no veģetācijas perioda atjaunošanās līdz graudu novākšanai izmēģinājuma gados bija atšķirīgs 2010. un 2011. gadā tas bija attiecīgi 126 un 121 dienas, bet 2012. gadā 111 dienas, jo veģetācijas periods sākās vēlu – 15. aprīlī.

Aktīvo temperatūru summa ziemas kviešu veģetācijas periodā 2010. un 2011. gadā bija attiecīgi 1777 un 1769, bet 2012. gads bija vēsāks ar zemāku aktīvo temperatūru summu – 1561.

Nokrišņu daudzums izmēģinājuma gados 2010., 2011. un 2012. gadā graudu veidošanās un nogatavošanās periodā, jūlijā, bija attiecīgi 298, 179 un 197 mm, kas ievērojami pārsniedza ilggadējo vidējo rādītāju (81.7 mm).

Datu matemātiskā apstrāde veikta ar divu faktoru dispersijas analīzi, aprēķināts gada, slāpekļa mēslojuma un šo faktoru mijiedarbības ietekmes relatīvais īpatsvars kopējā dispersijā (η^2 %). Statiskās stabilitātes izvērtēšanai aprēķināts variācijas koeficients.

Rezultāti un diskusijas

Izmēģinājuma rezultāti liecina, ka vidēji trīs gados, lietojot dažādas slāpekļa papildmēslojuma devas, ziemas kviešu šķirnes ‘Zentos’ graudu vidējā 1000 graudu masa bija 43.6 g, bet ‘Bussard’ graudiem 43.4 g ar variācijas koeficientu (V%) attiecīgi 4.5 un 4.1. Vidējā graudu tilpummasa šķirnes ‘Zentos’ graudiem bija 795.8 g L⁻¹, savukārt šķirnes ‘Bussard’ graudiem 791.7 g L⁻¹ ar variācijas koeficientu attiecīgi 2.6 un 2.2.

Datu statistiskajā apstrādē noskaidrots, ka abu izmēģinājumā iekļauto šķirņu ‘Bussard’ un ‘Zentos’ 1000 graudu masu ar būtiskuma līmeni $p < 0.05$ ietekmē gan izmēģinājuma gadi, gan slāpekļa mēslojums, gan šo faktoru mijiedarbība.

1. tabula *Table 1*

Gada ietekme uz ziemas kviešu graudu fizikālajiem rādītājiem
Influence of the investigation year on winter wheat grain physical indices

Gads Year (Y)	‘Bussard’		‘Zentos’	
	TGM TKW, g	TM VW g L ⁻¹	TGM TKW, g	TM VW, g L ⁻¹
2010	41.7 ^a	771.0 ^a	41.4 ^a	772.0 ^a
2011	45.1 ^c	794.8 ^b	45.0 ^c	796.5 ^b
2012	43.6 ^b	809.3 ^c	44.3 ^b	812.8 ^c
Rs _{0.05} LSD _{0.05}	0.3	3.2	0.2	7.0

TGM / TKW 1000 graudu masa *1000 kernel weight*, TM / VW tilpummasa *volume weight*,
^{abc} rādītājiem ar dažādiem augšrakstiem ir statistiski ticama atšķirība ($p < 0.05$) *the means in columns marked with the same letter did not differ significantly ($p < 0.05$)*.

Augstāka 1000 graudu masa abām izmēģinājumā iekļautajām šķirnēm iegūta 2011. gadā, kad graudu nogatavošanās periodā bija siltāki laika apstākļi un nokrišņu daudzums bija mazāks, salīdzinot ar pārējiem izmēģinājuma gadiem, bet zemāka tā bija nokrišņiem bagātajā 2010. gadā, jo lietainā laikā 1000 graudu masa samazinās (Cantamutto *et al.*, 1986).

Pārtikas kviešu graudus pēc graudu tilpummasas iedala 5 klasēs: Elites (E) un A klases graudiem tilpummasai jābūt > 780 g L⁻¹, I klasei atbilstoši graudi ir ar tilpummasu > 770 g L⁻¹, savukārt II un III klasei attiecīgi > 750 g L⁻¹ un < 730 g L⁻¹. Izmēģinājumā iekļauto šķirņu graudu tilpummasa (1. tab.) 2011. un 2012. gadā novāktiem graudiem bija augsta – atbilstoši E un A klases prasībām, un tā pārsniedza > 780 g L⁻¹, bet 2010. gadā, sakarā ar lielo nokrišņu daudzumu, tikai II kvalitātes klasei.

Trīs gadu rezultāti liecina, ka, palielinot slāpekļa mēslojuma normas, abām šķirnēm 1000 graudu masa būtiski samazinājās (2. tab.). Šķirnes ‘Bussard’ 1000 graudu masa pie slāpekļa

mēslojuma normas N60 (44.4 g) un N90 (44.1 g) būtiski nemainījās, bet tā samazinājās, palielinot slāpekļa mēslojuma normu virs N90, šķirnes 'Zentos' 1000 graudu masa bija augstāka pie N60 (44.9 g), bet ar katru nākamo N mēslojuma normu tā samazinājās. Līdzīgi rezultāti iegūti arī citos izmēģinājumos, kur ziemas kvieši augstāko 1000 graudu masu uzrādīja pie zemākas N mēslojuma normas (N60 un N90), bet N mēslojuma normu palielinot uz N120–N150, TGM samazinājās par 1–2 g (Protic *et al.*, 2007a).

Šķirnes 'Bussard' graudiem augstāka tilpummasa konstatēta pie slāpekļa mēslojuma normas N60, to palielinot, tilpummasa būtiski samazinājās, bet šķirnes 'Zentos' graudu tilpummasa pie dažādām slāpekļa devām būtiski nemainījās.

2. tabula Table 2

Slāpekļa mēslojuma ietekme uz ziemas kviešu graudu fizikālajiem rādītājiem
Influence of nitrogen fertilizer on winter wheat grain physical indices

Slāpekļa (N) norma <i>Nitrogen (N) norm</i>	'Bussard'		'Zentos'	
	TGM TKW, g	TM VW g L ⁻¹	TGM TKW, g	TM VW, g L ⁻¹
N60	44.4 ^c	797.0 ^c	44.9 ^d	792.3 ^a
N90	44.1 ^c	791.7 ^b	43.8 ^c	797.7 ^a
N120	43.2 ^b	792.0 ^b	43.0 ^b	797.7 ^a
N150	42.1 ^a	786.0 ^a	42.6 ^a	795.3 ^a
Rs _{0.05} LSD _{0.05}	0.3	3.7	0.2	8.1

TGM / TKW 1000 graudu masa *1000 kernel weight*, TM / VW tilpummasa *volume weight*

^{abc} rādītājiem ar dažādiem augšrakstiem ir statistiski ticama atšķirība ($p < 0.05$) *the means in columns marked with the same letter did not differ significantly ($p < 0.05$)*.

Izmēģinājumā iegūtie rezultāti saskan ar četru ziemas kviešu šķirņu trīs gadu pētījumos Serbijā noskaidroto (Protic *et al.*, 2007b), ka, lietojot slāpekļa mēslojumu līdz N60, salīdzinot ar N0, tilpummasa palielinājās, bet slāpekļa mēslojuma normu palielinot (N120–N150), tilpummasa dažām šķirnēm būtiski nemainījās, bet citām tā samazinājās. Arī izmēģinājumos Polijā (Stankowski *et al.*, 2006), ziemas kviešiem dodot slāpekļa mēslojumu N90, N120, N150 un N180, noskaidrots, ka gan 1000 graudu masa, gan tilpummasa būtiski nemainījās.

Kā liecina ar t–testu veiktie vidējo rādītāju salīdzināšanas rezultāti, būtiskas atšķirības starp abu izmēģinājumā iekļauto šķirņu 1000 graudu masas un tilpummasas vidējiem rādītājiem netika konstatētas ($t_{\text{fakt}} < t_{\text{krit}}$).

Ziemas kviešu 1000 graudu masu šķirnei 'Bussard' un 'Zentos' visvairāk ietekmēja gada meteoroloģiskie apstākļi, šī faktora ietekmes īpatsvars attiecīgi 67.0% un 70.0%, slāpekļa mēslojums attiecīgi 27.2% un 21.8%, savukārt abu faktoru mijiedarbības ietekme ir attiecīgi 4.7% un 7.9%.

Izmēģinājumu rezultātu statistiskā apstrāde liecina, ka graudu tilpummasu šķirnei 'Bussard' būtiski ietekmēja ne tikai gada meteoroloģiskie apstākļi (faktora ietekmes īpatsvars ir 87.3%), bet arī slāpekļa mēslojums (5.3%) un gada un slāpekļa mēslojuma mijiedarbība (5.9%). Savukārt šķirnes 'Zentos' graudu tilpummasu būtiski ietekmēja tikai gada meteoroloģiskie apstākļi – 90.2%. Četru gadu pētījumā Igaunijā ar 14 ziemas kviešu šķirnēm (Koppel, Ingver, 2008) iegūti līdzīgi rezultāti, noskaidrots, ka ziemas kviešu 1000 graudu masu un tilpummasu visvairāk ietekmē gada meteoroloģiskie apstākļi, attiecīgi 70.6% un 77.8%.

Novērota būtiska pozitīva sakarība ($n = 12$, $\alpha_{0.05} = 0.708$) starp 1000 graudu masu un tilpummasu šķirnes 'Bussard' graudiem $r = 0.654^*$. Jo graudi ir lielāki, palielinās arī graudu tilpummasa, tomēr sakarība starp šiem graudu fizikālajiem rādītājiem šķirnes 'Zentos' graudiem bija zemāka ($r = 0.557$) un tā nebija būtiska. Kā noskaidrots izmēģinājumā Serbijā, sakarības starp ziemas kviešu 1000 graudu masu un tilpummasu dažādām šķirnēm ne vienmēr ir būtiskas, tās mainās meteoroloģisko apstākļu ietekmē un dažkārt novērotas arī būtiski negatīvas korelācijas starp šiem rādītājiem (Protic, Jankovic, 1999), jo tilpummasa atkarīga ne tikai no 1000 graudu masas un graudu formas, bet arī no graudu struktūras (Varga *et al.*, 2003).

Secinājumi

1. Ziemas kviešu 1000 graudu masu būtiski ietekmē gada meteoroloģiskie apstākļi, mazāka ietekme ir slāpekļa mēslojumam un šo faktoru mijiedarbībai. Palielinot slāpekļa mēslojuma normu, 1000 graudu masa būtiski samazinās.
2. Šķirnes 'Bussard' graudu tilpummasu vairāk ietekmē gada meteoroloģiskie apstākļi, slāpekļa mēslojums, kā arī šo faktoru mijiedarbība, bet šķirnes 'Zentos' graudu tilpummasu būtiski ietekmē tikai gada meteoroloģiskie apstākļi.
3. Starp 1000 graudu masu un tilpummasu šķirnes 'Bussard' graudiem noteikta būtiska pozitīva sakarība.

Pateicība. Pētījums veikts Zemkopības ministrijas subsīdiju projekta „Minerālmēslu maksimālo normu noteikšana kultūraugiem” ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Cantamutto M. A., Mockel F. E., Dean M. O., Gullace G. D. (1986). Timing, amount and repetition of rainfall as determinants of leaching of wheat grain and its effects upon commercial and industrial quality. *Revista de la Facultad de Agronomia*, Universidad de Buenos Aires, Vol. 7, No. 1, p. 45–53.
2. Kleijer G., Schwaerzel R., Fossati D., Brabant C. (2007). Hektolitergewicht und Qualitätsparameter beim Weizen. *Agrar Forschung, Pflanzen*, No. 14 (11–120), S. 548–553.
3. Knapowski T., Ralcewicz M. (2004). Evaluation of qualitative features of Mikon cultivar winter wheat grain and flour depending on selected agronomic factors. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 7, Issue 1: [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 9. aug.]. Pieejams: <http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue1/agronomy/art-01.html>
4. Koppel R., Ingver A. (2008). A comparison of the yield and quality traits of winter and spring wheat. *Latvian Journal of Agronomy*, Vol. 11, p. 83–89.
5. Maccaferri M., Corneti S., Stefanelli S., Tuberosa R., Vecchi S., Sanguineti M. C. (2006). Comparative analysis of durum wheat cultivars at different levels of nitrogen availability. *In: Book of proceeding: "IX ESA Congress"*, held in Warszawa, Poland, September 4–7, 2006. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, Vol. 11, Part I, p. 159–160.
6. Peltonen S. P., Peltonen J. (1993). Stability of quality traits in spring cereals cultivated under the growing condition of southern Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science*, Vol. 43, No. 1, p. 45–52.
7. Protic R., Jovin P., Protic N., Janovic S., Jovanovic Ž. (2007a). Mass of 1,000 grains in several winter wheat genotypes at different dates of sowing and rates of nitrogen fertilizer. *Romanian Agricultural Research*, No. 24, p. 39–42.
8. Protic R., Miric M., Protic N., Jovanovic Z., Jovin P. (2007b). The test weight of several winter wheat genotypes under various sowing dates and nitrogen fertilizer rates. *Romanian Agricultural Research*, No. 24, p. 43–46.
9. Protic R., Jankovic S. (1999). The importance of agro technological methods for a high wheat grain yield. *Romanian Agricultural Research*, No. 11–12, p. 89–94.
10. Panozzo J. F. (2000). Cultivar and environmental effect on quality characters in wheat. II Protein. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 51, p. 629–636.
11. Stankowski S., Smagacz J., Pacewicz K., Ulasik S. (2006). The effect of nitrogen fertilization on baking quality of winter wheat cultivars. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, 11 (II), p. 481–482.
12. Varga B., Svecnjak Z., Jurkovic, Z., Kovacevic, J., Jukic, Z. (2003). Wheat grain and flour quality as affected by cropping intensity. *Food Technology and Biotechnology*, Vol. 41 (4), p. 321–329.

SLĀPEKĻA LIETOŠANAS EFEKTIVITĀTE INTEGRĒTĀ ZIEMAS KVIEŠU MĒSLOŠANĀ

EFFECTIVENESS OF NITROGEN APPLICATION IN WINTER WHEAT INTEGRATED FERTILIZING SYSTEM

Ilze Skudra¹, Antons Ruža²

¹Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, ²Latvijas Lauksaimniecības universitāte
ilze.skudra@llkc.lv

Abstract. Effectiveness of nitrogen (N) fertilizer application in winter wheat 'Kranich' integrated fertilizing system was studied in the field trial at the Research and Study Farm "Vecauce" of the Latvia University of Agriculture in 2013/2014. Fertilizer treatments were: N0 (without fertilizer), N85, N150 (rates determined by chlorophyllmeter), N153, N175 with sulphur 21 kg ha⁻¹, and N187 kg ha⁻¹. Sulphur is an essential element for obtaining quality grains for baking bread, however, sulphur deficiency in soil has become more widespread in recent years. Optimal sulphur content provides high grain yield and food quality. The highest winter wheat yield (5.20 t ha⁻¹) was obtained in the variant N187. The increase of yield was obtained by nitrogen fertilizer till N150. The application of chlorophyllmeter is a relevant method to determine the necessity of nitrogen fertilizer rate at different growth stages. Nitrogen fertilizer in the variants from 150 kg ha⁻¹ provides A Class food grain quality. The highest gross profit 1 EUR 626.11 ha⁻¹ was obtained in the variant with nitrogen rate 187 kg ha⁻¹.

Key words: nitrogen, fertilizer, winter wheat, chlorophyllmeter

Ievads

Lai samazinātu nitrātu izskalošanās un ūdenstilpņu un gruntsūdeņu piesārņojuma risku, kā arī, lai racionāli izmantotu slāpekļa mēslojumu, būtiski ir precizēt barības vielu uzņemšanas nepieciešamību augiem. Šis princips ir viens no noteicošajiem arī integrētā kultūraugu audzēšanā, kur produkcijas ražošana jāveic ar vidi saudzejošām metodēm, samazinot un optimizējot augu aizsardzības līdzekļu un mēslojuma lietošanu. Slāpekļa izmantošanās efektivitātes nodrošināšanai nepieciešams noteikt auga bioloģiskās prasības pēc barības elementiem (Reeves *et al.*, 1993). Integrētā augu mēslošanā būtiski ir augus nodrošināt ar nepieciešamajiem barības elementiem laikā, kad augs tos spēj uzņemt un tie ir nepieciešami auga attīstībai. Viens no augu barības elementiem, bez kura nav iespējama augstas kviešu graudu kvalitātes nodrošināšana, ir sērs. Sērs ietilpst olbaltumvielu sastāvā un nodrošina labāku slāpekļa izmantošanos, līdz ar to augiem sērs palielina olbaltumvielu daudzumu. Kviešiem, atkarībā no ražas līmeņa, ir nepieciešams 10–30 kg ha⁻¹ sēra (Zhao *et al.*, 1999). Savukārt, lai operatīvāk varētu noteikt slāpekļa nepieciešamību augam, var izmantot hlorofilmetru Minolta SPAD 502, kura darbības principi pamatojas uz attiecību starp slāpekļa un hlorofila saturu augā (Markwell *et al.*, 1995). Hlorofilmetra SPAD vienības korelē ar slāpekļa saturu augā un graudu ražu (Reeves *et al.*, 1993; Follet, Halvorson, 1992).

Pētījuma mērķis ir salīdzināt dažādus slāpekļa papildmēslojuma veidus, izmantojot ekspressmetodi slāpekļa nepieciešamības noteikšanai, kā arī augus papildus nodrošinot ar sēru augstas un kvalitatīvas ziemas kviešu ražas ieguvei integrētā mēslošanas sistēmā.

Materiāli un metodes

LLU mācību un pētījumu saimniecībā (MPS) „Vecauce” 2013./2014. gadā ierīkots izmēģinājums ziemas kviešu 'Kranich' sējumā. Augsnes raksturojums: kultūraugsne, granulometriskais sastāvs – smilšmāls, pH KCl – 7.2, organiskās vielas saturs – 17 g kg⁻¹, augsts kālija, vidējs fosfora un zems sēra saturs augsnē. Priekšaug – ziemas rapsis. Pirms sējas lietots pamatmēslojums: NPK 6–26–30, 300 kg ha⁻¹. Ziemas kviešu izsējas norma 450 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m². Izmēģinājumā salīdzināta ziemas kviešu graudu raža un kvalitāte ar atšķirīgām slāpekļa mēslojuma normām un devām. Kopējā slāpekļa norma izvēlēta atbilstoši lauksaimnieku pielietotajai praksei dažādas intensitātes ziemas kviešu sējumos. Lauciņu lielums – 20 m² četros atkārtojumos. Slāpekļa papildmēslojums dots atbilstoši variantiem amonija nitrāta (N–34.4%) veidā:

- 1) N0 (kontrolē, slāpekļa papildmēslojums netika dots);

- 2) N85 kg ha⁻¹;
- 3) N150 (85+50+15) kg ha⁻¹, N nepieciešamība noteikta, izmantojot hlorofilmetru Minolta SPAD 502, (turpmāk N-test);
- 4) N153 (85+68) kg ha⁻¹;
- 5) N175+S21 (85+60 (S14)+30 (S7)) kg ha⁻¹, otro un trešo reizi N papildmēslojums dots amonija nitrāta ar sulfātu veidā (N:S–30:7);
- 6) N187 (85+68+34) kg ha⁻¹.

Pirmo reizi slāpekļa papildmēslojums dots, veģetācijai atjaunojoties (02.04.), otro reizi – 05.05. (09.05. – 3. variantā) stiebrošanas sākumā (AE 32), bet trešo reizi – 09.06. vārpošanas sākumā (AE 51). 3. variantā, izmantojot hlorofilmetru Minolta SPAD-502 (Markwell *et al.*, 1995), noteikta slāpekļa papildmēslojuma nepieciešamība. Mērījumi ar hlorofilmetru veikti laikā no stiebrošanas sākuma (AE 30) līdz vārpošanas sākumam (AE 51) – 8 reizes. Četros atkārtojumos noteikti 30 mērījumi lapās, veikta korekcija atbilstoši šķirnei un aprēķināta N nepieciešamība: AE 32–50 kg ha⁻¹ un AE 51–15 kg ha⁻¹.

Nezāļu ierobežošanai lietots herbicīds Biathlon 4D (tritosulfurons 714 g kg⁻¹, florasulams 54 g kg⁻¹) 70 g ha⁻¹ ar virsmas aktīvo vielu Dash 0.5 L ha⁻¹, un augu augšanas regulators Cikocels 750 š. k. (hlormekvāta hlorīds 750 g L⁻¹) 1.0 L ha⁻¹ 27.04. Kviešu lapu pelēkplankumainības (*Septoria tritici*) un dzeltenplankumainības (*Pyrenophora tritici-repentis*) ierobežošanai lietots fungicīds Allegro super (epoksikonazols 83.0 g L⁻¹, fenpropimorfs 317.0 g L⁻¹ metilkrezoksims 83.0 g L⁻¹) 1.0 L ha⁻¹, bet kaitēkļu (stiebru pangodiņa) ierobežošanai insekticīds Fastac 50 0.3 L ha⁻¹ 31.05.

Ziemas kviešu raža novākta 8. augustā un aprēķināta pie 14% mitruma un 100% tīrības. LLU Lauksaimniecības fakultātes Graudu un sēklu mācību zinātniskajā laboratorijā noteikta graudu kvalitāte.

Meteoroloģiskie apstākļi. 2013. gada rudenī apstākļi bija labvēlīgi augu pārziemošanai, ziemas kviešu augi bija spēcīgi sacerojuši. Tomēr 2014. gada janvārī iestājās sals, bet sniega sega nebija izveidojusies, tāpēc daļa augu gāja bojā. Veģetācijai atjaunojoties (29.03.–30.03.) un novērtējot ziemas kviešu sējumus izmēģinājuma laukā, šķirnei 'Kranich' varēja konstatēt apmierinošu ziemciētību. Aprīlis bija siltāks un sausāks nekā ilggadēji novērots, maijā joprojām nokrišņu daudzums bija zemāks par ilggadējiem vidējiem, līdz ar to augi nespēja uzņemt barības vielas. Savukārt jūnijā nokrišņu daudzums bija optimāls augu attīstībai. Ražas nogatavošanās laikā jūlijs bija siltāks, bet ražas novākšanas laikā augusts bija sausāks nekā ilggadēji novērots.

Rezultāti un diskusijas

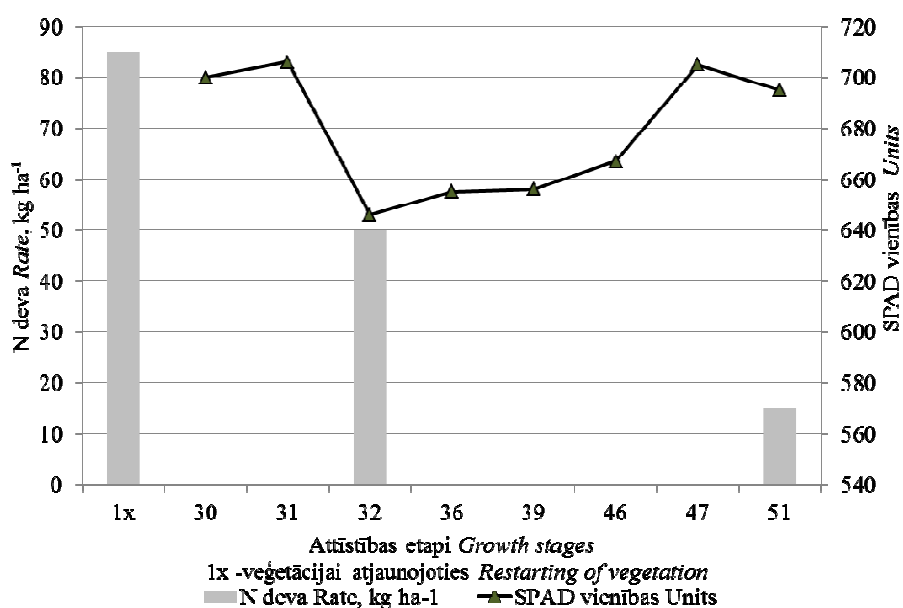
Atkarībā no pielietotā mēslojuma izmēģinājumā tika iegūta graudu raža no 2.79 (N0) līdz 5.20 (N187) t ha⁻¹ (1. tab.). Lietojot slāpekļa mēslojuma normu N85 kg ha⁻¹ graudu raža palielinājās par 19% salīdzinot ar kontroli (N0). Savukārt palielinot slāpekļa mēslojuma normu līdz N150–187 kg ha⁻¹, ražas pieaugums iegūts no 68% līdz 86%. Graudu raža būtiski palielinājās līdz slāpekļa mēslojuma normai N – 150 kg ha⁻¹. Līdzīgi dati iegūti arī iepriekš veiktajos pētījumos (Maļeckā *et al.*, 2004; Skudra, Ruža, 2014;). Dispersijas analīzes rezultāti liecina, ka mēslojums būtiski ietekmēja graudu ražu ($F_{\text{fakt}} = 572.9 > F_{0.05} = 2.90$, $\gamma_{0.05} = 0.12$).

1. tabula Table 1

Ziemas kviešu 'Kranich' graudu raža un kvalitāte
Grain yield and quality indications of winter wheat

Variants Variant	Raža Yield, t ha ⁻¹	Proteīna saturs, Protein content, %	Lipekļa saturs, Gluten content, %	Tilpummasa, Volume weight, kg hl ⁻¹	Zeleny indekss, Zeleny index, ml	Krišanas skaitlis, Falling number, s
N0	2.79	12.4	25.2	77.3	35.4	354
N85	3.31	12.5	25.7	77.8	39.6	371
N150 (N test)	4.77	15.4	33.2	78.7	63.0	381
N153	4.67	14.5	30.6	78.5	58.1	383
N175+S21	4.86	15.2	32.6	78.5	62.7	385
N187	5.20	15.9	34.7	79.0	63.4	391
RS LSD _{0.05}	0.12	0.29	0.89	0.20	3.94	9.77

Izmēģinājumā veikts slāpekļa normu salīdzinājums, pielietojot hlorofilmetru. Tā darbības princips balstīts uz hlorofila daudzumu augu lapās un fotosintēzes aktivitāti. Šie rādītāji liecina par auga fizioloģisko stāvokli un raksturo auga apgādi ar minerālelementiem. Ziemas kviešiem hlorofilmetra rādījuma optimums ir 700 vienības, kas norāda, ka papildus slāpekļa mēslojums nav nepieciešams. Konstatējot hlorofilmetra vienības mazāk par 700, tiek veikts N nepieciešamības aprēķins. 3. variantā augiem laikā no AE 30 līdz AE 51 tika veikts slāpekļa nepieciešamības noteikšanas monitorings (1. att.). Nosakot slāpekļa nepieciešamību augam, izmantojot hlorofilmetru, tika ņemta vērā gan meteoroloģiskā situācija, gan augu attīstība. Tā kā aprīlī bija maz nokrišņu, augi nevarēja uzņemt iestrādāto mēslojumu, tāpēc otrais papildmēslojums tika dots laikā, kad augiem bija pieejams optimāls mitrums. Stiebrošanas sākumā (5.05.) visiem variantiem atbilstoši metodikai tika iestrādāts slāpekļa papildmēslojums, izņemot kontroli un hlorofilmetra pielietošanas variantu, jo tas neuzrādīja slāpekļa nepieciešamību. 3. variantā mēslojums $N50 \text{ kg ha}^{-1}$ tika iedots pēc 5 dienām (9.05.), kad tika sagaidīti nokrišņi un augs varēja uzņemt slāpekli.



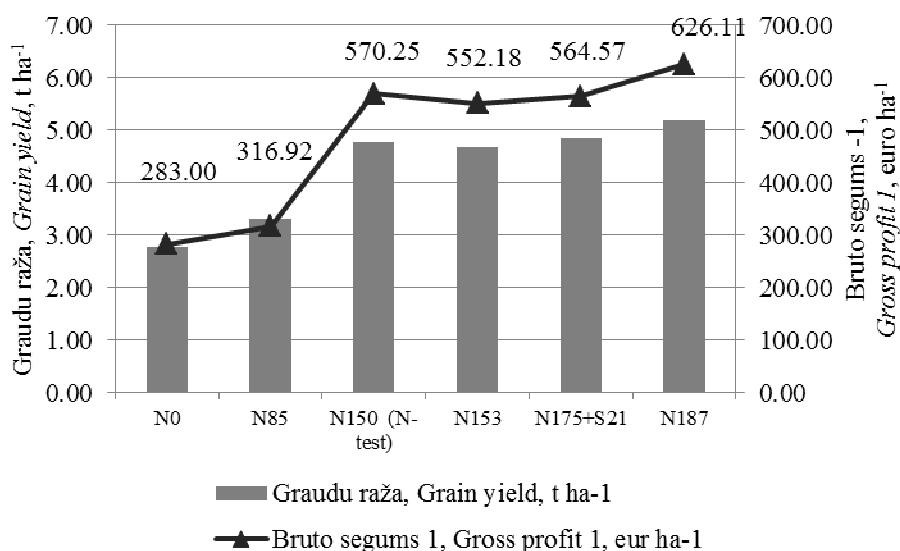
1. att. Slāpekļa nepieciešamības monitorings ar hlorofilmetru un mēslojuma deva ziemas kviešos.
Fig. 1. Monitoring of nitrogen deficiency with chlorophyllmeter and fertilizer rate of winter wheat.

Mēraparāta izmantošanā obligāti jāņem vērā tā lietošanas ierobežojumi pēc herbicīdu un augu augšanas regulatoru smidzināšanas, kas veicina augu stresu, līdz ar to izmainot auga lapu krāsojumu. Izmantojot hlorofilmetru, jānovērtē auga fizioloģiskais stāvoklis un jāizvērtē augu lapu krāsas intensitātes atbilstība slāpekļa trūkuma pazīmēm. Līdz ar to nevar ņemt vērā tikai ekspresmetodē iegūtos rezultātus, bet jāpievērš uzmanība meteoroloģiskajiem apstākļiem, augu biežībai un slāpekļa saturam augsnē. Vārpošanas sākumā, ņemot vērā monitoringa rezultātus (1. att.), augu nepieciešamība pēc slāpekļa pieauga, un pamatojoties uz hlorofilmetra mērījumu rezultātiem, tika pieņemts lēmums papildus augam dot $N15 \text{ kg ha}^{-1}$, lai nodrošinātu graudu kvalitāti. Šajā variantā ($N150$) iegūta graudu raža – 4.77 t ha^{-1} . 5. variantā, kur papildus dots sērs, iegūta raža 4.86 t ha^{-1} . Novērots, ka, nodrošinot augus papildus ar N vai S, ir ražas pieauguma tendence, bet tā nav būtiska.

2014. gada meteoroloģiskajos apstākļos variantos ar N mēslojuma normu virs 150 kg ha^{-1} tika iegūti A klases pārtikas graudu kvalitātei atbilstoši graudi, nodrošinot proteīna saturu virs 14.5% (1. tab.). Variantā ar slāpekļa mēslojumu $N85$ un kontroles variantā iegūti zemākas kvalitātes pārtikas graudiem atbilstoši graudi ar proteīna saturu 12.4–12.5%. Sedimentācijas vērtība jeb Zeleny indekss ir svarīgākais proteīna kvalitāti raksturojošais rādītājs. Variantos ar N mēslojuma normu virs 150 kg ha^{-1} iegūti graudi ar 2. klasei atbilstošu sedimentācijas vērtību (58.1–63.4 ml), kurai raksturīgi milti samaisīšanai ar salīdzinoši vājākiem miltiem. Savukārt kontroles un $N85$ variantos iegūtajiem graudiem sedimentācijas vērtība atbilda 3. klasei, kur miltus

var izmantot tiešai cepšanai. Visiem variantiem lipekļa saturs (25.2–34.7%) atbilda maizes cepamīpašībām.

Apkopojot ieņēmumus un izdevumus un sastādot bruto segumu 1, konstatēts, ka vislielākā bruto peļņa ir variantā, kur N kopējā norma bija 187 kg ha⁻¹ un kas deva augstāko ražu, iegūstot 626.11 eiro ha⁻¹ (2. att.). Izmaksu atšķirības starp variantiem sastādīja iegūtā graudu kvalitāte un ražas līmenis. Variantā N187 salīdzinoši ievērojami augstāku bruto segumu nodrošināja augstāks ražas līmenis un graudu kvalitāte. Šā gada meteoroloģiskajos apstākļos līdzīgs bruto segums 1 (552.18–570.25 eiro ha⁻¹) tika iegūts arī variantos, kur slāpekļa kopējā norma bija virs 150 kg ha⁻¹, jo šajos variantos tika iegūti pārtikas kvalitātes prasībām atbilstoši graudi.



2. att. Ziemas kviešu graudu raža un bruto segums 1, pielietojot atšķirīgas slāpekļa mēslojuma normas.

Fig. 2. Winter wheat grain yield and gross profit 1 depending on different nitrogen fertilizer norm.

Secinājumi

1. Graudu raža būtiski palielinājās līdz slāpekļa mēslojuma normai N150 kg ha⁻¹.
2. Slāpekļa mēslojuma norma virs 150 kg ha⁻¹ nodrošināja ražas līmeni no 4.67 līdz 5.20 t ha⁻¹.
3. Optimāls sēra nodrošinājums augos būtiski ietekmē kviešu graudu ražu un pārtikas kvalitātes prasībām atbilstošu graudu iegūvi, kā arī izmēģinājumā deva A klases pārtikas graudu kvalitāti.
4. Ziemas kviešu papildmēslojuma devas precizēšanai integrētā mēslošanas sistēmā, izmantojot hlorofilmetru, jāņem vērā augsnes mitruma apstākļi un augu spēja uzņemt barības vielas.
5. A klases pārtikas graudu kvalitāte tika iegūta variantos ar slāpekļa mēslojuma normu virs 150 kg ha⁻¹.
6. Vislielākā bruto peļņa, 626.11 eiro ha⁻¹, iegūta variantā ar slāpekļa kopējo normu N187, kas nodrošināja augstāko graudu ražu.

Izmantotā literatūra

1. Follet R. H., Halvorson A. D. (1993) Use of chlorophyll meter to evaluate the nitrogen status of dryland winter wheat. *Communications in soil science and plant analysis*, Vol. 23 (7/8), p. 687–697.
2. Maļeckā S., Bremanis G., Miglane V. (2004). Effect of increased nitrogen fertilizer rates on yield and grain quality of winter wheat varieties. *Latvia Journal of Agronomy*, No. 8, Optimizing agricultural output production theory and praxis, Jelgava: LLU, p. 47–53.
3. Markwell J, Osterman J. C., Mitchell J. L. (1995). Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*, Vol. 46, p. 467–472.
4. Reeves D. W., Mask P. L., Wood C. W., Delaney D. P. (1993). Determination of nitrogen status with a hand held chlorophyll meter: influence of management practices. *Journal of Plant Nutrition*, Vol. 16 (5), p. 781–796.

5. Skudra I., Ruža A. (2014). Ziemas kviešu slāpekļa papildmēslošanas veidu salīdzinājums integrētā audzēšanas sistēmā. *No: Līdzsvarota lauksaimniecība: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti* (2014. gada 20.–21. februāris), Jelgava: LLU, 30.–34. lpp.
6. Zhao F. J., Hawkesford M. J., McGrath S. P. (1999). Sulphur assimilation and effects on yield and quality of wheat. *Journal of Cereal Science*. Vol 30 (1), p. 1–17.

**AUGSNES APSTRĀDES UN AUGU MAINĀS IETEKME UZ ZIEMAS RAPŠA
(*BRASSICA NAPUS* L.) SĒJUMU NEZĀĻAINĪBU**

***EFFECTS OF SOIL TILLAGE AND CROP SEQUENCE ON WEEDINESS OF OILSEED
WINTER RAPE (*BRASSICA NAPUS* L.) SOWINGS***

Maija Ausmane, Indulis Melngalvis, Antons Ruža

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
indulis.melngalvis@llu.lv

Abstract. *Soil tillage is one of the most power consuming and expensive processes in agricultural production. Minimum tillage practices have a significant ecological as well as agronomic impact by reducing the soil disturbance and enhancing the soil system stability. The paper presents the results of stationary field experiments carried out at the Study and Research Farm "Peterlauki" of the Latvia University of Agriculture during the period 2010–2014. Two soil primary tillage treatments were investigated: conventional ploughing or plough tillage (0.22–0.23 m) with a mouldboard plough was compared with the minimum or shallow (0.10–0.12 m) tillage with a disc harrow. The weed control with herbicides was applied. The hypothesis states that the decreasing intensity of soil tillage has an important influence on the weed population because an amount of weeds may increase. The significantly higher amount of annual and perennial weeds was determined in the winter rape before harvesting on soils with ploughless tillage. Statistically significant differences in weed weight were not observed in the investigations when ploughing was replaced by minimum tillage.*

Key words: *soil tillage, weeds, winter rape.*

Ievads

Nezāles ir svarīgs faktors kultūraugu audzēšanā. To ierobežošanas mērķis ir ne tikai samazināt nezāļu skaitu sējumos, bet arī augsnē esošās sēklu rezerves. Galvenokārt nezāles ierobežo ar augsnes apstrādi un herbicīdu lietošanu, bet to efektivitāti ietekmē sastopamās nezāļu sugas, augsnes tips, klimatiskie apstākļi, pielietotās augsnes apstrādes metodes u. c.

Lai taupītu laiku un resursus, aršanu bieži aizstāj ar seklu augsnes virskārtas apstrādi bez apvēršanas. Minimālās augsnes apstrādes rezultātā pieaug nezāļu skaits un masa (Seibutis, Feiza, 2008; Woźniak, Haliniarz, 2012). Daudzi autori norāda, ka augsnes apstrādes intensitātes samazināšana sekmē daudzgadīgo nezāļu, arī to sugu, kas izplatās ar vēju, un sārņaugu izplatību. Ziemeļu valstīs novērots ložņu vārpatas (*Elymus repens* L.), tūruma usnes (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), lauka mīkstpienes (*Sonchus arvensis* L.), kā arī viengadīgo nezāļu – rudzusmilgas (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.) un vējauzas (*Avena fatua* L.) skaita pieaugums (Tørresen, Salonen *et al.*, 2006; Melander, Holst *et al.*, 2008). Konservējošā augsnes apstrāde veicina nezāļu sēklu uzkrāšanos augsnes virsējā slānī, kā arī lielāku nezāļu sugu daudzveidību šajā slānī (Dzienia, Dojss, 1999; Auškalnienē, Auškalnis, 2009).

Darba mērķis – skaidrot augsnes pamatapstrādes intensitātes samazināšanas ietekmi uz ziemas rapša sējumu nezāļainību, aršanu aizstājot ar lobīšanu.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi iekārtoti 2008. gada rudenī LLU mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki” LR Zemkopības ministrijas subsidēta projekta „Minimālās augsnes apstrādes ietekme uz augsnes auglības saglabāšanu, kaitīgo organismu attīstību un izplatību, ražu un tās kvalitāti bezmaiņas sējumos” ietvaros. Salīdzināta minimālā augsnes apstrāde ar tradicionālo.

Augsnes granulometriskais sastāvs – smilšmāls, kura organiskās vielas saturs – 21.0 g kg⁻¹, K₂O – 295 mg kg⁻¹, P₂O₅ – 148 mg kg⁻¹ un Mg – 802 mg kg⁻¹, augsnes reakcija – pH KCl 7.1.

Augsnes apstrāde: 1. variants – tradicionālā apstrāde: arts 0.22–0.23 m dziļi; 2. variants – minimālā apstrāde: lobīts ar šķīvju darbarīkiem 0.10–0.12 m dziļi.

Nezāļu uzskaitē veikta veģetācijas periodā divas reizes: pirmo reizi – pēc skaita metodes, atsākoties ziemāju veģetācijai; otro reizi – pirms ražas novākšanas – pēc skaita un masas metodes. Rakstā vērtēti nezāļu uzskaites rezultāti ziemas rapša sējumā 2014. gadā, kā arī kopējās nezāļainības izmaiņas priekšaugu sējumos laika periodā no 2010. līdz 2013. gadam. Izmantojot uzskaites rāmīti (0.20 × 0.50 m), noteikts nezāļu botāniskais sastāvs, skaits (gab. m²) un zaļā masa (g m⁻²).

Ziemas kviešos 2010. gadā izmantots herbicīds mustangs (florasulams, 6.25 g L⁻¹; 2.4 D, 300 g L⁻¹) – 0.8 L ha⁻¹ + cikocels – 1 L ha⁻¹.

Vasaras kvieši 2011. gada ražai smidzināti ar herbicīdu maisījumu granstars prēmija 50 š. g. (metiltribenurons, 500 g kg⁻¹) – 25 g ha⁻¹ + prēmuss (florasulams, 50 g L⁻¹) – 0.1 L ha⁻¹ + virsmas aktīvā viela.

Vasaras rapsis 2012. gada ražai smidzināts ar butisan star (metazahloris, 333 g L⁻¹ un kvinmeraks, 83 g L⁻¹) – 2.5 L ha⁻¹.

Ziemas kvieši 2013. gada ražai pavasarī smidzināti ar herbicīdu maisījumu granstars prēmija 50 š. g. (metiltribenurons, 500 g kg⁻¹) – 30 g ha⁻¹ + starane XL s. e. (fluroksipīrs, 100 g L⁻¹; florasulams, 2.5 g L⁻¹) – 1.0 L ha⁻¹.

Ziemas rapsis 2014. gada ražai smidzināts ar butisan star (metazahloris, 333 g L⁻¹ un kvinmeraks, 83 g L⁻¹) – 2.5 L ha⁻¹.

Rezultāti un diskusijas

Nezāļu botāniskais sastāvs. Atsākoties veģetācijai, izmēģinājumu laukā ziemas rapša sējumā 2014. gadā konstatētas 17 nezāļu sugas, tajā skaitā 11 īsmūža nezāļu, 6 – daudzgadīgo nezāļu sugas. Biežāk sastopamās īsmūža nezāļu sugas bija baltā balanda, tūruma veronika, maura sūrene, sārtā panātre. Daudzgadīgās nezāles novērotas nelielā skaitā (1. tab.). Vairāk bija sastopama krūzainā skābene, ložņu vārpata un tūrumu kosa. Plašāks nezāļu sugu sortiments novērojams variantā bez aršanas (minimālā apstrāde – 15 sugas, tradicionālā – 12 sugas).

Pirms ziemas rapša ražas novākšanas novēroto nezāļu sugu skaits palicis nemainīgs (17 sugas), tajā skaitā 12 īsmūža nezāļu, 5 – daudzgadīgo nezāļu sugas. Biežāk sastopamās īsmūža nezāļu sugas: baltā balanda, tūruma veronika, maura sūrene, sārtā panātre, kā arī skābeņlapainā sūrene un vējauza. Neartajā variantā konstatēta vējauza, kas sakrīt ar citu autoru norādi par viendīgļlapju nezāļu savairošanos minimālajā augsnes apstrādē (Tørresen, Salonen *et al.*, 2006; Melander, Holst *et al.*, 2008). Vairumā gadījumu lielāks īsmūža nezāļu skaits novērots variantā bez aršanas. Šeit jāatzīmē, ka aršana savukārt sekmējusi maura sūrenes savairošanos (1. tab.). Minimālā augsnes apstrāde sekmējusi tādu daudzgadīgo nezāļu skaita pieaugumu kā ložņu vārpata, ārstniecības pienene un tūruma kosa.

1. tabula Table 1

Augsnes apstrādes sistēmas ietekme uz nezāļu sugu botānisko sastāvu ziemas rapša sējumos 2014. g., gab. m²

The influence of soil tillage on the composition of weed population in sowings of winter rape

Nezāļu sugas <i>Weed species</i>	Pavasari <i>In the spring</i>			Pirms ražas novākšanas <i>Before harvest</i>		
	minimālā apstrāde <i>minimal</i>	tradicionālā apstrāde <i>conventional</i>	±	minimālā apstrāde <i>minimal</i>	tradicionālā apstrāde <i>conventional</i>	±
1	2	3	4	5	6	7
Īsmūža nezāles Annual weeds						
Ārstniecības matuzāle <i>Fumaria officinalis</i> L.	2	2	0	1	0	+1
Baltā balanda <i>Chenopodium album</i> L.	54	17	+35	33	18	+15

1. tabulas nobeigums *The end of Table 1*

1	2	3	4	5	6	7
Dārza vējgriķis <i>Fallopia convolvulus</i> L.	1	3	-2	4	1	+3
Ganu plikstiņš <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	3	0	+3	0	0	0
Ķeraiņu madāra <i>Galium aparine</i> L.	0	0	0	1	4	-3
Maura sūrene <i>Polygonum aviculare</i> L.	10	38	-28	8	26	-14
Plašā balodene <i>Atriplex patula</i> L.	8	1	+7	1	1	0
Sārtā panātre <i>Lamium purpureum</i> L.	7	0	+7	3	0	+3
Skābeņlapainā sūrene <i>Polygonum lapathifolium</i> L.	4	0	+4	17	1	+16
Tīruma kumelīte <i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Schulz -Bip	3	10	-7	3	5	-2
Tīruma veronika <i>Veronica arvensis</i> L.	18	2	+16	13	0	+13
Tīruma zvēre <i>Sinapis arvensis</i> L.	0	3	-3	0	2	-2
Vējauza <i>Avena fatua</i> L.	0	0	0	8	0	+8
Daudzgadīgās nezāles <i>Perennial weeds</i>						
Ārstniecības pienene <i>Taraxacum officinalis</i> L.	1	0	+1	14	2	+12
Krūzainā skābene <i>Rumex crispus</i> L.	3	4	-1	1	1	0
Lielā ceļteka <i>Plantago major</i> L.	1	0	+1	0	0	0
Ložņu vārpata <i>Elymus repens</i> L.	5	1	+4	24	0	+23
Tīruma kosa <i>Equisetum arvense</i> L.	2	2	0	4	1	+3
Tīruma usne <i>Cirsium arvense</i> L.	2	0	-2	2	0	+2

Vērtējot 2014. gada pavasara nezāļu uzskaites datus ziemas rapša sējumā, var secināt, ka, aizstājot aršanu ar lobīšanu, par 55% ir pieaugusi kopējā nezāļainība un par 48% īsmūža nezāļu skaits. Sakarība statistiski būtiska. Daudzgadīgo nezāļu skaita pieaugums vērtējams kā tendence (2. tab.).

2. tabula *Table 2*

Augsnes apstrādes ietekme uz nezāļu skaitu ziemas rapša sējumā
2014. g. pavasarī, gab. m⁻²

*The influence of soil tillage on the amount of weeds in sowings of winter rape,
in the spring 2014, weeds m⁻²*

Augsnes apstrāde <i>Soil tillage</i>	Īsmūža <i>Annual</i>	Daudzgadīgās <i>Perennial</i>	Kopā <i>Total</i>
Minimālā <i>Minimal</i>	108*	13	121*
Tradicionālā <i>Conventional</i>	73	7	80

*- būtiski pie P<0.05 *significant at P<0.05*

Otrā nezāļu uzskaitē veikta pirms kultūraugu ražas novākšanas (3. tab.). Ziemas rapša sējumā herbicīdi lietoti rudenī tūlīt pēc sējas, līdz ar to gan pirmās, gan otrās nezāļu uzskaites laikā

jau ir bijusi herbicīdu lietošanas ietekme uz nezāļu skaitu. Tas labi redzams, salīdzinot 2. un 3. tabulā ievietotos datus, kuri parāda: nezāļu skaits pirmajā un otrajā uzskaitē būtiski neatšķiras. Salīdzinot ar citiem kultūraugiem, ziemas rapsī nezāļu ir bijis ievērojami vairāk, jo pēc slikti pārziestās ziemas sējums izretojies, tā sekmējot nezāļu skaita pieaugumu. Vērojamas krasākas atšķirības starp augsnes apstrādes variantiem. Aršanas aizstāšana ar lobīšanu izraisījusi būtisku gan īsmūža nezāļu, gan daudzgadīgo nezāļu, kā arī kopējo nezāļu skaita pieaugumu, kas sakrīt ar citu autoru pētījumu datiem (Seibutis, Feiza, 2008; Woźniak, Haliniarz, 2012). Jāatzīmē, ka starp augsnes apstrādes variantiem nav vērojama nozīmīga nezāļu zaļās masas atšķirība.

3. tabula *Table 3*

Augsnes apstrādes ietekme uz ziemas rapša sējumu nezāļainību pirms ražas novākšanas, 2014. g.

The influence of soil tillage on the amount of weeds and fresh weight in the sowings of winter rape before harvest, 2014

Augsnes apstrāde <i>Soil tillage</i>	Nezāļu skaits, gab. m ⁻² <i>Weeds m⁻²</i>			Nezāļu zaļā masa, g m ⁻² <i>Fresh weight</i>
	īsmūža <i>annual</i>	daudzgadīgās <i>perennial</i>	kopā <i>total</i>	
Mīnīmālā <i>Minimal</i>	91*	44*	135*	1056
Tradicionālā <i>Conventional</i>	57	4	61	1283

*– būtiski pie $P < 0.05$ *significant at $P < 0.05$*

Vērtējot augsnes apstrādes un augu maiņas ietekmi uz kultūraugu sējumu nezāļainību pavasarī, laikā no 2010. līdz 2014. gadam vērojamas krasas atšķirības (4. tab.). Mazākais kopējais nezāļu skaits mīnīmālās augsnes apstrādes variantā vērojams 2011. gadā vasaras kviešu sējumā – 33 gab. m⁻², savukārt lielākais kopējais nezāļu skaits šajā variantā uzskaitīts 2014. gadā izretotajā ziemas rapša sējumā. Tradicionālajā augsnes apstrādes variantā mazākā kopējā nezāļainība novērota 2013. gadā ziemas kviešu sējumā – 12 gab. m⁻², bet lielākā, tāpat kā mīnīmālās augsnes apstrādes variantā, novērota 2014. gadā ziemas rapša sējumā – 80 gab. m⁻². Augsnes apstrādē aršanas aizstāšana ar lobīšanu vidēji piecu gadu periodā izraisījusi kopējā nezāļu skaita pieaugumu par 34%. Sakarība bija novērojama katru gadu, izņemot 2011. gada pavasari, kad artajā variantā bija vērojams divreiz lielāks kopējais nezāļu skaits nekā lobītajā variantā.

4. tabula *Table 4*

Augsnes apstrādes un augu maiņas ietekme uz kultūraugu sējumu nezāļainību pavasarī, 2010.–2014.g., gab. m⁻²

The influence of soil tillage and crop sequence on the amount of weeds in sowings of crops, 2010–2014, in the spring, weeds m⁻²

Gads, kultūraugu maiņa <i>Year, crop sequence</i>	Augsnes apstrāde <i>Soil tillage</i>	
	mīnīmālā <i>minimal</i>	tradicionālā <i>conventional</i>
2010. ziemas kvieši <i>winter wheat</i>	61	52
2011. vasaras kvieši <i>spring wheat</i>	33	66
2012. vasaras rapsis <i>spring rape</i>	65	23
2013. ziemas kvieši <i>winter wheat</i>	37	12
2014. ziemas rapsis <i>winter rape</i>	121	80
Vidēji 2010.–2014. g. <i>Average</i>	63	47

Pirms ražas novākšanas vērtējot augsnes apstrādes un augu maiņas ietekmi uz kultūraugu sējumu nezāļainību laikā no 2010. līdz 2014. gadam, vērojamas nezāļu skaita atšķirības salīdzinājumā ar pavasarī veikto uzskaiti. Tas skaidrojams ar dažādu herbicīdu lietošanu attiecīgajos audzētajos kultūraugos (5. tab.).

5. tabula Table 5

Augsnes apstrādes un augu maiņas ietekme uz kultūraugu sējumu nezāļainību
pirms ražas novākšanas, 2010.–2014. g., gab. m⁻²
*The influence of soil tillage and crop sequence on the amount of weeds in the sowings of
crops, 2010–2014, before harvest, weeds m⁻²*

Gads, kultūraugu maiņa <i>Year, crop sequence</i>	Augsnes apstrāde <i>Soil tillage</i>	
	minimālā <i>minimal</i>	tradicionālā <i>conventional</i>
2010. ziemas kvieši <i>winter wheat</i>	16	7
2011. vasaras kvieši <i>spring wheat</i>	77	53
2012. vasaras rapsis <i>spring rape</i>	31	25
2013. ziemas kvieši <i>winter wheat</i>	36	11
2014. ziemas rapsis <i>winter rape</i>	135	60
Vidēji 2010.–2014. g. <i>Average</i>	59	31

Mazākais kopējais nezāļu skaits minimālās augsnes apstrādes variantā vērojams nevis 2011. gadā vasaras kviešu sējumā, kā pavasara uzskaitē, bet 2010. gadā ziemas kviešu sējumā – 16 gab. m⁻². Savukārt lielākais kopējais nezāļu skaits šajā variantā, tāpat kā pavasarī, uzskaitīts 2014. gadā ziemas rapša sējumā – 135 gab. m⁻². Tradicionālajā augsnes apstrādes variantā mazākā kopējā nezāļainība novērota 2010. gadā ziemas kviešu sējumā – 7 gab. m⁻², bet lielākā, tāpat kā minimālās augsnes apstrādes variantā, bija 2014. gada ziemas rapša sējumā – 60 gab. m⁻². Augsnes aršanas aizstāšana ar lobīšanu vidēji piecu gadu periodā radījusi kopējā nezāļu skaita pieaugumu par 90%. Līdzīga sakarība bija novērojama katru gadu.

Secinājumi

1. Nezāļu botāniskais sastāvs gan minimālajā, gan tradicionālajā augsnes apstrādē ir līdzīgs, tikai jāatzīmē, ka 2014. gadā izmēģinājumu laukā visā pētījumu periodā pirmo reizi konstatēta vējauza (*Avena fatua* L.). Vējauzas bija novērotas tikai minimālās augsnes apstrādes variantā.
2. Augsnes lobīšana piecus gadus pēc kārtas 2014. gada ziemas rapša sējumā pavasara nezāļu uzskaites laikā ir izraisījusi īsmūža nezāļu skaita būtisku palielināšanos, salīdzinājumā ar tradicionālo augsnes apstrādi. Daudzgadīgo nezāļu skaita pieaugums neartajā variantā vērtējams kā tendence. Pirms ražas novākšanas minimālās augsnes apstrādes variantā konstatēts, ka būtiski pieaudzis gan īsmūža, gan daudzgadīgo nezāļu skaits.
3. Augsnes aršanas aizstāšana ar lobīšanu vidēji piecu gadu periodā izraisījusi 90% nezāļu kopskaita pieaugumu pirms kultūraugu ražas novākšanas.

Izmantotā literatūra

1. Auškalnienē O., Auškalnis A. (2009). The influence of tillage system on diversities of soil weed seed bank. *Agronomy Research*, Vol.7, Issue I, p. 156–161.
2. Dzenia S., Dojss D. (1999). The effect of tillage systems on weed infestation and yield of winter wheat. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis*, Vol. 195, p. 185–190.
3. Melander B., Holst N., Jensen P. K., Hansen E. M., Olesen J. E. (2008). *Apera spica-venti* population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. *Weed Research*, Vol. 48, p. 48–57.
4. Seibutis V., Feiza V. (2008). The influence of short crop rotations, monocrop and reduced soil tillage on weed population dynamics. *Zemdirbyste – Agriculture*, Vol. 95, No. 3, p. 123–129.
5. Tørresen K. S., Salonen J., Fogelfors H., Håkansson S., Melander B. (2006). Weed problems in various tillage systems in the Nordic countries. *In: Tillage systems for the benefit of agriculture and the environment: „Extended abstracts”, Arranged by NJF Seminar 378, section I: Soil, water and environment, Nordic Agricultural Academy, Odense, Denmark, 29–31 May, p. 54–64.*
6. Woźniak A., Haliniarz M. (2012). The after-effect of long-term reduced tillage systems on the biodiversity of weeds in spring crops. *Acta Agrobotanica*, Vol. 65, No. 1, p. 14–148.

ZIEMAS KVIEŠU STIEBRA PAMATNES UN SAKŅU PUVE UN TĀS IEROSINĀTĀJI ATKARĪBĀ NO AGROTEHNISKAJIEM PASĀKUMIEM

WINTER WHEAT STEM BASE AND ROOT ROT AND ITS CAUSAL AGENTS DEPENDING ON AGROTECHNICAL MEASURES

Biruta Bankina¹, Antons Ruža², Gunita Bimšteine¹, Ingrīda Neusa-Luca¹,
Dzintra Kreita³, Merabs Katamadze³

¹LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts, ²LLU LF Agrobiotehnoloģijas institūts,

³LLU LF mācību un pētījumu saimniecība „Pēterlauki”

Biruta.Bankina@llu.lv

Abstract. *Reduced soil tillage and wheat monoculture have become increasingly widespread technologies in Latvia. The aim of the study was to estimate the importance of different agronomic measures for the development of wheat stem base and root rot and to identify causal agents of disease. Two-factor experiments were carried out in 2012–2013 at the Study and Research Farm „Pēterlauki”: 1) crop rotation, and 2) soil management. The incidence of the complex of stem base diseases (root and crown rot) was determined after wheat harvesting. Pathogens were identified by mycological analyses – colour, texture and other features of colonies; results were confirmed by molecular methods in cooperation with the Latvian Biomedical Research and Study Centre. The incidence of wheat stem base and root rot was around 50% during period of investigations. Reduced soil tillage and the lack of crop rotation increased development of wheat stem base and root rot, but differences were not statistically significant. Enlarged proportion of cereals in the sowing structure essentially increased the level of the disease. *Fusarium* spp. and *Oculimacula* spp. were the most important causal agents of this disease, but agronomical measures did not influence a spectrum of pathogens. *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. graminearum* and *F. acuminatum* were the most important species of *Fusarium*. *O. yallundae* and *O. aciformis* were determined in Latvia for the first time. Further investigations are necessary to clarify factors that influence the development of disease and spectrum of pathogens.*

Key words: *Fusarium, Oculimacula, soil tillage, crop rotation.*

Ievads

Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puve ir kompleksa slimība, ko var ierosināt dažādi, arī ļoti atšķirīgi, patogēni. Literatūrā par nozīmīgākajiem uzskata *Gaeumannomyces graminis* (iepriekšējais nosaukums *Ophiobolus graminis*), *Oculimacula aciformis* un *O. yallundae* (sinonīmi *Tapesia* spp., *Helgardia herpotrichoides*, *Pseudocercospora herpotrichoides*), *Bipolaris sorokiniana* (*Cochliobolus sativus*), *Ceratobasidium cereale* (*Rhizoctonia cerealis*) un sēnes no *Fusarium* ģints. Slimību ierosinātājus uz lauka atšķirt ir grūti vai pat neiespējami, turklāt ir iespējama inficēšanās ar vairākiem patogēniem vienlaikus (Bankina *et al.*, 2013b). Slimības ierosinātāju identifikācija ir svarīga, jo patogēniem ir atšķirīgas bioloģiskās īpašības un tiem ir dažāda jutība pret fungicīdiem. Zinot, kādi patogēni dominē, iespējams precīzāk novērtēt slimības postījumu un izvēlēties ierobežošanas stratēģiju.

Tiek uzskatīts, ka reducētā augsnes apstrāde un augu maiņas neievērošana paaugstina stiebra pamatnes un sakņu puves risku. Taču pēdējo gadu pētījumu rezultāti ir pretrunīgi. Konstatēts, ka augsnes apstrādes metode būtiski neietekmē stiebra pamatnes un sakņu puves izplatību, ja ierosinātājs ir *Oculimacula* spp., bet *Fusarium avenaceum* sastopamību aršana 20–22 cm dziļumā pat palielina (Matusinsky *et al.*, 2009). Polijas zinātnieku pētījumos novērots, ka kviešu sējumos pēc rapša ir būtiski zemāks šīs slimības līmenis (Wyczling, Lenc, 2010), turpretim citos izmēģinājumos tas nav pierādīts, jo rezultāti lielā mērā ir atkarīgi no patogēnu spektra (Paulitz *et al.*, 2010).

Pētījuma mērķis ir pētīt ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puves attīstības īpatnības atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas, kā arī konstatēt nozīmīgākos slimības ierosinātājus.

Materiāli un metodes

Divfaktoru lauka izmēģinājumi iekārtoti 2008. gada rudenī Zemgales apstākļiem tipiskā vidēji smaga smilšmāla velēnu karbonātu augsnē mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki”. Faktors A – augsnes apstrāde: 1) tradicionālā aršana (20–22 cm dziļumā); 2) minimālā augsnes

apstrāde (10–12 cm dziļumā). Faktors B – augmaiņa: 1) kvieši atkārtotos sējumos; 2) kvieši pēc citiem priekšaugiem.

Konkrētais pētījums veikts no 2012. līdz 2013. gadam. Šajā laikā rezultāti sagrupēti atkarībā no augsnes apstrādes veida un graudaugu īpatsvara pēdējo trīs gadu laikā: A – visus trīs gadus graudaugi, B – graudaugi divus gadus, vienu gadu rapsis; C) graudaugi tikai vienreiz, divus gadus rapsis.

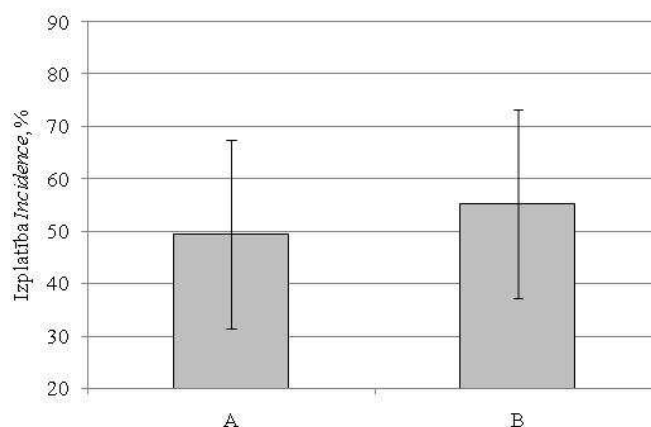
Visi agrotehniskie pasākumi maksimāli tuvināti ražošanas apstākļiem.

Sakņu puve uzskaitīta pirms ražas vākšanas: katrs ziemas kviešu lauks (pavisam 12 lauki) sadalīts četrās daļās un katrā no tām piecās vietās ņemti paraugi divās blakus esošajās rindiņās 5 cm garumā, vienā paraugā aptuveni 100 stiebru. Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puve noteikta vizuāli un aprēķināta slimības izplatība procentos. Rezultātu būtiskums novērtēts, izmantojot dispersijas analīzi programmā ANOVA.

No augiem, kuriem bija redzami slimības simptomi, ņemti paraugi tālākai analīzei laboratorijā. Patogēnu identificēšanai augu gabaliņi uzsēti uz kartupeļu dekstrozes agara (PDA) un iegūtas tīrkultūras. Slimības ierosinātāji noteikti, izmantojot patogēnu morfoloģiskās īpatnības un barotnes krāsošanos, kā arī sporu uzbūvi. Iegūtie rezultāti apstiprināti ar molekulārajām analizēm, kas veiktas Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrā sadarbībā ar vadošo pētnieku Dr. agr. Dāvidu Fridmani.

Rezultāti un diskusijas

Pēc literatūras datiem kviešu stiebra pamatnes un sakņu puves izplatību ietekmē agrotehnika, taču šī ietekme nav viennozīmīga (Matusinsky *et al.*, 2009). Izmēģinājumu periodā no 2012. līdz 2013. gadam šīs slimības izplatība vidēji bija 52%. Stiebra pamatnes un sakņu puves izplatību ietekmēja augsnes apstrādes veids – neartajos laukos slimības izplatība bija augstāka, taču starpība nebija statistiski būtiska (1. att.).



1. att. Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puves izplatība atkarībā no augsnes apstrādes veida:

A – tradicionālā aršana (20–22 cm); B – minimālā apstrāde (10–12 cm).

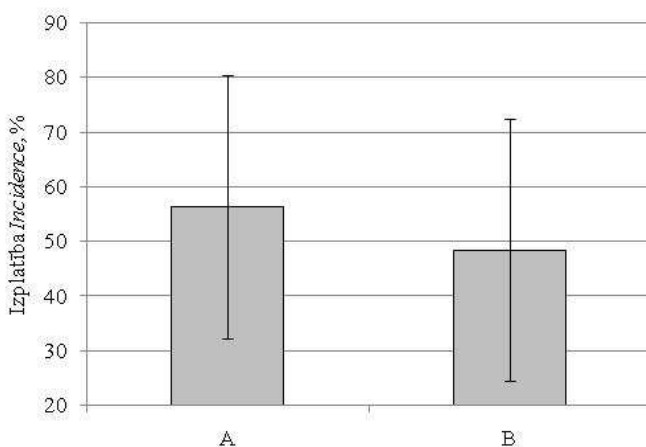
Fig.1. Incidence of winter wheat stem base and root rot depending on soil tillage: A – conventional ploughing (20–22 cm); B – shallow tillage (10–12 cm).

Parasti uzskata, ka ļoti liela nozīme ir priekšaugam, taču mūsu izmēģinājumos, ja ziemas kviešu priekšaugi bija rapsis, slimības izplatība bija mazāka, taču pēc datu statistiskās apstrādes rezultātiem tā nebija būtiska (2. att.).

Slimības attīstību būtiski ietekmēja graudaugu īpatsvars augmaiņā pirms kviešu sējas (3. att.). Laukos, kur pirms tam trīs gadus audzēti kvieši, stiebra pamatnes un sakņu puves izplatība bija statistiski nozīmīgi augstāka nekā tajos, kur iepriekšējo triju gadu periodā graudaugi bija tikai vienu reizi.

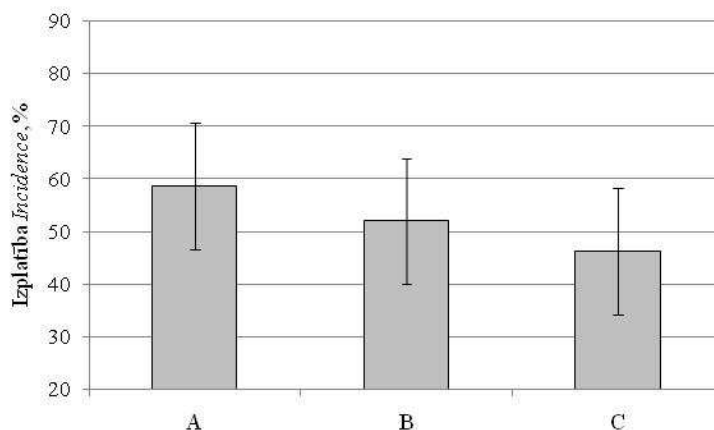
Kviešiem, miežiem un citiem graudaugiem stiebra pamatnes un sakņu puvi ierosina vieni un tie paši patogēni, tādēļ infekcijas avots var būt arī citu graudaugu sugu atliekas.

Novērotā tendence pierāda, ka kviešu un citu graudaugu atlieku uzkrāšanās veicina kviešu stiebra pamatnes un sakņu puves attīstību. Jāņem vērā, ka patogēni atliekās spēj saglabāties ilgāk nekā vienu gadu (Paulitz *et al.*, 2010), tādēļ nozīmīgs ir ne tikai priekšaugš, bet graudaugu kopējais īpatsvars sējumu struktūrā.



2. att. Ziemas kviešu un stiebra pamatnes puves izplatība atkarībā no priekšauga:
A – ziemas kvieši; B – ziemas rapsis.

Fig. 2. Incidence of winter wheat stem base and root rot depending on pre-crop:
A – winter wheat; B – winter oilseed rape.



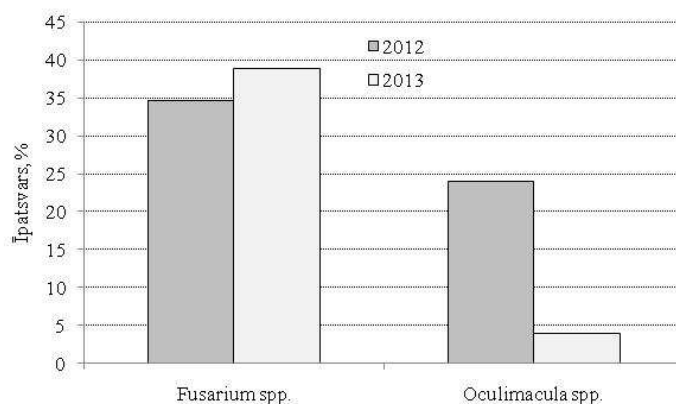
3. att. Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puves izplatība atkarībā no graudaugu īpatsvara iepriekšējos trijos gados pirms kviešu sējas: A – graudaugi visus trīs gadus; B – graudaugi divus gadus; C – graudaugi vienu gadu.

Fig. 3. Incidence of winter wheat stem base and root rot depending on proportion on cereals during last three years before wheat sowings: A – cereals all three years; B – cereals two years; C – cereals only one year.

Slimības simptomi galvenokārt bija nespecifiski, tādēļ uz lauka noskaidrot slimības ierosinātājus nevarēja: bija nepieciešama patogēnu izolācija tīrkultūrā. 2012.–2013. gadā pavisam iegūti 1671 izolāti. 36% patogēnu piederēja *Fusarium* ģints sēnēm (ieskaitot *Microdochium nivale*, kura iepriekšējais nosaukums ir *Fusarium nivale*) un 15% – *Oculimacula* spp. Patogēnu spektru neietekmēja ne augsnes apstrādes paņēmieni, ne arī augu maiņas variants, taču nozīmīgāko patogēnu sastopamība variēja pa gadiem (4. att.).

Fusarium spp. ir nozīmīgi patogēni, jo ne tikai samazina ražu, bet arī ir mikotoksīnu producenti, kas piesārņo graudus. Izmēģinājumos dominēja *F. culmorum*, *F. avenaceum*, retāk konstatēts *F. graminearum* un *F. acuminatum*.

Pirmo reizi Latvijā konstatēts, ka kviešu sējumos sastopamas abas *Oculimacula* ģintis – *O. yallundae* un *O. acuformis*, taču pašlaik pietrūkst pētījumu, lai konstatētu šo sugu proporciju un noskaidrotu faktoros, kas to nosaka. Meteoroloģisko apstākļu ietekmi ir grūti novērtēt, jo dažādu *Fusarium* sugu prasības pret vidi ir atšķirīgas (Bankina *et al.*, 2013 a).



4. att. Nozīmīgāko patogēnu īpatsvars atkarībā no gada.

Fig. 4. Proportion of the most important pathogens depending on year.

Pašlaik iegūtie rezultāti nav pietiekami, lai izdarītu secinājumus par apstākļiem, kas veicina stiebra pamatnes un sakņu puves attīstību, taču tie pierāda, ka, paaugstinoties labību īpatsvaram sējumu struktūrā, pieaug slimības izplatības risks.

Secinājumi

1. Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puves izplatību ietekmē gan augsnes apstrādes veids, gan priekšaugi, taču atšķirības nav statistiski būtiskas.
2. Graudaugu īpatsvara palielināšanās sējumu struktūrā būtiski palielina ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puves izplatību.
3. Ziemas kviešu stiebru pamatnes un sakņu puvi galvenokārt izraisa *Fusarium* un *Oculimacula* ģints sēnes.

Pateicība. Pētījums finansēts Valsts pētījumu programmu „Vietējo resursu (zemes dziļi, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas (NatRes)” (2010.–2013. g.) un „Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā (AgroBioRes)” (2014.–2017. g.) ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bankina B., Bimšteine G., Ruža A., Neusa-Luca I., Fridmanis D., Vaivade I., Kreita Dz., Katamadze M., Paura L. (2013a). Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puve un tās ierosinātāji. *No: Vietējo resursu (zemes dziļi, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas (Nat Res)*. Valsts pētījumu programma, 2010–2013. Rakstu krājums, Rīga: Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts, 179.–183. lpp.
2. Bankina B., Bimšteine G., Ruža A., Priekule I., Paura L., Vaivade I., Fridmanis D. (2013b). Winter wheat crown and root rot are affected by soil tillage and crop rotation in Latvia. *Acta Agriculturae Scandinavica, section B – Soil & Plant Science*, Vol. 63(8), p. 723–730.
3. Matusinsky P., Mikolasova R., Klem K., Spitzer T. (2009). Eyespot infection risks on wheat with respect to climatic conditions and soil management. *Journal of Plant Pathology*, Vol. 91(1), p. 93–101.
4. Paulitz T., Schroeder K., Schillinger W. (2010). Soilborne pathogens of cereals in an irrigated cropping system: effects of tillage, residue management, and crop rotation. *Plant Diseases*, Vol. 94(1), p. 61–68
5. Wyczling D., Lenc L. (2010). Effect of forecrop and differentiated fungicidal protection on health of winter wheat stem base. *Phytopathologia*, Vol. 57, p. 21–29.

VASARAS KVIEŠU LAPU SLIMĪBU ATTĪSTĪBA ATKARĪBĀ NO AGROTEHNISKAJIEM PAŅĒMIENIEM

SPRING WHEAT LEAF DISEASES DEVELOPMENT DEPENDING ON AGROTECHNICAL MEASURES

Biruta Bankina¹, Gunita Bimšteine¹, Antons Ruža², Dzintra Kreita³,
Merabs Katamadze³, Ingrīda Neusa-Luca¹

¹LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts, ²LLU LF Agrobiotehnoloģijas institūts,

³LLU LF mācību un pētījumu saimniecība „Pēterlauki”

Biruta.Bankina@llu.lv

Abstract. *Reduced soil tillage and wheat monoculture have become increasingly widespread technologies in Latvia, but consequences of these technologies are unclear. The aim of the present research was to estimate the importance of different agronomic measures on the development of the wheat leaf diseases. Two-factor experiments were carried out in 2014 at the Study and Research Farm „Pēterlauki”: 1) crop rotation, and 2) soil management. The incidence and severity of diseases were estimated every week starting from stem elongation till ripening, the area under disease progress curve was calculated. Tan spot (caused by *Pyrenophora tritici-repentis*) dominated during investigations, in addition, *Septoria leaf blotch* (caused by *Zymoseptoria tritici*) and mildew (caused by *Blumeria graminis*) were determined. Reduced soil tillage and especially the lack of crop rotation increased the development of tan spot. The first symptoms were more severe and the development of this disease was more intensive in continuous wheat sowings under reduced soil tillage. Severity of mildew was higher in variants with crop rotation and ploughing, but agronomic measures did not influence the development of *Septoria leaf blotch*. An epidemic risk of the wheat leaf disease is dependent on dominating pathogens and agronomic measures.*

Key words: *Pyrenophora tritici-repentis, Zymoseptoria tritici, crop rotation, soil tillage.*

Ievads

Latvijā pēdējos gados kviešu nozīmīgākās lapu slimības bija dzeltenplankumainība, ko ierosina *Pyrenophora tritici-repentis* un pelēkplankumainība, ier. *Zymoseptoria tritici*, dažos tīrumos arī miltrasa (ier. *Blumeria graminis*). Rūsas Latvijas Centrālajā daļā pēdējos gados nebija aktuālas (Bankina u. c., 2013). Lapu plankumainību ierosinātāji galvenokārt saglabājas augu atliekās, tādēļ augu maiņai un augsnes apstrādes metodēm ir liela nozīme šo slimību izplatībā. Tomēr ir pētījumi, kas apliecina: būtiskāki par izmantotajiem agrotehniskajiem paņēmieniem ir meteoroloģiskie faktori (Sawinska *et al.*, 2006; Krupinsky *et al.*, 2007).

Lapu slimību ierosinātāju attīstību atkarībā no agrotehnikas lielā mērā nosaka patogēna parazitisma pakāpe un attīstības cikls. Kviešu lapu dzeltenplankumainības izplatība ir tieši atkarīga no augu atlieku daudzuma, jo izplatās ar asku sporām (Jorgensen, Olsen, 2007). Turpretim miltrasas attīstības pakāpe parasti ir augstāka kviešu sējumos pēc piemērota priekšauga, piemēram, tauriņziežiem (Sawinska *et al.*, 2006).

Pētījuma mērķis ir noskaidrot vasaras kviešu lapu slimību attīstību atkarībā no augsnes apstrādes un priekšauga, kā arī šo faktoru kombinācijas.

Materiāli un metodes

Divfaktoru lauka izmēģinājumi iekārtoti 2008. gada rudenī Zemgales apstākļiem tipiskās vidēji smaga smilšmāla velēnu karbonātu augsnes mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki”. Faktors A – augsnes apstrāde: 1) tradicionālā aršana (20–22 cm dziļumā); 2) minimālā augsnes apstrāde (10–12 cm dziļumā). Faktors B – augmaiņa: 1) kvieši atkārtotos sējumos; 2) kvieši pēc citiem priekšaugiem.

2013.–2014. gada ziema bija nelabvēlīga kviešu ziemošanai, tie izsala, tādēļ pavasarī ziemas kviešu laukos aprīļa sākumā (04.04.) lietots glifosāts (450 g L⁻¹), deva trīs L ha⁻¹ un pēc tam (19.04.) iesēti vasaras kvieši, šķirne ‘Taifun’. Tādēļ 2014. gada rezultāti apskatīti atsevišķi, jo citos gados sēti ziemas kvieši.

Visi agrotehniskie pasākumi maksimāli tuvināti ražošanas apstākļiem un ir raksturīgi Latvijas Centrālajai daļai. 2014. gada pavasara un vasaras meteoroloģiskie apstākļi veicināja lapu slimību attīstību, tādēļ bija nepieciešama fungicīdu lietošana. Vienreiz sezonā pēc ziedēšanas

lietots fungicīds (140 g L⁻¹ boskalīds; 50 g L⁻¹ epoksikonazols un 60 g L⁻¹ piraklostrobīns), deva 1.8 L ha⁻¹.

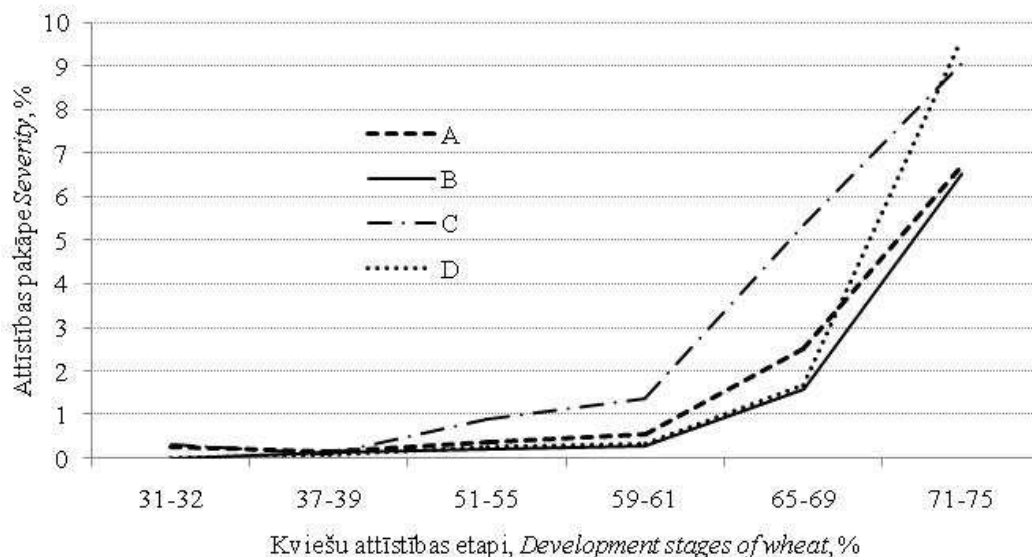
Lapu slimības uzskaitītas katru nedēļu, sākot no cerošanas beigām līdz dzeltengatavībai, katrā kviešu laukā (pavisam 12 lauki) ejot pa diagonāli, ievāktas aptuveni 300 lapas. Slimības vērtētas uz augšējām divām lapām pēc vizuālajām pazīmēm.

Aprēķināta slimību izplatība un attīstības pakāpe, slimības ietekme visā veģetācijas periodā novērtēta, rēķinot AUDPC (*area under disease progress curve*, laukums zem slimības attīstības līknes). Rezultātu būtiskums novērtēts, izmantojot dispersijas analīzi programmā ANOVA.

Rezultāti un diskusijas

Kviešu sējumos 2014. gadā dominēja dzeltenplankumainība (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*), taču bija sastopama arī pelēkplankumainība (*Zymoseptoria tritici*) un miltrasa (*Blumeria graminis*).

Augsnes apstrādes veids, bet it īpaši priekšaugi, ietekmēja dzeltenplankumainības pirmo simptomu parādīšanos un tālāko slimības attīstību (1. att.). Lai gan pirmie simptomi bija novērojami gandrīz vienlaicīgi, turpmākā slimības attīstība bija atkarīga no priekšauga – atkārtotos kviešu sējumos dzeltenplankumainības attīstības pakāpe bija augstāka visā veģetācijas sezonas laikā, it īpaši, ja atkārtotie kviešu sējumi bija kombinācijā ar minimālo augsnes apstrādi.



1. att. Kviešu lapu dzeltenplankumainības, ier. *Pyrenophora tritici-repentis*, attīstības dinamika atkarībā no agrotehniskajiem paņēmieniem: A – arts, kvieši pēc kviešiem; B – arts, kvieši pēc cita priekšauga; C – minimālā apstrāde, kvieši pēc kviešiem; D – minimālā apstrāde, kvieši pēc cita priekšauga.

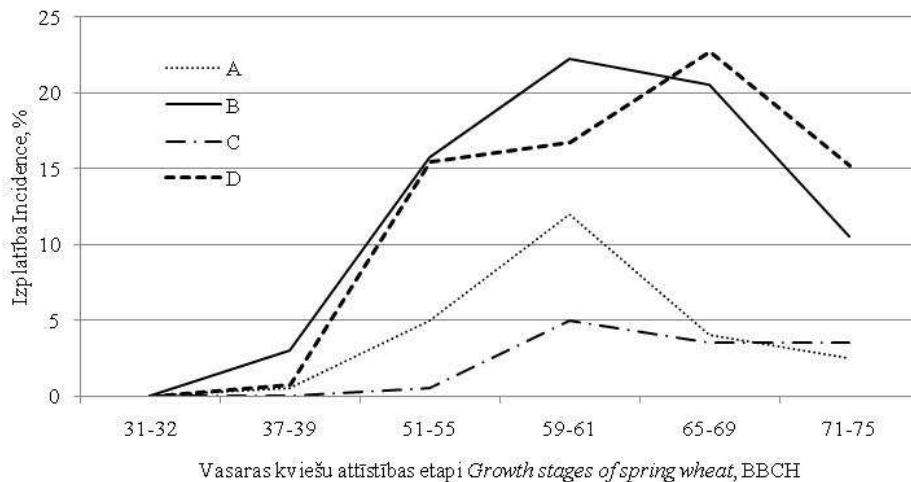
Fig. 1. Dynamic of tan spot, caused by *Pyrenophora tritici-repentis*, development depending on agrotechnical measures: A – ploughing, continuous wheat; B – ploughing, wheat after other pre-crop; C – shallow tillage, continuous wheat; D – shallow tillage, wheat after other pre-crop.

Tāpat kā citos izmēģinājumos dzeltenplankumainības attīstības kritiskais periods ir vārpošanas beigas un ziedēšana, tādēļ bija nepieciešama fungicīda lietošana. Rezultātā dzeltenplankumainības attīstības pakāpe dzeltengatavības fāzē nerasniedza 10%. Tomēr, arī lietojot fungicīdus, ir novērojamas atšķirības, ko nosaka agrotehniskie paņēmieni.

Miltrasas attīstības pakāpe nebija augsta, tikai dažos variantos ziedēšanas laikā sasniedza 2%, tātad tā nebija saimnieciski nozīmīga. Tomēr miltrasas izplatības īpatnības labi raksturo agrotehnikas ietekmi uz slimības attīstību (2. att.).

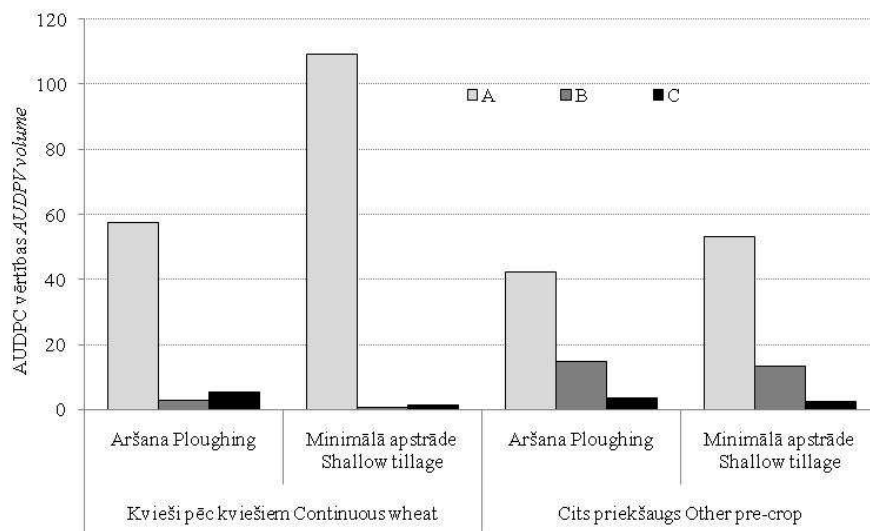
Ievērojami zemāka miltrasas izplatība novērojama atkārtotos kviešu sējumos. Tas ir skaidrojams ar to, ka *Blumeria graminis* ir obligātais parazīts un tā attīstība visstraujāk notiek uz labi attīstītām, zaļām lapām, tādēļ ražīgākie sējumi ir vairāk pakļauti miltrasas riskam. Otrs iemesls ir lapu dzeltēšana *Pyrenophora tritici-repentis* darbības rezultātā. Ja lapās ir samazināta fotosintēze, *Blumeria graminis* ir mazāk iespēju inficēt kviešus.

Pelēkplankumainības attīstību augsnes apstrādes paņēmieni un priekšaugi neietekmēja, visā veģetācijas periodā tās izplatība nepārsniedza 30%, bet attīstības pakāpe nesasniedza pat 0.5%, tātad 2014. gadā šī slimība nebija saimnieciski nozīmīga. Tomēr nedaudz augstāka attīstības pakāpe novērota laukos, kur lietota klasiskā augsnes apstrāde – aršana. *Pyrenophora tritici-repentis* un *Zymoseptoria tritici* ieņem vienu un to pašu ekoloģisko nišu, tādēļ, ja ir mazāka viena patogēna izplatība, tas nodrošina labākus apstākļus otram.



2. att. Graudzāļu miltrasas, ier. *Blumeria graminis*, izplatības dinamika atkarībā no agrotehniskajiem paņēmieniem: A – arts, kvieši pēc kviešiem; B – arts, kvieši pēc cita priekšauga; C – minimālā apstrāde, kvieši pēc kviešiem; D – minimālā apstrāde, kvieši pēc cita priekšauga.
 Fig. 2. Dynamic of mildew, caused by *Blumeria graminis*, development depending on agrotechnical measures: A – ploughing, continuous wheat; B – ploughing, wheat after other pre-crop; C – shallow tillage, continuous wheat; D – shallow tillage, wheat after other pre-crop.

Pašās veģetācijas beigās slimību attīstības pakāpes bija līdzīgas visos variantos, tādēļ ir būtiski novērtēt slimību ietekmi visā veģetācijas periodā (3. att.)



3. att. Slimību ietekme visā veģetācijas periodā izteikta kā AUDPC vērtība: A – dzeltenplankumainība, ier. *Pyrenophora tritici-repentis*; B – miltrasa, ier. *Blumeria graminis*; C – pelēkplankumainība, ier. *Zymoseptoria tritici*.

Fig. 3. Influence of diseases during all vegetation season expressed as volume of AUDPC: A – tan spot, caused by *Pyrenophora tritici-repentis*; B – mildew, caused by *Blumeria graminis*; C – Septoria leaf blotch, caused by *Zymoseptoria tritici*.

AUDPC vērtības pierāda, ka slimību attīstība ir atkarīga no agrotehniskajiem paņēmieniem, taču šī gada izmēģinājumos statistiski tā nebija būtiska ($F_{\text{fact}} < F_{\text{crit}}$). Tomēr tendences ir skaidri saskatāmas – dzeltenplankumainības attīstību būtiski veicina minimālā augsnes apstrāde, it īpaši, ja netiek ievērota augu maiņa. Dzeltenplankumainības epidēmijas, ja neievēro augu maiņu un tiek lietota minimālā augsnes apstrāde, novērotas arī citos kviešu audzēšanas reģionos (Ronis *et al.*, 2009; Simon *et al.*, 2011).

Agrotehnisko paņēmieni ietekme nav viennozīmīga, tā visvairāk ir atkarīga no dominējošiem patogēniem, kuru izplatību sezonā nosaka gan meteoroloģiskie apstākļi, gan patogēnu bioloģiskās īpatnības.

Secinājumi

1. 2014. gadā vasaras kviešu sējumos dominēja kviešu lapu dzeltenplankumainība (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*), bija sastopama arī pelēkplankumainība (ier. *Zymoseptoria tritici*) un miltrasa (ier. *Blumeria graminis*).
2. Augu maiņas neievērošana un minimālā augsnes apstrāde veicināja dzeltenplankumainības attīstību, bet būtiski neietekmēja pelēkplankumainības un miltrasas izplatību.
3. Kviešu lapu slimību epidēmiju risks ir atkarīgs no dominējošiem patogēniem veģetācijas sezonā un tikai pēc tam no agrotehniskajiem paņēmieniem.

Pateicība. Pētījums finansēts Valsts pētījumu programmu „Vietējo resursu (zemes dziļi, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas (NatRes)” (2010.–2013. g.) un „Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā (AgroBioRes)” (2014.–2017. g.), un Zemkopības ministrijas finansētā projekta „Minimālās augsnes apstrādes ietekme uz augsnes auglības saglabāšanu, kaitīgo organismu attīstību un izplatību, ražu un tās kvalitāti bezmaiņas sējumos” ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bankina B., Bimšteine G., Ruža A., Neusa-Luca I., Fridmanis D., Vaivade I., Kreita Dz., Katamadze M., Paura L. (2013). Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puve un tās ierosinātāji. *No: Vietējo resursu (zemes dziļi, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas (Nat Res)*. Valsts pētījumu programma, 2010–2013. Rakstu krājums, Rīga: Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts, 179.–183. lpp.
2. Jørgensen L. N., Olsen L. V. (2007). Control of tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) using cultivar resistance, tillage methods and fungicides. *Crop Protection*, Vol. 26, p.1606–1616.
3. Krupinsky J. M., Halvorsen A. D., Tanaka D. L., Merrill S. D. (2007). Nitrogen and tillage effects on wheat leaf spot diseases in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, Vol. 99, p. 562–569.
4. Ronis A., Semaškiene R., Dabkevičius Z., Liatukas Ž. (2009). Influence of leaf diseases on grind yield and yield components in winter wheat. *Journal of Plant Protection Research*, Vol. 49(2), p. 151–157.
5. Simon M. R., Ayala F. M., Golik S. I., Terrile I. I., Cordo C. A., Perello A. E., Moreno V., Chidichimo H. (2011). Integrated foliar disease management to prevent yield loss in Argentinian wheat production. *Agronomy Journal*, Vol. 103(5), p. 144–151.
6. Sawinska Z., Malecka I., Blecharczyk A. (2006). Impact on previous crops and tillage systems on health status of winter wheat. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 9(4), p. 51

MIKOTOKSĪNA DON KONCENTRĀCIJAS SALĪDZINĀJUMS VASARAS MIEŽU UN ZIEMAS TRITIKĀLES GRAUDOS

COMPARISON OF MYCOTOXIN DON CONTENT IN SPRING BARLEY AND WINTER TRITICALE GRAINS

Ināra Helēna Konošonoka, Nelda Venta, Aija Vaivode, Dace Piliksere,

Linda Legzdīņa, Arta Kronberga

Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts

pr_sel@apollo.lv

Abstract. The aim of the study was to detect the presence and concentration of the mycotoxin DON in grain samples. 51 spring barley and 30 triticale grain samples grown by different crop management practices from three years' harvest were tested using direct competitive enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). A significant effect of the year was found. In 2011 the results of barley analysis were not significantly different from the year of 2012 ($p > 0.05$). Mycotoxin DON was detected in the concentrations which did not exceed the level specified in the EC Regulation 1881/2006 – 1.25 mg kg^{-1} , reaching maximum concentration of 0.30 mg kg^{-1} . The data collected in 2013 significantly surpassed the results obtained in 2011 and 2012 ($p < 0.05$), the average DON concentration was 1.42 mg kg^{-1} . DON concentration in triticale grain samples was significantly different ($p < 0.05$) between the years. In the year 2013 mycotoxin DON average concentration was 2.88 mg kg^{-1} and five triticale samples had exceeded the permitted level for human consumption, reaching concentration of 5 mg kg^{-1} . No effect of genotype and significant differences in content of DON in organically and conventionally grown samples and in cereal grains grown in different fertilizer backgrounds were found ($p > 0.05$). However, in the year of 2013 when DON concentration was higher, the average concentration in samples from conventional farming 3–16 times surpassed that of organic samples; the ones with DON concentration above the limit originated from conventional farming.

Key words: *Fusarium head blight, deoxynivalenol, triticale, spring barley.*

Ievads

Vārpu fuzarioze ir bīstama graudaugu slimība, Latvijā tās vidējais izplatības līmenis iepriekšējos gados sasniedza 5–15%. Slimība skar miežus, kviešus, rudzus, auzas, tritikāli u. c. graudaugus. Latvijā veiktos pētījumos no ar fuzariozi inficētiem graudiem izolētas septiņas dažādas *Fusarium* ģints mikroskopisko sēņu sugas, tomēr visbiežāk no inficētām vārpām tika izolētas *Fusarium poae* un *Fusarium culmorum* (Treikale *et al.*, 2008). Fuzariozes ierosinātās mikroskopiskās sēnes noteiktos mitruma un temperatūras apstākļos savos dzīvības procesos producē zemas molekulmasas toksiskas vielas – mikotoksīnus. Mikotoksīni rada ievērojamus ekonomiskos zaudējumus laukkopjiem un lopkopjiem, jo ar tiem inficēti graudaugi ir bīstami kā dzīvnieku, tā cilvēku veselībai. Viens no bīstamākajiem mikotoksīniem ir deoksivalenols (DON), kas ietilpst 150 radniecīgu toksīnu – trihotecēnu – grupā. Šos toksīnus producē dažādas mikroskopisko sēņu *Fusarium* sugas, bet DON visbiežāk izdala arī Latvijā sastopamās sugas *Fusarium graminearum* un *Fusarium culmorum* (Bočarov *et al.*, 2009; Sobrova *et al.*, 2010). DON ir visbiežāk sastopamais graudu un to pārstrādes produktu piesārņotājs, 90% ārzemju zinātnieku pārbaudītos pārtikas un dzīvnieku barības paraugos konstatēts šis toksīns. Deoksivalenolu uzskata par marķieri citu toksīnu klātbūtnē produktā. DON veidošanos ietekmē klimatiskie apstākļi, mikotoksīna daudzums graudos ir atšķirīgs pa gadiem. Kā minerālais, tā organiskais slāpekļa mēslojums ir veicinošs faktors DON producēšanai. Pielietojot mēslojumu 130 kg N ha^{-1} , kviešu graudi ir būtiski vairāk piesārņoti ar DON nekā graudi, kas audzēti bez papildu N mēslojuma (Tajņšek *et al.*, 2014). Bioloģiski audzētos graudos novēroti vairāk mikotoksīnu saturoši paraugi nekā konvencionāli audzētos, tomēr DON koncentrācija konvencionāli audzētos graudos ir statistiski būtiski augstāka nekā organiski audzētos (Kuzdralinski *et al.*, 2013).

Raksta mērķis ir izvērtēt mikotoksīna DON sastopamību ar dažādām tehnoloģijām izaudzētos vasaras miežu un ziemas tritikāles graudos.

Materiāli un metodes

Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā 2011.–2013. gada izmēģinājumu vasaras miežu un tritikāles ražai veiktas graudu paraugu analīzes, lai konstatētu mikotoksīna DON iespējamo klātbūtni un koncentrāciju. Lauka izmēģinājumi tika iekārtoti gan bioloģiskajā, gan konvencionālajā augsekā. Augsnes raksturojums izmēģinājuma laukos atspoguļots 1. tabulā. Pārbaudāmās miežu un tritikāles šķirnes izsēja 10.5–12.3 m⁻² lauciņos 4 atkārtojumos ar randomizētu izvietojumu.

1. tabula *Table 1*

Augsnes raksturojums izmēģinājuma laukos 2011.–2013. gadā
Soil agrochemical properties in experimental fields, 2011–2013

Augsni raksturojošie rādītāji <i>Soil indicators</i>	Konvencionālā augseka <i>Conventional crop rotation</i>			Bioloģiskā augseka <i>Organic crop rotation</i>		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Augsnes tips <i>Soil type</i>	Velēnu podzolaugsne, mālsmilts <i>Sod – podzolic, sandy loam</i>					
	Mieži <i>Barley</i>					
Augsnes pH <i>Soil pH</i>	5.0	5.8	5.2	5.9	5.7	5.6
P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹	173.0	208.0	185.0	183.0	160.0	200.0
K ₂ O, mg kg ⁻¹	201.0	215.0	192.0	137.0	93.0	167.0
Organisko vielu saturs, % <i>Organic matter content, %</i>	2.9	2.3	1.9	1.7	2.3	2.1
	Tritikāle <i>Triticale</i>					
Augsnes pH <i>Soil pH</i>	6.3	4.6	4.7	6.0	5.8	5.7
P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹	179.0	170.0	180.0	194.0	207.0	111.0
K ₂ O, mg kg ⁻¹	207.0	157.0	157.0	121.0	146.0	144.0
Organisko vielu saturs, % <i>Organic matter content, %</i>	2.1	1.9	2.1	2.2	2.1	2.8

Miežiem konvencionālajā augsekā pielietoti trīs dažādi minerālā mēslojuma varianti: N1–N90, plānots ražas līmenim 4 t ha⁻¹, N2–N140 + fungicīds (epoksikonazols 126.0 g ha⁻¹ + fenpropimorfs 375.0 g ha⁻¹) un N3–N140 + fungicīds (epoksikonazols 126.0 g ha⁻¹ + fenpropimorfs 375.0 g ha⁻¹) + lapu mēslojums (Kristalons, baltais: N 13.0%, P₂O₅ 5.0%, K₂O 26.0%, MgO 3.0%, SO₃ 9.0%, B 0.025%, Cu 0.01%, Fe 0.07%, Mn 0.04%, Mo 0.004%, Zn 0.025%, 5 kg ha⁻¹), plānots ražas līmenim 6 t ha⁻¹. P un K normas aprēķinātas, vadoties pēc augšņu agroķīmiskās izpētes datiem, atbilstoši plānotajai ražai.

2. tabula *Table*

Meteoroloģiskie apstākļi 2011.–2013. gada veģetācijas laikā
Meteorological conditions during vegetation, 2011–2013

Laika apstākļi <i>Climatic condition</i>	Gads, mēnesis <i>Year, month</i>								
	2011			2012			2013		
	jūnijs <i>June</i>	jūlijs <i>July</i>	augusts <i>August</i>	jūnijs <i>June</i>	jūlijs <i>July</i>	augusts <i>August</i>	jūnijs <i>June</i>	jūlijs <i>July</i>	augusts <i>August</i>
Vidējā gaisa temperatūra, °C <i>The average air temperature</i>	17.6	20.3	16.8	13.8	18.1	15.3	17.9	17.7	17.0
Vidējais nokrišņu daudzums, mm <i>The average rainfall</i>	3.3	7.5	6.8	6.1	8.1	4.8	2.8	4.5	5.9
Vidējais relatīvais gaisa mitrums, % <i>The average relative humidity</i>	Nav datu	75.4	78.4	Nav datu	73.5	80.0	71.0	73.0	74.0
Lietaino dienu skaits, <i>Rainy days</i>	14	16	14	16	16	19	9	6	13

Tritikālei konvencionālajā augu sekā pavasarī pielietoti trīs slāpekļa papildmēslojuma varianti: N1–N60, plānots ražas līmenim 6 t ha⁻¹, N2–N150 + fungicīds (epoksikonazols 126.0 g ha⁻¹ + fenpropimorfs 375.0 g ha⁻¹) un N3–N150 + fungicīds (epoksikonazols 126.0 g ha⁻¹ + fenpropimorfs 375.0 g ha⁻¹) + lapu mēslojums (Kristalons, baltais: N 13.0%, P₂O₅ 5.0%, K₂O 26.0%, MgO 3.0%, SO₃ 9.0%, B 0.025%, Cu 0.01%, Fe 0.07%, Mn 0.04%, Mo 0.004%, Zn 0.025%, 5 kg ha⁻¹), plānots ražas līmenim 10 t ha⁻¹. Rudenī dotās P un K normas aprēķinātas, vadoties pēc augšņu agroķīmiskās izpētes datiem, atbilstoši plānotajai ražai.

Pētījumā ietvertas plēkšņaino miežu šķirnes 'Jumara' un 'Rubiola', kailgraudu miežu šķirne 'Irbe', trīs kailgraudu miežu selekcijas līnijas, tritikāles šķirne 'Dinaro' un trīs tritikāles selekcijas līnijas. No iegūtās ražas katru gadu tika analizēti 17 vasaras miežu un 9–12 tritikāles variantu vidējie graudu paraugi.

Meteoroloģiskie apstākļi veģetācijas periodā trijos izmēģinājuma gados bija līdzīgi, tomēr 2013. gada vasara bija sausāka ar mazāku lietaino dienu skaitu, zemāku vidējo gaisa relatīvo mitrumu un izlīdzinātāku gaisa vidējo temperatūru (2. tab.).

Mikotoksīna DON noteikšanai izmantots *AgraQuant*® ELISA DON imūnfermatīvais tests (*Romer Lab Diagnostics GmbH, Austria*), kas ir bioķīmiska metode, ar kuru nosaka atbilstošā antigēna koncentrāciju paraugā. Mikotoksīns ekstrahēts no samaltu graudu parauga ar destilēto ūdeni. Ekstrahētais paraugs sajaukts ar testa DON enzīma konjugātu un iepildīts ar DON antivielu izklātās mikroplatēs. Rezultāta nolasīšanai izmantots mikroplašu lasītājs (*Thermo Scientific Wellwash 4 Mk 2, Thermo Fisher Scientific, EU*) ar 450 nm absorbcijas filtru un 630 nm diferenciālo filtru.

Iegūto datu statistiskai apstrādei lietots t-tests divu nesaistītu paraugkopu salīdzināšanai un divfaktoru dispersijas analīze bez atkārtojumiem, izmantojot *Microsoft Excel* datorprogrammu.

Rezultāti un diskusijas

Mikotoksīns DON tika konstatēts visos pārbaudītajos paraugos, izņemot divus miežu paraugus

2012. gadā. 2011. gada miežu paraugu analīžu rezultāti nebija būtiski atšķirīgi no 2012. gada paraugu rezultātiem ($p > 0.05$). Tika konstatēta mikotoksīna DON klātbūtne, kas nepārsniedza EK regulas 1881/2006³ noteikto līmeni – 1.25 mg kg⁻¹, sasniedzot maksimālo koncentrāciju 0.30 mg kg⁻¹ (3. tab.).

3. tabula *Table 3*

Mikotoksīna DON saturs graudos, mg kg⁻¹
Content of mycotoxin DON in grains, mg kg⁻¹

Graudaugu suga <i>Cereal species</i>	Statistiskie rādītāji <i>Statistical indices</i>	2011	2012	2013
Mieži <i>Barley</i>	Vidēji <i>Average</i>	0.15a	0.14a	1.42b
	Standartnovirze <i>Standart deviation</i>	0.058	0.060	2.100
	Minimālā vērtība <i>Minimum</i>	0.10	0.00	0.09
	Maksimālā vērtība <i>Maximum</i>	0.30	0.20	5.00
Tritikāle <i>Triticale</i>	Vidēji <i>Average</i>	0.26a	0.17b	2.88c
	Standartnovirze <i>Standart Deviation</i>	0.097	0.064	2.542
	Minimālā vērtība <i>Minimum</i>	0.18	0.05	0.14
	Maksimālā vērtība <i>Maximum</i>	0.40	0.25	5.00

a,b,c – atšķirīgi burti norāda uz statistiski būtisku atšķirību starp gadiem *statistically significant difference* ($p > 0.05$)

Savukārt 2013. gada miežu graudu paraugos mikotoksīna koncentrācija bija statistiski būtiski augstāka, salīdzinot ar 2011. un 2012. gada rezultātiem ($p > 0.05$), un sasniedza vidējo rādītāju 1.42 mg kg⁻¹; četriem paraugiem DON koncentrācija bija 5 mg kg⁻¹. DON koncentrācija tritikāles graudu paraugos audzēšanas gados bija būtiski atšķirīga ($p > 0.05$). 2013. gadā iegūtie dati

³ Komisijas Regula (EK) Nr. 1881/2006, ar ko nosaka konkrētu piesārņotāju maksimāli pieļaujamo koncentrāciju pārtikas produktos. Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis. L 364/5.

būtiski pārsniedza 2011. un 2012. gada rezultātus ($p > 0.05$), kad mikotoksīna DON vidējā koncentrācija bija 2.88 mg kg^{-1} , un pieļaujama daudzums lietošanai uzturā bija pārsniegts pieciem tritikāles paraugiem, sasniedzot koncentrāciju 5 mg kg^{-1} .

Šādi graudi ir izmantojami dzīvnieku barošanai, jo DON koncentrācija nepārsniedza Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumos Nr. 111⁴ minēto pieļaujamo robežu – 8.0 mg kg^{-1} .

Zinātnieki ir novērojuši pozitīvu, lineāru sakarību starp DON koncentrāciju graudos un fuzariozes intensitāti uz vārpām ($r = 0.57\text{--}0.77$) (Hernandez Nopsa *et al.*, 2012). Ir zināms, ka graudaugi ir īpaši ieņēmīgi pret fuzariozi, ja inficēšanās notiek ziedēšanas laikā. Tālāka infekcijas attīstība var turpināties līdz graudu nobriešanai, ja ir labvēlīgi laika apstākļi (Bai, Shaner, 2004). Tā kā vārpu fuzariozes attīstība ir atkarīga no sēņu augšanai un izplatībai piemērotiem vides apstākļiem ziedēšanas un graudu veidošanās laikā, slimības izplatība un intensitāte pa gadiem var būtiski atšķirties, un līdz ar to atšķirīgs var būt arī mikotoksīnu saturs graudos (Meidaner, 1997). Sausā un siltā 2013. gada vasara, kad jūnija vidējā gaisa temperatūra par $4.1 \text{ }^\circ\text{C}$ pārsniedza 2012. gada jūnija vidējo gaisa temperatūru, pēdējā jūnija dekādē sasniedzot vidēji $19.6 \text{ }^\circ\text{C}$ un bija tikai 9 lietainas dienas, varēja veicināt mikotoksīnu paaugstinātu sintēzi graudos. Mikotoksīnu veidošanā lielāka nozīme ir nevis gaisa mitrumam, bet gan iztvaikošanas intensitātei un kopējam saules starojuma daudzumam. A. Bočarova-Stančica ar pētnieku grupu konstatējuši, ka lielāka mikotoksīna DON koncentrācija sasniegta ar fuzariozi inficētos kukurūzas graudos, tos inkubējot 3 nedēļas $27 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā (Bočarov-Stančic *et al.*, 2009), bet DON producēšana notiek arī $17\text{--}19 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrā, kāda bija novērojama 2013. gada jūnijā, jūlijā un augustā, kad šo mēnešu vidējā gaisa temperatūra iekļāvās intervālā no 17.0 līdz $17.9 \text{ }^\circ\text{C}$ (2. tab.).

Pētījumos ir konstatēts, ka dažādi mikroskopisko sēņu sugas *Fusarium graminearum* celmi producē DON pie atšķirīgām temperatūrām un atšķirīgā intensitātē (Bočarov-Stančic *et al.*, 2009). Līdz ar to atšķirīgo DON koncentrāciju dažādos gados iegūtajā graudu ražā var skaidrot arī ar atšķirīgu *Fusarium* sugu un to celmu izplatību graudaugu izmēģinājumos.

Izmēģinājumā netika konstatētas statistiski būtiskas DON satura atšķirības bioloģiski un konvencionāli, kā arī abos mēslojuma fonos augušu graudu paraugos ($p > 0.05$), tomēr 2013. gadā, kad DON koncentrācija bija augstāka, konvencionāli audzētos graudos vidējais DON saturs bija 3–16 reizes augstāks nekā bioloģiski audzētos graudos gan miežiem, gan tritikālei (4. tab.). Visi paraugi ar paaugstinātu DON saturu, kas pārsniedza pārtikā pieļaujamo normu, bija audzēti konvencionāli.

4. tabula Table 4

DON koncentrācija graudos dažādos izmēģinājuma variantos, mg kg^{-1}
DON concentration in grains in different experimental variants, mg kg^{-1}

Audzēšanas tehnoloģija Crop management		Mieži Barley				Tritikāle Triticale			
		2011	2012	2013	Vidēji Average	2011	2012	2013	Vidēji Average
Bioloģiskā augseka Organic crop rotation		0.15	0.17	0.38	0.23	0.22	0.20	0.23	0.22
Konvencionālā augseka Conventional crop rotation	Mēslojums N1 Fertilizer N1	0.13	0.15	2.63	0.97	0.32	0.16	2.63	1.04
	Mēslojums N3 Fertilizer N3	0.18	0.09	1.21	0.49	0.23	0.19	3.81	1.41

Netika konstatēta būtiska šķirnes (genotipa) ietekme uz DON uzkrāšanos graudos ne miežiem, ne tritikālei. Iepriekš veiktā pētījumā esam secinājuši, ka, veicot mākslīgu inficēšanu, kailgraudu miežos ar līdzīgu inficēšanās pakāpi ar vārpu fuzariozi uzkrājas būtiski zemāks mikotoksīnu daudzums nekā plēkšņainajos miežos (Legzdina *et al.*, 2004), taču šajā izmēģinājumā novērota pretēja tendence un 2013. gadā kailgraudu miežu paraugos atrastā DON koncentrācija bija

⁴Ministru kabineta noteikumi Nr. 111. (2009). Noteikumi par dzīvnieku barībā un barības sastāvdaļās aizliegtajām vielām un barības nekaitīguma prasībām.

būtiski augstāka nekā plēkšņainajos miežos ($p > 0.05$).

Secinājumi

1. Mikotoksīns DON tika konstatēts visos pārbaudītajos ziemas tritikāles paraugos, tā koncentrācija variēja no 0.05 līdz 5.00 mg kg⁻¹. 96.0% miežu paraugu saturēja DON koncentrācijā no 0.09 līdz 5.00 mg kg⁻¹.
2. Graudu paraugos 2011. un 2012. gadā mikotoksīna DON klātbūtne nepārsniedza izmantošanai pārtikā pieļaujamo līmeni, bet 2013. gadā pārbaudītajos graudu paraugos mikotoksīna DON pieļaujama daudzums bija pārsniegts četriem vasaras miežu un pieciem tritikāles paraugiem.
3. Izmēģinājumā netika konstatētas būtiskas DON satura atšķirības bioloģiski un konvencionāli, kā arī dažādos mēslojuma fonos augušu graudu paraugos ($p > 0.05$). Sugas ietvaros netika konstatēta būtiska genotipa ietekme uz DON uzkrāšanos graudos.

Pateicība. Darbs veikts ar Valsts pētījumu programmas NatRes projekta „Pārtika” atbalstu, raksts sagatavots VPP AgroBioRes projekta „Pārtika” ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bai G., Shaner G. (2004). Management and Resistance in Wheat and Barley to Fusarium Head blight. *Phytopathology*, Vol. 42, p. 13–161.
2. Bočarov-Stančić A. S., Levic J. T., Stankovic S. Ž., Stanišić M. M., Bilek S. O. (2009). Dynamics of deoxynivalenol and zearalenone production by *Fusarium graminearum* under laboratory conditions. *In: Matica Srpska Proceedings for Natural Sciences*, N. 116, p. 15–24.
3. Hernandez Nopsa J., Baenziger P. S., Eskridge K. M. *et al.* (2012). Differential accumulation of deoxynivalenol in two winter wheat cultivars varying in FHB phenotype response under field conditions. *Canadian Journal of Plant Pathology*, Vol. 34, p. 380–389.
4. Kuzdralski A., Solarska E., Mazurkiewicz J. (2013). Mycotoxin content of organic and conventional oats from southeastern Poland. *Food Control*, Vol. 33, p. 68–72.
5. Legzdina L., Buerstmayr H. (2004). Comparison of infection with *Fusarium* head blight and accumulation of mycotoxins in grain of hulless and covered barley. *Journal of Cereal Science*, Vol. 40, p. 61–67.
6. Meidaner T. (1997). Breeding wheat and rye for resistance to *Fusarium* diseases. *Plant Breeding*, Vol. 116, p. 201–220.
7. Sobrova P., Adam V., Vasatkova A. *et al.* (2010). Deoxynivalenol and its toxicity. *Interdisciplinary Toxicology*, Vol. 3(3), p. 94–99.
8. Tajnšek L., Simčič M., Tajnšek A. (2014). The impact of wheat production on the occurrence of mycotoxins DON (deoxynivalenol) and ZEA (zearalenone) on wheat grains (*Triticum aestivum* L.). *Acta agriculturae Slovenica*, Vol. 103–2, p. 245–262.
9. Treikale O., Priekule I., Pugačova J., Lazareva L. (2008). Vārpu Fuzariozes izplatība un mikotoksīnu risks ziemas kviešu sējumos Latvijā. *Agronomijas vēstis*, Nr. 10, 197.–201. lpp.

KVIEŠU ŠKIRŅU ZIEMCIETĪBA, GRAUDU RAŽA UN KVALITĀTE WINTER HARDINESS, GRAIN YIELD AND QUALITY OF WHEAT VARIETIES

Vija Strazdiņa, Valentīna Fetere
Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts
vijastrazdina@inbox.lv

Abstract. Winter hardiness of wheat varieties is one of the most significant traits in the Baltic conditions. The survival of the wheat plants during winter and early spring time depends on local weather conditions, genotype, physiology, and growing technology. It is closely connected with obtained grain yield and quality. The breeding companies from Europe offer high yielding wheat varieties but they have low or middle winter hardiness for farmers every year. The main goal of the research was to evaluate winter hardiness, grain yield and quality of the local and foreign winter wheat varieties in North Courland (Stende), to select the most suitable varieties for growing in Latvian farms and further breeding programs for creation of new varieties. Two varieties –

'Edvins' (Latvia) and 'SW Magnifik' (Sweden) showed the best winter hardiness: 80–90% survival plants. Winter hardiness of the newest variety 'Talsis' was 50%, but the variety was characterized by good renovation capacity and the grain yield was 7.66 t ha⁻¹. Winter hardiness of variety 'Skagen' was low (30%), but the capacity of tillering and growing in spring was very high and the obtained grain yield was 6.27 t ha⁻¹.

Key words: winter hardiness, winter wheat, varieties, yield, grain quality

Ievads

Latvijā 2014. gada ziemā kailsals kopā ar spēcīgo vēju iznīcināja 50–80% ziemāju sējumu. Atsevišķās saimniecībās postījumu apmērs bija pat 90–100%. Vismazāk cieta sējumi Kurzemē, bet vissliktākā situācija bija galvenajā graudu un rapša audzēšanas reģionā Zemgalē.

Baltijas valstīs nestabilie meteoroloģiskie apstākļi ziemošanas laikā katru gadu mazāk vai vairāk apdraud kviešu sējumus. Tādēļ izturība pret apkārtējas vides radīto stresu ir viena no svarīgākajām ziemas kviešu šķirņu īpašībām. Augiem jābūt spējīgiem izturēt krāsas diennakts temperatūras svārstības, sniega pelējuma infekciju, kas veidojas, uzsniegot biežai sniega segai uz nesasalūšas augsnes virskārtas, kā arī jāizdzīvo kailsalā.

Stendē ziemas kviešu šķirņu un līniju spēju pārziemot izvērtē katru gadu. Selekcijas programmās savienot augstu ražības potenciālu un šķirņu izturību pret dažādiem abiotiskajiem un biotiskajiem stresa faktoriem ir sarežģīti. Ģenētiskās likumsakarības nosaka, ka ziemcietīgākās šķirnes gandrīz vienmēr ir ar zemāku ražas potenciālu, pārsvarā tās ir garstiebrainas un līdz ar to arī veldres nenoturīgas.

Pētījuma mērķis bija izvērtēt Latvijas kviešu audzētājiem piedāvāto ziemas kviešu šķirņu klāstu, noteikt to ziemcietību (salcietību), ražību un graudu kvalitātes rādītājus, kā arī veldres un slimību izturību, lai konsultētu kviešu audzētājus par Latvijas klimatiskajiem apstākļiem piemērotu šķirņu izvēli, kā arī atlasītu tālākajam selekcijas darbam vispiemērotākos vecākaugus, veidojot jaunas šķirnes.

Materiāli un metodes

Latvijā izveidoto un no citām valstīm ievesto (kopskaitā 48) ziemas kviešu šķirņu ziemcietību, ražu un kvalitāti 2013/2014. gadā izvērtēja selekcijas augu sekā, kur priekšaugi bija griķi. Ziedēšanas fāzē tos sasmalcināja un ieara augsnē. Rudenī pirms sējas augsnē iestrādāja pamatmēslojumu N-P-K 300 kg ha⁻¹. Pārbaudāmās šķirnes iesēja 20. septembrī 5 m² lauciņos, 3 atkārtojumos. Izsējas norma bija 450 dīgstošas sēklas uz m². Sēklu kodināšanai izmantoja kodni maxim star 0.25. Pavasarī augi saņēma papildus virsmēslojumu, pirmajā reizē pēc augu veģetācijas atjaunošanās – amonija salpetri 260 kg ha⁻¹, bet stiebrošanas fāzē otro reizi 110 kg ha⁻¹. Nezāļu ierobežošanai lietoja herbicīdu Tombo (0.18 kg ha⁻¹). Par standartu izmēģinājumā izmantoja šķirni 'Olivin'. Lai labāk izvērtētu šķirņu slimību un veldres izturību, fungicīdus un augšanas regulatorus nelietoja.

Izmēģinājumu lauka augsnes raksturojums redzams 1. tabulā.

1. tabula *Table 1*

Augsnes raksturojums Valsts Stendes GSI, 2013. g
Soil agrochemical properties at State Stende CBI, 2013

Augsni raksturojošie rādītāji <i>Soil agrochemical properties</i>	Vērtība <i>Value</i>
Augsnes tips	Podzolaugsne
Augsnes granulometriskais sastāvs	sM
Augsnes pH _{KCl}	6.5
K ₂ O, mg kg ⁻¹	250
P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹	334
Organiskās vielas saturs, g kg ⁻¹	26.0

Ražu (t ha⁻¹) aprēķināja pie 14% mitruma. Valsts Stendes graudu kvalitātes un agroķīmijas laboratorijā ar graudu analizatoru *Infratec 1241 Grain Analyzer* noteica šādus graudu kvalitātes rādītājus: lipekļa saturu (%), proteīna saturu (%), tilpummasu (g L⁻¹), cietes saturu (%),

sedimentācijas vērtību jeb *Zeleny indeksu* (m L), 1000 graudu masu (g). Visas analīzes tika veiktas atbilstoši Latvijā pieņemtām standartmetodēm.

Meteoroloģiskie apstākļi Stendē 2013. gada rudens periodā bija labvēlīgi kviešu sadīgšanai un tālākajai attīstībai. Gaisa temperatūra pārsvarā bija virs nulles, arī nokrišņi normas robežās. Oktobris bija silts, vidēji mēneša temperatūra bija 7.9 °C (1.3°C virs normas). Pēc lielajām lietavām septembrī, oktobrī nokrišņi bija salīdzinoši maz – 29 mm jeb 40.8% no normas. Novembris bija Latvijas klimatiskajiem apstākļiem netipiski silts. Kviešu veģetācija turpinājās vēl visu pirmo dekādi, tikai otrajā dekādē diennakts vidējā gaisa temperatūra pazeminājās zem 5°C. Mēneša vidējā gaisa temperatūra bija 4.5°C (2.7°C virs normas) un nokrišņu novembrī bija maz (21 mm jeb 33.3% no normas) (2. tab.).

2. tabula Table 2

Meteoroloģiskie rādītāji 2013./2014. gadā (Stendes HMS dati)
Meteorological indices 2013/2014 at Stende HMS

Mēnesis <i>Month</i>	Gaisa vidējā temperatūra, °C <i>Temperature of air</i>						Nokrišņu summa, mm <i>Amount of precipitation</i>					
	I	II	III	Vidēji mēnesī	Norma	Norma +/-	I	II	III	Mēnesī	Norma	Norma %
Augusts	19.2	16.1	14.4	16.6	15.5	1.1	6.2	30.9	8.1	45.2	87	52.0
Septembris	13.0	13.9	7.2	11.4	11.4	0.0	31.1	42.5	60.5	134.1	75	178.8
Oktobris	8.7	6.2	9.0	7.9	6.6	1.3	7.7	10.3	11.0	29.0	71	40.8
Novembris	6.1	4.6	2.8	4.5	1.8	2.7	12.0	2.9	6.1	21.0	63	33.3
Decembris	-0.2	2.8	4.2	2.3	-2	4.3	21.4	3.3	8.1	32.8	47	69.8
Janvāris	3.1	-5.7	-12.3	-5.0	-4.6	-0.4	14.3	2.9	1.1	18.3	37	49.5
Februāris	-1.7	1.4	2.1	0.6	-4.7	5.3	1.3	6.4	0.0	7.7	26	29.6
Marts	2.8	2.1	5.1	3.3	-1.5	4.8	0.0	8.9	11.1	20.0	29	69.0
Aprīlis	3.3	7.8	10.0	7.1	4.3	2.8	28.4	2.4	0.0	30.8	37	83.2

Decembrī vidējā diennakts gaisa temperatūra bija par 4.3°C augstāka nekā ilggadējā vidējā, arī janvāra pirmajā dekādē gaisa temperatūra nenoslīdēja zem nulles (2. tab.). Pirmais sniegs novērots 6. decembrī, 8. decembrī sniega sega bija 9 cm, bet turpmākajās dienās sniegs nokusa. Otrajā un trešajā dekādē vidējā gaisa temperatūra bija 2.8°C un 4.2°C, līdz ar to mēneša vidējā gaisa temperatūra bija 2.3°C (+4.3°C virs normas), nokrišņi 32.8 mm (69.8% no normas). Ziemeļsienas apstākļi decembrī un janvāra sākumā kviešiem bija apmierinoši. Toties janvāra otrās dekādes beigās un trešajā dekādē laika apstākļi strauji izmainījās. Sākot ar otro dekādi, diennakts vidējā temperatūra pazeminājās no -3.0°C līdz -15°C. Salu pastiprināja arī aukstais un spēcīgais Austrumu virziena vējš. Sniega sega 1 cm biežumā parādījās tikai 13. janvārī un saglabājas līdz mēneša beigām, sasniedzot 9 cm biežumu 23. janvārī. Janvārī vidējā gaisa temperatūra bija -5.0°C, nokrišņu summa 18.3 mm (49.5% no normas). Turpmākajos mēnešos augiem nācās izturēt ļoti krasas diennakts temperatūras svārstības. Februāra sākumā bija vēss laiks, vidējā gaisa temperatūra bija -1.7°C. Dienas pārsvarā bija saulainas, bez nokrišņiem, bet naktis aukstas. Dažu centimetru biežā sniega sega nespēja augus pasargāt no izsalšanas.

Marta sākumā vidējā gaisa temperatūra bija 2.8°C, otrajā dekādē temperatūra nedaudz pazeminājās līdz 2.1°C. Noturīga sniega sega neizveidojās, sniegs atkal uzsnīga 16. martā un noturējās līdz 19. martam, tas bija 2 līdz 6 cm biezs. Trešā dekāde bija silta, vidējā gaisa temperatūra sasniedza 5.1°C, mēneša beigās novērotas nakts salnas. Martā nokrišņi bija 20 mm jeb 69% no mēneša normas, vidējā gaisa temperatūra 3.3°C (4.8°C virs normas).

Aprīļa sākumā vidējā gaisa temperatūra bija 3.3°C, taču nakts stundās gaisa temperatūra bija zem nulles (no -0.3°C līdz -6.8°C). Vidējā gaisa temperatūra virs 5°C novērota, sākot ar 6. aprīli, kad atjaunojās ziemāju veģetācija. Kopumā aprīlī vidējā gaisa temperatūra bija 7.1°C, kas ir par 2.8°C augstāka par normu. Nokrišņi bija 30.8 mm jeb 83% no normas.

2014. gada maijā, jūnijā un jūlijā bija vērojamas krasas temperatūras un augsnes mitruma svārstības. Kopumā mitruma un temperatūras režīms ziemas kviešu attīstībai vasaras periodā bija

apmierinošs, bet sliktie ziemošanas apstākļi bija izretojuši sējumus un tas negatīvi ietekmēja graudu ražas līmeni.

Ziemas kviešu šķirņu ziemcietība tika vērtēta pirmo reizi tūlīt pēc veģetācijas atsākšanās, 10. aprīlī, un otro reizi 15. aprīlī.

Datu matemātiskā apstrāde. Izmēģinājumos iegūto datu apstrāde veikta, izmantojot divfaktora dispersijas analīzi ar atkārtojumiem.

Rezultāti un diskusijas

Kviešu šķirņu ziemcietība

Ziemcietība ir augu spēja izdzīvot nelabvēlīgos laika apstākļos ziemā un agri pavasarī. Augu ziemcietību nosaka ļoti sarežģīts fizioloģisks mehānisms, ko kontrolē dažādi gēni. Ilgstošas evolūcijas ceļā, kviešus sējot arvien tālāk no to izcelsmes vietām uz Ziemeļiem, augi bija spiesti pielāgoties apkārtējai videi un censties izdzīvot arvien bargākos klimatiskajos apstākļos. Spēja pārziemot ir viena no svarīgākajām ziemas kviešu bioloģiskajām īpašībām, kas sevī ietver šķirnes izturību pret daudziem nelabvēlīgiem apkārtējās vides faktoriem (Săulescu, Braun, 2001). Augu pārziemošanu nosaka šķirnes ģenētiskās īpašības, kviešu fizioloģiski bioķīmiskās īpašības, kā arī izvēlētais audzēšanas tehnoloģijas (Hömmö, 1994). Kviešu izdzīvošana ziemas periodā ir apdraudēta, ja tos sēj nepiemērotās augsnēs (kūdrā vai smilts augsnēs). Latvijas ziemās laika apstākļi parasti ir ļoti nestabili – salu nomaina atkušņi, un nereti bieza sniega sega pārklāj nesasalušu augsni, veicinot sniega pelējuma attīstību. Visvairāk tādos gadījumos ir apdraudēti pārāgri (augusta beigās vai septembra sākumā) sētie kvieši, kas rudenī paspējuši pāraugt un izveidot lielu zaļo masu. Tādos sējumos augi ir vāji norūdījušies, neatrodas miera periodā, bet vēl elpo, tērējot barības vielas.

Salcietība ir augu spēja izdzīvot ilgstošas pazeminātas temperatūras apstākļos. Tā paaugstinās, ja augi rudenī ir norūdīti un uzkrāts pietiekams cukura daudzums šūnās (Dencic *et al.*, 1997). Optimālos meteoroloģiskos apstākļos norūdīšanās notiek divās fāzēs: sākumā, kad gaisa temperatūra ir $>0^{\circ}\text{C}$ un vēlāk, gaisa temperatūrai pazeminoties līdz -3°C līdz -5°C . Pakāpeniski palēninoties augšanas procesiem, augu lapu šūnās samazinās ūdens daudzums, uzkrājas cukuri, un augi pakāpeniski sagatavojas miera periodam – ziemai. Pētījumi augu fizioloģijā un ģenētikā ir apliecinājuši, ka salcietīgākās šķirnes norūdīšanos uzsāk ātrāk, bet pretējie procesi tām norit daudz lēnāk, salīdzinot ar sala neizturīgām šķirnēm (Hristov *et al.*, 2007). Pētījumi par kviešu ziemcietību atklājuši, ka šķirnes izdzīvošanu nosaka ļoti dažādi savstarpēji saistīti un arī nesaistīti gēni. Izturību pret sniega pelējumu kontrolē pilnīgi citi gēni, salīdzinot ar izturību pret zemām temperatūrām. Salcietība ir cieši saistīta ar gēniem, kas piedalās augu jarovizācijas procesā (Sutka, 2001).

Zinātnieki ir izpētījuši, ka labi norūdījušies kvieši spēj pārciest augsnes temperatūras pazemināšanos līdz -15°C aptuveni sešas dienas, -18°C vienu diennakti, bet -23°C – tikai 12 stundas. Augu iznīkšanu pārsvarā veicina izveidojušies ledus kristāli šūnās (Larsson, 1986). Sala bojātiem augiem lapas nodzeltē, cerošanas mezgls brūnē, kļūst mīksts un atmirst saknes. Pētījumi ir pierādījuši, ka ziemcietību ietekmē arī augu cerošanas mezgla novietojums augsnē (Houde *et al.*, 1992).

Šinī ziemā augu veģetācija ar pārtraukumiem, lai arī palēnināti, turpinājās vēl janvārī, un pēkšņais kailsals, ko vēl pastiprināja asais vējš, nenorūdījušos augus pārsteidza pilnīgi nesagatavotus. Temperatūras pazemināšanās līdz kritiskajai robežai pat visziemcietīgākajām šķirnēm bezsniega apstākļos līdz -15°C , -20°C neatgriezeniski traumēja cerošanas mezglu un kviešu šķirnes ar zemāku ziemcietību aizgāja bojā.

Tā kā Rietumeiropā kviešu ziemcietība līdz šim nav bijusi viena no svarīgākajām šķirņu īpašībām, tad uz nelabvēlīgajiem laika apstākļiem visvairāk reaģēja augstražīgās, īstiebrinās, homogēnās (ļoti izlīdzinātās un viendabīgās) ziemas kviešu šķirnes ar izcelsmi Anglijā, Vācijā, Dānijā un Francijā. Ziemeļvalstīs Zviedrijā, Somijā un Norvēģijā, arī Krievijā un Ukrainā selekcionēto šķirņu ziemcietība bija daudz augstāka.

No 48 izmēģinājumā iesētajām ziemas kviešu šķirnēm vislabāk (7–9 balles) pārziemoja divas – Valsts Stendes GSI izveidotā šķirne 'Edvins' un zviedru 'SW Magnifik' (3. tab.). Šķirnēm 'Talsis', 'Fredis' un 'Zentos' ziemcietība bija zemāka – 5 balles. Latvijā populāro šķirņu 'Skagen' un 'Bussard' ziemcietība novērtēta ar 3–5 ballēm. Ļoti sliktā ziemcietība (1–3 balles) bija šķirnēm 'Patras', 'SWHamesk', 'Xerxes', 'Mewa' un 'SW Maxi'. Izmēģinājumā nepārziemoja sekojošas

šķirnes: 'KWS Pius', 'Kovas DS', 'Retro', 'Henrik', 'Sailor', 'Brilliant', 'Altos', 'Ozon', 'Kepler', 'Opal', 'Dorota', 'Etana', 'Torild', 'Famulus', 'CH Combi', 'Artist', 'Adler', 'Tūrcis', kā arī 18 perspektīvās šķirnes un līnijas no Polijas, Vācijas un Dānijas.

3. tabula Table 3

Ziemas kviešu šķirņu graudu raža un kvalitāte Stendē, 2014. g.
Grain yield and quality of winter wheat varieties, at State Stende CBI, 2014

Šķirne Variety	Graudu raža t ha ⁻¹ Grain yield	Ziemcietība ballēs 1–9, 1 – zema Winter hardiness	Proteīna saturs % Protein content	Lipekļa saturs % Gluten content	Zeleny indekss m L ⁻¹ Zeleny index	Tilpummasa g h L ⁻¹ Volume Weight	1000 graudu masa, g TGW
Olivin standarts	4.49	3	13.8	29.0	57.4	780	45.50
Talsis	7.66	5	13.6	29.1	57.9	812	49.09
SW Magnifik	7.40	7–9	11.7	24.3	40.2	824	43.55
Zentos	6.57	5–7	12.5	26.1	45.3	823	52.39
Edvins	6.37	7–9	13.6	26.6	48.4	799	58.96
Skagen	6.27	3–5	13.0	29.0	51.3	795	58.90
Bussard	5.99	3–5	11.8	24.4	40.9	800	48.63
Fredis	5.43	5	16.0	36.3	59.1	786	50.69
Arktis	5.50	5	13.8	29.1	59.0	801	47.60
Patras	3.95	3	15.5	33.8	66.2	810	47.62
SW Harnesk	3.32	3	12.8	26.5	47.6	791	43.52
Xerxes	3.16	3	13.3	27.9	49.8	768	49.35
Mewa	2.80	1–3	14.1	29.4	59.4	786	49.58
SW Maxi	2.20	1–3	14.4	30.6	62.1	787	45.45
R _{sp} =0.97							

Ziemas kviešu šķirņu graudu raža

Ziemas kviešu graudu ražas līmenis 2014. gadā bija robežās no 2.20 t ha⁻¹ līdz 7.66 t ha⁻¹. Standartšķirnei 'Olivin' sējums bija ļoti izretots, līdz ar to graudu raža zema – 4.49 t ha⁻¹. Visaugstākā graudu raža bija Stendē izveidotajai jaunajai šķirnei 'Talsis' – 7.66 t ha⁻¹ un zviedru šķirnei 'SW Magnifik' – 7.40 t ha⁻¹. Virs 6.0 t ha⁻¹ iegūta graudu raža šķirnēm 'Zentos', 'Edvins' un 'Skagen'. Lai gan ziemas kviešiem 'Skagen' pārziemoja 50% no rudenī sadīgušajiem augiem, augstās kompensācijas spējas – pavasarī ataugšana un papildus cerošana, nodrošināja ražu 6.27 t ha⁻¹.

Graudu raža robežās no 5.99 līdz 5.30 t ha⁻¹ bija šķirnēm 'Bussard', 'Arktis' un 'Fredis'. Viszemākā graudu raža bija šķirnēm 'Sw Maxi' un 'Mewa' – 2.20–2.80 t ha⁻¹.

Ziemas kviešu graudu kvalitāte

Izvērtējot graudu kvalitātes rādītājus, visaugstākais proteīna saturs bija šķirnei 'Fredis' – 16.0%, nedaudz zemāks (15.5–14.4%) bija mazāk ziemcietīgajām šķirnēm 'Patras', 'Mewa' un 'SW Maxi'. Zviedru šķirnei 'SW Magnifik' proteīna saturs graudos bija viszemākais – 11.7%. Visrupjākie graudi, vislielākā 1000 graudu masa bija šķirnēm 'Edvins' un 'Skagen' (58.96–58.90 g). Tilpummasas rādītāji visām šķirnēm bija atbilstoši pārtikas graudu standartam, robežās no 768 līdz 824 g h L⁻¹.

Secinājumi

1. Izvērtējot Ziemeļkurzemes klimatiskajos apstākļos 48 Latvijā un ārzemēs veidotās ziemas kviešu šķirnes, konstatēts, ka vislabāko ziemcietību uzrādīja Stendes šķirne 'Edvins' un zviedru 'SW Magnifik'. Pavasarī, atjaunojoties veģetācijai, abām šķirnēm bija pārziemojuši 80–90% (7–9 balles) no rudenī sadīgušajiem augiem.
2. Šķirņu salīdzināšanas izmēģinājumos visaugstākā graudu raža bija jaunajiem Stendes ziemas kviešiem 'Talsis' un zviedru 'SW Magnifik' (7.66 t ha⁻¹ un 7.40 t ha⁻¹). Šķirnei 'Talsis' ziemcietība bija salīdzinoši zemāka, novērtēta ar 5 ballēm. Pavasarī šķirne labi saceroja –

iegūtā raža bija 7.66 t ha⁻¹. Labas ataugšanas spējas bija arī šķirnei 'Skagen' – iegūta raža 6.27 t ha⁻¹.

3. Graudu kvalitātes rādītāji bija atšķirīgi, proteīna saturs bija robežās no 11.7% šķirnei 'SW Magnifik' līdz 16.0% šķirnei 'Fredis'. Tilpummasa visām šķirnēm bija atbilstoša pārtikas graudu standartam.

Izmantotā literatūra

1. Dencic S., Przulj N., Mladenov N., Kobiljski B., Vapa L. (1997). Cold tolerance, earliness and stem height in wheat genotypes of different origin. *Proceedings of International Symposium of Cereal Adaptation to Low Temperatures and Stress*, Martonvasar, Hungary, June 2–4, 1997. p. 216–220.
2. Hömmö L. M. (1994). Winter hardiness of winter cereal species in Finnish conditions, with special reference to their frost and snow mould resistance. *In: Crop Adaptation to Cool Climates*. Workshop October 12–14, 1994, Hamburg, Germany. p. 65–73.
3. Houde M., Dhindsa R. S., Sarhan F. (1992). A molecular marker to select for freezing tolerance in Gramineae. *Molecular Genes: Genetic*, p. 243:43–48.
4. Hristov N., Mladenov N., Kondic-Šipka A. (2007). Breeding aspects of low temperature tolerance in wheat. *Genetika*, Vol. 39, No. 3, p.375–386.
5. Larsson S. (1986). New screening methods for drought resistance and cold hardiness in cereals. *In: Svalöf 1886-1986, Research and results in plant breeding*. G. Olsson (ed.). LTs Förlag, Stockholm, Sweden, p. 241–251.
6. Săulescu N. N., Braun H. J. (2001). Cold tolerance. Reynolds M. P., Ortiz-Monasterio J. I., McNab A. (eds.). *In: Application of Physiology in Wheat Breeding*. Mexico, D.F.: CIMMYT, p. 111–121.
7. Sutka J. (2001). Genes for frost resistance in wheat. *Euphitica*, Issue 1–2, Volume 119, p. 169–177.

DAUDZGADĪGO STIEBRZĀĻU ĢENĒTISKO RESURSU UZTURĒŠANA, NOVĒRTĒŠANA UN IZMANTOŠANA SELEKCIJAS DARBĀ

MAINTENANCE, EVALUATION AND USE FOR BREEDING OF GENETIC RESOURCES OF PERENNIAL GRASSES

Pēteris Bērziņš, Ieva Dzene, Vija Stesele, Sarmīte Rancāne

LLU aģentūra „Zemkopības zinātniskais institūts”

ievadzenezzi@inbox.lv

Abstract. Genetic resources are the wealth of the country and each country is responsible for their maintenance for future generations. Mismanagement of human activities have led to a rapid loss of biodiversity affected by afforestation, construction, intensive cultivation of monocultures requiring expansion of agricultural lands. Biodiversity monitoring program data suggest that natural grasslands occupied 0.7% or 47.581 ha of the country in 2013. During the period from 2000 to 2007, grassland specialists of the Research Institute of Agriculture, the Latvia University of Agriculture, together with colleagues from the Institute of Biology, the University of Latvia, in 14 expeditions collected 446 samples of wild-growing populations of 18 species of perennial grasses. The collected samples were gradually reproduced, evaluated, described and the most valuable material was deposited in the Latvian Gene Bank of Cultivated Plants or used for breeding work. 506 samples of wild-growing perennial grass populations were sown and evaluated during the period from 2000 to 2014. This article summarizes the results of the genetic resources' nursery established in 2012 where 33 populations from nature represented by 8 species of perennial grasses were sown.

Key words: perennial grasses, populations, genetic resources, expeditions, descriptors.

Ievads

Zālāji ir sugām bagātākās ekosistēmas lauksaimniecībā izmantojamās zemēs, kur sastopama liela bioloģiskā daudzveidība. Ģenētiskie resursi ir katras valsts bagātība un īpašums, svarīgi to apzināties un nepazaudēt. Diemžēl saimnieciskās darbības rezultātā nemitīgi notiek bioloģiskās daudzveidības samazināšanās, tādēļ būtiska ir Latvijas izcelsmes savvaļā sastopamā zālaugu ģenētiskā materiāla savākšana, identificēšana un saglabāšana.

Ģenētiskie resursi nodrošina izejmateriālu selekcionāriem un zinātniekiem, ir svarīgi atjaunot un papildināt to bāzi. Laikā no 2000. līdz 2007. gadam Latvijas Lauksaimniecības universitātes Zemkopības institūta zālaugu selekcionāri, pateicoties Zemkopības ministrijas atbalstam, kopā ar Latvijas Universitātes Bioloģijas institūtu noorganizēja 14 zālaugu ģenētisko resursu vākšanas ekspedīcijas. To rezultātā savākti 446 populāciju paraugi 18 savvaļā augošām stiebrzāļu sugām. Turpmākajos gados savāktie paraugi tika izsēti selekcijas augsekas laukos Skrīveros sēklu pavairošanai, ievāktā materiāla novērtēšanai un aprakstīšanai pēc deskriptoriem. Pirmos genofonda sējumus ierīkoja 2001. gadā, bet katru gadu tos papildina un atjauno. Laika periodā no 2000. līdz 2014. gadam kopumā iesētas 506 daudzgadīgo zālaugu populācijas. Vērtīgākais sēklu materiāls pēc aprakstīšanas tiek nodots glabāšanai Latvijas kultūraugu ģēnu bankā. Ekspedīcijas tika organizētas uz dažādām vietām, tādēļ ievāktie paraugi pārstāv visus Latvijas reģionus ar atšķirīgiem augsnes un agroklimatiskajiem apstākļiem.

Ievācot miežabrāļa (*Phalaris arundinacea* L.) sēklu paraugus, tika akcentēta nepieciešamība meklēt jaunas iespējas atjaunojamo energoresursu nodrošināšanai. Pļavas lapsastes (*Alopecurus pratensis* L.) izpētes nozīme ir saistāma ar nepieciešamību iegūt kvalitatīvu lopbarību agrāk pavasarī. Pašreiz šīm abām sugām Latvijā nav reģistrēta neviena šķirne.

Liels darbs līdz šim ieguldīts kamolzāles ģenētisko resursu vērtēšanā un izpētē, lai izveidotu jaunu, ziemcietīgu kamolzāles (*Dactylis glomerata* L.) šķirni ar uzlabotu lopbarības kvalitāti. Savvaļā ievāktās kamolzāles populāciju formas atšķiras ar maigākām lapām un vairāk stiebriem otrajā izmantošanas gadā.

Miežabrālim, pļavas lapsastei, timotiņam (*Phleum pratense* L.), pļavas auzenei (*Festuca pratensis* Huds.) atlasītas perspektīvas formas, kuras var sekmīgi izmantot selekcijas darbā lopbarības kvalitātes uzlabošanā. Daudzas sarkanās auzenes (*Festuca rubra* L.), pļavas skarenes (*Poa pratensis* L.), saspīstās skarenes (*Poa compressa* L.) populācijas veido dekoratīvas formas.

Materiāli un metodes

Ekspedīciju laikā sēklas vāc ar rokām, noplūcot skaras. Savāktu materiālu ievieto papīra maisiņos, uz kuriem norāda parauga numuru, sugas nosaukumu, datumu, ievākšanas vietas koordinātes, kā arī atzīmē, vai tas ir viens augs vai savākta augu populācija. Paralēli visus paraugus reģistrē speciālā žurnālā, kur sīki apraksta paraugu ievākšanas vietu, reljefu, augsnes apstākļus un citus novērojumus.

Stiebrzāļu ģenētisko resursu audzētavā sēklas izsēj ar rokām divās 2 m garās rindiņās, starp rindiņām 30 cm un starp lauciņiem 60 cm attālums. Lauciņa platība 1.2 m², tie sakārtoti randomizēti četros atkārtojumos.

Šajā rakstā apkopoti rezultāti no 2012. gadā ierīkotās stiebrzāļu ģenētisko resursu novērtēšanas audzētavas, augsnes vidējie agrokīmiskie rādītāji: pH KCl 6.4; P₂O₅ 81.7 mg kg⁻¹; K₂O 91.7 mg kg⁻¹; organiskās vielas saturs 2.3%.

Pirms genofonda ierīkošanas pamatmēslojumā augsnē iestrādāti 200 kg ha⁻¹ amofoska (5:10:25). Pēc katra pļāvuma mēslosts ar amonija salpetri (34.4%) 60 kg ha⁻¹. N tīrvielā. Rudenī mēslojumam lietota amofoska (5:10:25) – 300 kg ha⁻¹. Sējas gadā un turpmāk pavasarī nezāļu ierobežošanai lietots herbicīds MCPA 750 – 1.5 L ha⁻¹. Nezāļu ierobežošanai rindstarpās izsmidzināts glifosātu saturošs preparāts, izmantojot muguras smidzinātāju. Stiebrzāles ir svešaugu augi, lai iegūtu paraugam identisku sēklas materiālu, tiek izmantoti izolatori vai ievērota telpiskā izolācija.

Ģenētisko resursu audzētavā 2012. gadā tika iesētas 33 dažādu daudzgadīgo zālaugu populācijas, kopā 8 sugas. Par standartšķirni izvēlas Latvijā izveidotu Latvijas augu šķirņu katalogā iekļautu šķirni, bet sugām, kurām to nav, izvēlas pazīstamu un Latvijā ilgstoši audzētu šķirni. Standartšķirne iekļaujas kopējā vērtējumā. Sējas gadā tika vērtētas šādas pazīmes: lapas platums sējas gada rudenī, lapas krāsa sējas gada rudenī, stiebri sējas gadā, slimību izplatība rudenī, augšanas virziens; pirmajā lietošanas gadā: ziemcietība, ataugšana pavasarī, lapas krāsa pavasarī,

ziedkopu parādīšanās laiks, stiebru skaits, slimību izturība vasarā, zelmeņa augstums atālā, stiebru veidošanās atālā, slimību izplatība rudenī, slimību izplatība rudenī – *puccinia sp.* – rūsas.

Daudzpusīga pazīmju novērtēšana notiek pēc raksturošanas un novērtēšanas deskriptoriem, kas izstrādāti individuāli katrai daudzgadīgo stiebrzāļu sugai. Zemkopības ZI zinātnieki, izmantojot daudzpusīgas un plašas zināšanas, kā arī citu valstu pieredzi, izstrādāja daudzgadīgo stiebrzāļu deskriptorus (AGPG: IBPGR/85/72), (Chapman, 1996), (*Plant Genetic Resources and Database*), (Robert *et al.*, 2003), (Tērauds, 1958). Deskriptori izstrādāti 10 daudzgadīgo stiebrzāļu sugām raksturīgāko un vērtīgāko pazīmju akcentēšanai, ar kuru palīdzību objektīvi var izvērtēt savvaļas populācijas un to pielietojumu selekcijā. Izvērtēšana veikta sējas gadā un divos nākamajos zelmeņa izmantošanas gados. Pazīmes vērtē pēc 9 ballu skalas: 1 – saimnieciski nevērtīga, 9 – saimnieciski vērtīga. Saimnieciskās īpašības novērtē atbilstoši optimālajam izmantošanas režīmam, nosakot sugas ataugšanas ātrumu pavasarī un pēc nopļaušanas, sausnas ražu un tās kvalitāti. Pēc novērtēšanas katru sugu nopļauj atsevišķi apmēram 3 nedēļas pēc izplaukšanas.

Pēc populāciju izvērtēšanas un sēklu ievākšanas perspektīvākais sēklas materiāls tiek iesniegts Latvijas kultūraugu gēnu bankā, klāt pievienojot ievākšanas vietas un pases datu deskriptorus, lai pēc tur iekļautās informācijas vajadzīgo paraugu dabā varētu atrast jebkurš interesents.

Rezultāti un diskusijas

Ekspedīcijas tika metodiski plānotas un apsekoti reģioni, kuros noris mazāk intensīva lauksaimniecība. Ievākšanas vietas noteiktas, vadoties pēc vietējo iedzīvotāju vai lauksaimniecības speciālistu norādēm. Šajos braucienos tika vāktas visas kultivējamo stiebrzāļu sugas no dabīgiem zālājiem vai ilgstoši neizmantotām lauksaimniecības platībām.

Timotiņš (*Phleum pratense* L.). Iesētas 8 savvaļas populācijas, standartšķirne – Zemkopības ZI izveidotā šķirne 'Teicis'. Pļavā Pededzes palienē ievāktā populācija T-T4 izceļas ar izturību pret slimībām un ļoti tumši zaļām lapām sējas gada rudenī. Lai atšķirtu un identificētu šķirnes un populācijas, liela nozīme ir lapu krāsas vērtējumam. Standartšķirne 'Teicis' novērtēta ar 4.0 ballēm – ļoti gaiša lapu krāsa ir viena no šīs šķirnes raksturojošajām pazīmēm. Savukārt Sventē, „Līdumniekos”, stāvā nogāzē vecā atmatā savāktā populācija T-T6 izteikti stiebroja (1. tab.). Ganību tipa timotiņa formas tika atrastas Valmieras novadā profesora P. Lejiņa saimniecībā „Rimeikas” bijušajās laistāmajās ilggadīgās ganībās.

Ganību airene (*Lolium perenne* L.). Iesēta 1 savvaļas populācija, standartšķirne – Zemkopības ZI izveidotā tetraploīdā šķirne 'Spīdola', tāpēc lapu platuma vērtējumā ir būtiskas atšķirības, salīdzinot ar savvaļas populāciju, kas ir diploīda. Populācija Ga-1 ievākta pļavā pie Zvārtes ieža. Savvaļā ganību airene sastopama samērā reti. Populācija sējas gadā izceļas ar gaiši zaļu krāsu un izturību pret slimībām (1. tab.), sējas gadā veido mazāk stiebru, salīdzinot ar standartšķirni (2. tab.).

1. tabula *Table 1*

Daudzgadīgo stiebrzāļu sugu ģenētisko resursu vērtējums, sēts 2012. gadā
Evaluation of genetic resources of perennial grasses in 2012 (year of sowing)

Parauga numurs <i>Sample number</i>	Paraugu ievākšanas vieta <i>Place of samples' collection</i>	Pazīmes* vērtība <i>Feature's value *</i>				
		1*	2**	3 ^{3*}	4 ^{4*}	5 ⁵
Ganību airene <i>Lolium perenne</i> L.						
Ga-1	Pļavā pie Zvārtes ieža	3.0	3.7	2.0	6.0	4.0
Spīdola	(Standarts) <i>Standard</i>	5.0	5.0	3.0	5.0	4.0
Skarenes (dažādas) <i>Poa (different)</i>						
P.sk.-1	Liepas pagasts, „Jūlas”	4.3	4.7	1.0	3.3	6.0
P.sk.-2	Dubulti, Jēkabpils novads	3.0	3.0	8.0	6.0	5.0
P.sk.-3	Priekuļu 129, saņemts no Latvijas kultūraugu gēnu bankas	5.0	6.3	1.0	1.6	6.6
P.sk.-4	Pirms Beļavas, veca aramzeme	5.0	6.0	1.0	4.5	5.0
Urga	(Standarts) <i>Standard</i>	5.0	6.0	1.0	1.0	6.0

1. tabulas noslēgums *The end of Table 1*

Parauga numurs <i>Sample number</i>	Paraugu ievākšanas vieta <i>Place of samples' collection</i>	Pazīmes* vērtība <i>Feature's value *</i>				
		1*	2**	3 ³ *	4 ⁴ *	5 ⁵
Sarkanā auzene <i>Festuca rubra</i> L.						
Sa-1	„Adzelvieži”, Burtnieku novads	4.0	6.0	2.0	7.0	5.0
Sa-2	39. stīg. 06. g. eksp. pierobeža pie Nidas, nabadzīga augsne	5.0	6.0	2.0	7.0	5.0
Sa-3	Pagrieziena uz Mālpili, veca atmata	4.0	6.0	1.0	7.0	5.0
Vaive	(Standarts) <i>Standard</i>	5.0	5.0	2.0	7.0	3.0
Timotiņš <i>Phleum pratense</i> L.						
T-T1	Eksp. 06 pie zīmes „Ņukšas – 12 km”, pļava	4.0	5.0	6.0	6.0	4.0
T-T2	Ceļamājas, autobusa pietura „Kalpaki”	4.0	4.0	5.0	3.0	4.0
T-T3	Pagrieziena uz Zvārtes iezi	4.3	5.0	6.0	6.0	5.0
T-T4	Pļava Pededzes palienē	4.0	7.0	5.0	7.0	6.0
T-T5	Krustojums uz Stāmerieni, nekultivēta aramzeme	5.0	4.0	5.0	3.7	5.0
T-T6	Svente, „Līdumnieki”, stāva nogāze, veca atmata	6.0	5.0	7.0	4.0	5.0
Teicis	(Standarts) <i>Standard</i>	4.0	4.0	6.0	6.0	4.0
Kamolzāle <i>Dactylis glomerata</i> L.						
Kz-1	Pagrieziena uz Zvārtes iezi	5.0	6.5	2.5	5.0	4.0
Kz-2	Meža nora, pagrieziena uz Zvārtes iezi	4.7	5.7	2.3	4.3	3.0
Kz-3	Krustojums uz Mālpili 09, veca atmata	4.5	6.0	2.5	4.5	4.0
Kz-4	„Adzelvieši”, Burtnieku novads, vecs ābeļdārzs	4.3	5.0	2.3	5.0	4.0
Kz-5	Ceļa mala, pagrieziena uz Zvārtes iezi	4.5	5.0	3.0	4.0	4.0
Kz-6	„Krustiņi”, pagrieziena uz Zvārtes iezi	5.0	5.5	2.0	4.5	4.0
Kz-7	Meža nora, pagrieziena uz Zvārtes iezi	5.5	6.0	3.3	6.0	4.0
Kz-8	Aiz „Krustiņiem”, pagrieziena uz Zvārtes iezi, pauguraine	5.0	6.0	3.5	7.0	3.0
Priekuļu 30	(Standarts) <i>Standard</i>	5.3	5.0	2.5	5.0	3.5
Pļavas auzene <i>Festuca pratensis</i> Huds.						
Pa-1	Liepas pagasts, „Jūlas”, pļava	4.0	5.0	3.0	5.0	5.0
Pa-2	Pagrieziena uz Zvārtes iezi, pauguraine	5.0	5.0	2.5	6.0	2.7
Pa-3	Pļava aiz Kārļiem, noganīta, nav appļauta	5.0	5.0	2.3	5.5	5.0
Pa-4	„Adzelvieši”, Burtnieku novads, vecs ābeļdārzs	3.0	5.0	4.0	5.0	6.0
Pa-5	Krustojums uz Mālpili, atmata	5.0	5.0	3.5	5.0	5.0
Silva	(Standarts) <i>Standard</i>	5.0	5.0	3.0	4.0	4.0
Pļavas lapsaste <i>Alopecurus pratensis</i> L.						
L-1	Pagrieziena uz Zvārtes iezi	6.3	7.0	3.7	4.0	3.7
L-2	Vecate, Salacas paliene	5.0	7.0	4.5	4.0	4.0
L-3	Pie zīmes „Durbe – 20 km”, pļava ceļa malā	3.5	5.5	3.5	3.5	4.5
L-4	Ieplaka aiz Kaķeniekiem (301)	5.0	6.0	3.0	4.0	4.0
L-5	Jumurda, Ērgļu novads, pie Jumurdas ezera	5.7	5.7	3.7	3.0	4.0
Vulpina	(Standarts) <i>Standard</i>	5.0	5.0	5.0	4.0	3.0
Miežbrālis <i>Phalaris arundinacea</i> L.						
Mb-1	Papes pļavas	5.0	7.0	1.0	4.7	4.3
Mb-2 Brigena	Pļava pie Briģenes	6.0	6.0	3.0	7.0	3.0
Bamse	(Standarts) <i>Standard</i>	5.0	5.0	3.0	6.0	3.0

*Paskaidrojumi *Explanations:**1 Lapas platumu sējas gada rudenī (1 – šaura, 9 – plata). *Leaf width in the autumn of year of sowing (1 – very narrow, 9 – very wide).***2 Lapas krāsa sējas gada rudenī (1 – gaiši zaļa, 9 – tumši zaļa). *Leaf color in the autumn of year of sowing (1 – very light green, 9 – very dark green).*³*3 Stiebrī sējas gadā (1 – nav, 9 – ļoti daudz). *Tendency to heading in the autumn of year of sowing (1 – none or very low, 9 – very high).*⁴*4 Slimību izplatība rudenī (1 – vāja, 9 – neslimo). *Disease persistence in the autumn (1 – highly damaged, 9 – healthy).*⁵*5 Augšanas virziens (1 – vertikāls, 9 – klājenisks, gulošs). *Growth habit (1 – erect, 9 – prostrate).*

Sarkanā auzene (*Festuca rubra* L.). Iesētas 3 savvaļas populācijas, standartšķirne – Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā izveidotā šķirne 'Vaive'. Sarkanās auzenes populācijas ir plaši izplatītas visā Latvijas teritorijā. Sarkanajai auzenei sastopamas atšķirīgas formas – stīgojošās un cerojošās, no kurām ir iespējams atlasīt vērtīgu selekcijas materiālu, ko izmanto gan dekoratīviem mērķiem, gan lopbarībai. Starp populācijām ir būtiskas atšķirības lapu platumā un krāsā. Lielākoties visas sarkanās auzenes populācijas ir izturīgas pret slimībām (1., 2. tab.).

Pļavas auzene (*Festuca pratensis* Huds.). Iesētas 5 savvaļas populācijas, standartšķirne – Zemkopības ZI izveidotā šķirne 'Silva'. Sējas gadā visas savvaļas populācijas izcēlas ar labu slimību izturību, īpaši – populācija Pa-2, kura ievākta paugurainē pie pagrieziena uz Zvārtes iezi. Dekoratīvo mauriņu ierīkošanai varētu būt piemērota populācija Pa-4 – ievākta vecā ābeļdārzā „Adzelvešos”, Burtnieku novadā, jo, salīdzinot ar standartšķirni, izceļas ar šaurām lapām (1. tab.).

Skarenes (*Poa*). Iesētas 2 pļavas skarenes un viena saspīstās skarenes savvaļas populācija, kā arī viens paraugs P. sk.-3 ('Priekuļu 129'), saņemts no Latvijas kultūraugu gēnu bankas, ar mērķi to pavairot. Kā standartšķirne izmantota Latvijas augu šķirņu katalogā iekļautā Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā izveidotā pļavas skarenes dekoratīvā šķirne 'Urga'. Šai sugai deskriptori nav izstrādāti, līdz ar to vērtējumi notiek, piemērojot citu, pazīmēs līdzīgu sugu vērtējumus. Purva skarenei lielas audzes savvaļā sastopamas reti. Madonas novadā, ceļa malā pie Kujas upes, netālu no Kujas tilta tādu izdevās atrast. Lai saglabātu šo dabas bagātību genofondā, tā tika sēta atkārtoti un sēklu paraugs nodots glabāšanai Latvijas kultūraugu gēnu bankā.

Sējas gadā īpaši atzīmējama populācija P. sk.-2 Dubultos, Jēkabpils novadā, kura izceļas ar ļoti gaišām, šaurām lapām, sējas gadā veido daudz stiebru, ir izturīga pret slimībām, novērtēta ar 6 ballēm, salīdzinājumā ar standartšķirni 'Urga', kurai slimību izturība ir 1 balle (1. tab.).

Pirmais lietošanas gads atsākās ar ziemcietības un ataugšanas pavasarī vērtēšanu. Mūsu kolekcijās ir dažādas skarenes – purva skarene (*Poa palustris* L.), pļavas skarene (*Poa pratensis* L.) un saspīstā skarene (*Poa compressa* L.). Šī suga ir mazāk pētīta, tāpēc turpinās darbs pie to pavairošanas un novērtēšanas. Pēc sēklu materiāla iegūšanas tas tiek nodots Latvijas kultūraugu gēnu bankā. Vērtīgākās un interesantākās formas pārsējam atkārtoti, piemēram, saspīsto skareni. Ziemcietība visām savvaļas populācijām ir laba, tās ir pielāgojušās vietējiem agroklimatiskajiem apstākļiem (2. tab.).

Kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.). Iesētas 8 savvaļas populācijas, standartšķirne – Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā izveidotā šķirne 'Priekuļu 30', šķirnes uzturēšanas un sēklaudzēšanas darbs tiek veikts Zemkopības ZI. Kamolzāle ir daudzgadīga skrajceru virszāle, viena no visizplatītākajām stiebrzālēm Latvijā. Tā bieži sastopama savvaļā, neizmantotās aramzemes platībās, sevišķi vieglās augsnēs un paugurainēs, kur ieviesusies bez sējas. Kamolzāles populācijām pēdējos gados tiek pievērsta sevišķa uzmanība sakarā ar selekcijas programmu, kurā esam apņēmušies izveidot jaunu, vietējiem agroklimatiskajiem apstākļiem piemērotu, slimību izturīgu formu ar labu ēdamību. Pirmajā lietošanas gadā kopumā ar labu ziemcietību izceļas visas populācijas: Kz-1 – ievākta pie pagrieziena uz Zvārtes iezi; Kz-2 – meža nora pie pagrieziena uz Zvārtes iezi, Kz-5 – ceļa malā, pie pagrieziena uz Zvārtes iezi, Kz-6 – „Krustiņi” pie pagrieziena uz Zvārtes iezi, Kz-7 – meža nora pie pagrieziena uz Zvārtes iezi un Kz-8 – ievākts paugurainē aiz „Krustiņiem” pie pagrieziena uz Zvārtes iezi. Standartšķirni ziemcietībā pārspēja populācija Kz-6, Kz-7 un populācija Kz-8. Savukārt ar labu slimību izturību vasarā un rudenī izcēlas populācija Kz-7 (2. tab.).

Līdztekus 2012. gada genofonda sējumos vērtētajām kamolzāles populācijām, tiek izvērtēta savvaļas populācija no Jumurdas, Sauleskalna, kas ievākta netālu no selekcionāra P. Upiša dzimtajām mājām „Jaunrūsiņi”. Šī populācija izceļas ar maigākām lapām un sausnas ražu, vidēji 2012.– 2014. gadam – 9.32 t ha⁻¹, standartšķirnei 8.16 t ha⁻¹, ražas starpība nav būtiska. Darbs pie kamolzāles šķirnes ir jāturpina, lai nostiprinātu pozitīvās tendences. Līdz šim neviens iegūtais krustojums un populācija ražībā nav pārspējis kamolzāles standartšķirni 'Priekuļu 30'.

Turpinās Ērgļu novada Jumurdā savāktās kamolzāles 'Jumurda' vērtēšana un izpēte. Šī populācija izceļas ar maigākām lapām, slimību izturību, ražību un labu ziemcietību.

Pļavas lapsaste (*Alopecurus pratensis* L.). Iesētas 5 savvaļas populācijas, standartšķirne – Čehijā izveidotā šķirne 'Vulpina'. Pļavas lapsaste ir viena no tipiskākajām mitro zemiņu un upju palieņu pļavu zālēm. Tā ir mitrumprasīga un aug tikai mitrās vietās, labi iztur augstu, bet ne stāvošu gruntsūdens līmeni, labi pacieš ilgstošu applūšanu. Klimata ziņā pļavas lapsaste nav

izvēlīga, atšķirībā no kamolzāles labi panes ziemas aukstumu un nakts salnas pavasaros. Pļavas lapsaste pavasaros strauji sāk ataugt, kad augsnes temperatūra sasniedz +10 °C, un izplaukst jau maija sākumā. Agrīnuma ziņā tā ieņem pirmo vietu starp kultivējamajām stiebrzālēm. Pļavas lapsaste slikti pacieš noēnojumu, prasīgāka ir augsnes ziņā: sakņu sistēma atrodas sekli, un tādēļ tā aug mitrākās vietās, ja vien augsnes virsējā kārtā ir bagāta ar augu barības vielām.

Laika posmā no 2001. gada esam savākuši un izvērtējuši lielu lapsastes savvaļas populāciju klāstu. 2001. gadā Ērgļu novadā pie Jumurdas ezera tika savākti populācijas L-5 paraugi. Šī populācija izcēlās ar augumu, izturību pret slimībām (2. tab.) un viendabīgumu. Tās sēja tika veikta atkārtoti. Lai veiktu novērtējumus, no Čehijas saņēmām šķirnes 'Vulpina' sēklas materiālu, ko izmantojam kā standartšķirni. Turpinās populācijas un atsevišķi atlasīto augu vērtēšana, salīdzināšana un sēklu pavairošana. Populācijas sēklas materiāls vairākus gadus iekļauts daudzgadīgo stiebrzāļu šķirņu salīdzinājumos. Sausnas ražas laika posmā no 2012. līdz 2014. gadam standartšķirnei 'Vulpina' 6.82 t ha⁻¹ un savvaļas populācijai Jumurda 7.03 t ha⁻¹. Veicot novērojumus secināts, ka standartšķirnei 'Vulpina' raksturīga ātrāka ataugšana pavasarī, salīdzinot ar populāciju 'Jumurda', bet turpmāk augšanas intensitātē populācija 'Jumurda' pārsniedz standartšķirni. 2012. gada ģenētisko resursu audzētavā sējas gadā izteiktāka stiebru veidošanās un slimību izturība bija standartšķirnei 'Vulpina'. Pie pagrieziena uz Zvārtes iezi ievāktā savvaļas populācija L-1 izceļas ar lapu platumu un krāsas intensitāti (1. tab.). Vecatē, Salacas palienē ievāktā populācija L-2 veido daudz stiebru. Lapsastēm ir tendence slimot ar lapu plankumainībām (2. tab.). Īpaši ar labu izturību pret slimībām izceļas lapsastes formas no Sēlijas.

Pļavas lapsastei genofonda sējumos saglabājas tās pašas tendences, kas šķirņu salīdzinājumos. Standartšķirne 'Vulpina' pavasarī attīstās un ataug straujāk, salīdzinot ar populāciju 'Jumurda', bet lapu krāsas intensitāte izteiktāka populācijai. Turpmākā attīstība populācijai 'Jumurda' notiek straujāk, plaukšana un ziedkopu parādīšanās notiek vienlaicīgi un stiebrošanas intensitāte ir vienāda (2. tab.). Izvērtējot 2013. gada datus, var secināt, ka populācija 'Jumurda' uzrāda labāku slimību izturību vasarā un rudenī (2. tab.) salīdzinājumā ar standartšķirni 'Vulpina', notiek šīs populācijas tālāka izpēte. Lai to veiktu divos atkārtojumos, tika uzlikti izolatori un ievāktas šīs populācijas sēklas tālākai pavairošanai un izvērtēšanai. Populācija 'Jumurda' Latvijas kultūraugu gēnu bankā nodota 2013. gadā.

Miežabrālis (*Phalaris arundinacea* L.). Iesētas 12 savvaļas populācijas, standartšķirne – Zviedrijā izveidotā šķirne 'Bamse', kas veidota biomasas ieguvei. Lai savvaļas populāciju izvērtēšana notiktu objektīvāk, kā otra standartšķirne iesēta Igaunijā izveidotā šķirne 'Pedja', kas domāta lopbarībai. Mūsu mērķis ir izveidot šķirni, kas derētu gan lopbarībai, gan bioenerģijas ražošanai. Populācija Mb-1, kas ievāktā Papes pļavās, sējas gadā izcēlās ar tumšu lapu krāsu, bet vērtētajās pazīmēs atpalika no standartšķirnes 'Bamse'.

Nosacīti ievāktos miežabrāļa paraugus var iedalīt divās grupās – Lubānas grupa, kas ievākti Lubānas ezera un Aiviekstes apkārtnē, un Augšzemes grupa, kas ietver galvenokārt Daugavas kreisajā krastā ievāktos paraugus. Ja savulaik pārplūstošā Lubāna apkārtnē miežabrāļa audzes aizņēma milzīgas platības, tad Augšzemē miežabrālis bija un vēl tagad sastopams nelielās platībās mazāku upīšu un ezeru krastos. Iespējams, šo apstākļu dēļ Lubānas miežabrāļiem mazāka nozīme bijusi izplatībai ar sēklām, šīs populācijas miežabrāļi ir vēlāki, plaukst ļoti nevienmērīgi ilgstošā laika periodā un veido relatīvi maz izplaukstošu stiebru. Šādām formām gan ir garāks optimālais novākšanas laiks, tās tik ātri nepārkoksnējas, tomēr starp tām praktiski nav iespējams atrast formas, ko varētu sekmīgi pavairot ar sēklām. Augšzemes miežabrāļa formas visumā ir agrīnākas, tām ir vairāk stiebru, arī izplaukst tās vienmērīgāk, īsākā laikā. Perspektīva šķita 2000. gada ekspedīcijas laikā Latvijas dienvidaustrumu rajonā Daugavpils novadā pie Briģenes ezera atrastā miežabrāļa populācija Mb-2, kurai tika ievākti sēklas paraugi. Sākumā ievāktās sēklas izsētas genofondā vērtēšanai un pavairošanai. Turpmāk veikta atkārtota individuāla un ģimeņu izlase. Tā kā ievāktā miežabrāļa forma un pēc tam veiktajā izlasē atlasītie augi veidoja daudz stiebru un uzplauka vienmērīgi, īsā laikā, turpinājām darbu pie šķirnes veidošanas un pazīmju nostiprināšanas. Populācija Mb-2, salīdzinot ar standartšķirni 'Bamse', ir agrīnāka, pavasarī attīstās straujāk, ir ar platākām lapām, intensīvāku lapu krāsojumu un ar labāku izturību pret slimībām vasarā (1., 2. tab.).

2. tabula Table 2

Daudzgadīgo stiebrzāļu sugu ģenētisko resursu vērtējums pirmajā izmantošanas gadā
Evaluation of genetic resources of perennial grasses in 2012 (first year of use)

Parauga numurs Sample number	Pazīmes* vērtība Feature's value *									
	1*	2**	3 ^{3*}	4 ^{4*}	5 ⁵	6 ⁶	7 ⁷	8 ⁸	9 ⁹	10 ¹⁰
Ganību airene <i>Lolium perenne</i> L.										
Ga-1	8.0	7.0	X	31.05.	8.0	7.0	5.5	2.0	5.3	7.5
Spīdola (Standarts) Standard	9.0	7.5	X	31.05.	9.0	7.5	7.2	2.5	6.8	7.5
Skāres (dažādas) <i>Poa</i> (different)										
P.sk.-1	7.0	X	8.0	27.05.	7.0	8.0	6.5	1.0	5.0	7.5
P.sk.-2	6.0	X	5.0	30.05.	9.0	7.3	7.0	7.0	4.5	6.5
P.sk.-3	7.0	X	7.0	27.05.	5.0	7.0	7.3	1.0	5.5	7.0
P.sk.-4	7.0	X	7.0	27.05.	6.0	7.5	5.2	1.5	3.0	2.0
Urga (Standarts) Standard	7.0	X	6.0	27.05.	8.0	7.8	6.3	1.0	3.3	5.0
Sarkanā auzene <i>Festuca rubra</i> L.										
Sa-1	9.0	X	5.0	27.05.	6.5	8.0	8.0	1.0	8.3	8.0
Sa-2	9.0	X	5.3	30.05.	4.0	8.0	7.8	1.0	7.5	8.0
Sa-3	9.0	X	4.8	30.05.	5.0	8.0	7.2	1.0	7.5	8.0
Vaive (Standarts) Standard	8.5	X	2.0	27.05.	9.0	6.0	7.3	1.0	6.8	8.0
Timotiņš <i>Phleum pratense</i> L.										
T-T1	9.0	7.5	6.0	3.06.	7.5	7.0	8.0	7.5	7.0	X
T-T2	9.0	7.0	5.5	31.05.	7.5	7.0	7.2	6.0	6.7	X
T-T3	9.0	8.0	6.0	31.05.	8.0	6.5	7.5	7.0	6.8	X
T-T4	9.0	6.5	6.5	2.06.	8.5	5.0	5.7	4.0	6.0	X
T-T5	9.0	6.0	5.5	2.06.	7.5	6.5	7.3	6.5	6.9	X
T-T6	9.0	5.0	6.0	4.06.	7.0	6.0	6.2	4.5	6.7	X
Teicis (Standarts) Standard	9.0	8.5	5.5	31.05.	7.0	7.5	7.7	6.5	7.2	X
Kamolzāle <i>Dactylis glomerata</i> L.										
Kz-1	8.0	8.0	4.5	23.05.	7.0	4.5	7.5	1.0	6.3	X
Kz-2	8.0	8.0	3.5	23.05.	7.5	5.0	7.8	1.0	6.8	X
Kz-3	7.0	7.5	4.8	23.05.	7.5	5.0	8.1	1.0	6.5	X
Kz-4	6.5	7.0	4.5	22.05.	6.5	6.0	7.3	1.0	6.8	X
Kz-5	7.0	7.0	3.3	25.05.	7.0	5.0	7.4	1.0	6.8	X
Kz-6	9.0	8.5	3.8	22.05.	7.5	5.0	7.9	1.0	6.3	X
Kz-7	9.0	9.0	4.5	27.05.	7.0	6.0	8.8	1.0	7.5	X
Kz-8	9.0	9.0	4.8	22.05.	7.5	5.5	8.1	1.0	6.3	X
Priekuļu 30 (Standarts) Standard	8.5	8.8	4.6	22.05.	7.8	5.5	7.8	1.0	6.3	X
Ļāvas auzene <i>Festuca pratensis</i> Huds.										
Pa-1	7.5	7.5	4.5	31.05.	8.0	7.0	7.9	1.0	6.0	6.5
Pa-2	6.5	7.0	5.5	2.06.	8.5	7.0	8.1	1.5	6.5	6.5
Pa-3	7.0	6.5	4.5	4.06.	8.0	7.5	7.8	1.5	5.8	6.5
Pa-4	7.5	8.5	4.0	31.05.	7.5	7.0	7.5	1.0	5.8	6.0
Pa-5	7.5	7.0	4.0	31.05.	8.0	7.3	7.4	1.0	6.3	7.0
Silva (Standarts) Standard	7.5	7.0	5.0	31.05.	8.5	7.3	7.5	1.0	6.3	8.0
Ļāvas lapsaste <i>Alopecurus pratensis</i> L.										
L-1	8.0	6.5	4.0	20.05.	6.0	6.5	8.5	1.0	5.3	X
L-2	8.5	7.5	4.0	17.05.	6.0	7.0	8.0	1.0	4.8	X
L-3	8.3	4.3	4.8	20.05.	5.7	7.3	7.3	1.0	5.4	X
L-4	8.0	6.0	4.0	17.05.	5.0	6.0	7.9	1.0	5.2	X
L-5	8.3	6.7	4.0	15.05.	8.0	6.5	7.4	1.0	5.2	X
Vulpina (Standarts) Standard	8.5	8.5	3.5	14.05.	8.0	5.5	7.5	1.0	4.5	X

2. tabulas noslēgums *The end of Table 2*

Parauga numurs <i>Sample number</i>	Pazīmes* vērtība <i>Feature's value</i> *									
	1*	2**	3 ^{3*}	4 ^{4*}	5 ⁵	6 ⁶	7 ⁷	8 ⁸	9 ⁹	10 ¹⁰
Miežabrālis <i>Phalaris arundinacea</i> L.										
Mb-1	9.0	8.0	3.7	31.05.	7.3	8.5	7.7	1.0	7.3	X
Mb-2 Brigena	9.0	8.0	3.5	29.05.	8.0	8.5	8.8	1.0	8.0	X
Bamse (Standarts) <i>Standard</i>	9.0	8.5	3.5	31.05.	6.5	8.3	8.8	1.0	8.0	X

*Paskaidrojumi *Explanations*:

*1 Ziemcietība (1 – iznīcis, 9 – nav bojāts). *Winter hardiness* (1 – decay, 9 – none damaged).

**2 Ataugšana pavasarī (1 – vāja, 9 – ļoti strauja). *Regrowth in the spring* (1 – very slow, 9 – very rapid).

³*3 Lapas krāsa pavasarī (1 – gaiši zaļa, 9 – tumši zaļa). *Leaf color in the spring* (1 – very light green, 9 – very dark green).

*4 Ziedkopu parādīšanās laiks (plaukšanas sākums) (datums). *Time of inflorescence emergence* (date).

*5 Stiebru skaits (1 – ļoti maz, 9 – ļoti daudz). *Culm number* (1 – very few, 9 – very much).

*6 Slimību izturība vasarā (1 – vāja, 9 – neslimo). *Disease persistence in the summer* (1 – highly damaged, 9 – healthy).

*7 Zelmeņa augstums atālā (1 – zems, 9 – augsts). *Sward length in the aftermath* (1 – low, 9 – high).

*8 Stiebru veidošana atālā (1 – neveido, 9 – ļoti izteikta). *Culm development in the aftermath* (1 – none culm, 9 – very pronounced).

*9 Slimību izplatība rudenī (1 – vāja, 9 – neslimo). *Disease persistence in the autumn* (1 – highly damaged, 9 – healthy).

*10. Slimību izplatība rudenī: *Puccinia* sp. – rūsas (lapu un stiebru) (1 – stipri bojāti, 9 – veseli). *Disease persistence in the autumn: Puccinia coronata – Crown rust* (leaves, culms) (1 – highly damaged, 9 – healthy).

Skrīveru kolekcijās ir daudz zālaugu sugu un to populāciju. Izpētes darbs ir jāturpina. Turpmāk lielāka uzmanība jāpievērš mazāk pētītajām sugām, piemēram, bezakotu lācauzai (*Bromus inermis* Leyss.), augstajai dižauzai (*Arrhenatherum elatius* L.), jāturpina skareņu, parastās un baltās smilgas novērtēšana, izpēte un nodošana Latvijas kultūraugu gēnu bankā.

Secinājumi

1. Latvijā sastopama ļoti liela daudzgadīgo stiebrzāļu sugu dažādība, taču saimnieciskās darbības, apmežošanas un aizaugšanas dēļ bioloģiskā daudzveidība ir apdraudēta.
2. Vietās, kur ierīkoti dabas liegumi, bioloģiskā daudzveidība teorētiski ir pasargāta, bet tai būtu nepieciešama reāla novērtēšana un rūpes par saglabāšanu.
3. Savvaļas populācijas un to daudzveidība ir vērtīgs un neaizvietojams selekcijas materiāls šobrīd un turpmāk, tāpēc viss vērtīgais izejmateriāls ir jā saglabā.
4. Darbs ar savvaļas populāciju atlasī, pazīmju nostiprināšanu un izvērtēšanu šķirņu salīdzinājumā ir bijis ilgstošs un rezultatīvs, līdz ar to vairākām sugām – miežabrālim, pļavas lapsastei un kamolzālei ir iespēja izveidot šķirni.

Izmantotā literatūra

1. AGPG: IBPGR/85/72. *Forage grass descriptors*. March (1985), p. 30.
2. Chapman G. P. (1996). *The biology of grasses*. Wallingford, UK: CAB International.
3. Plant Genetic Resources and Database. [Tiešsaiste] [skatīts: 2007. g.]. Pieejams: <http://www.igergru.bbsrc.ac.uk/welcome/gru/collaboration/agris/download/download.htm>
4. Barones R. F., Nelson C. J., Collins M., Moore K. J. (2003). *Forages. Structure and Morphology of Grasses*. Chapter 2. USA: Iowa State Press, Volume I, p. 25–49.
5. Tērauds V. (1958). *Pļavas un ganības*. LVI: Rīga, 440. lpp.

SARKANĀ UN BASTARDA ĀBOLIŅU ŠĶIRŅU IZTURĪBA KAILSALA APSTĀKĻOS 2013.–2014. GADA ZIEMĀ

Biruta Jansone, Sarmīte Rancāne, Aldis Jansons, Aija Rebāne, Gaļina Jermuša

LLU Zemkopības zinātniskais institūts

sarmite.rancane@inbox.lv

Ievads

Šķirne ir kultūraugu īpatņu kopums ar noteiktām iedzīmstošām īpašībām, ko apzināti radījis cilvēks, lai celtu ražību un uzlabotu kvalitāti. Katra šķirne tiek veidota audzēšanai konkrētos augsnes, klimata un mēslošanas apstākļos. Šajā vidē parasti arī vislabāk izpaužas attiecīgās šķirnes genotipa noteiktās iespējas stabilu ražu iegūšanā. Tāpēc arī nav pārsteigums, ka viena un tā pati šķirne var būt ražīga un ziemcietīga vienā augsnes vai klimata zonā, bet neizturīga un mazražīga citā. Pateicoties kultūraugu selekcijai, nereti daudzu šķirņu augi spēj attīstīties un dot augstas ražas arī pavisam citos apstākļos, tad mēs runājam par šķirnes plastiskumu – tā ir spēja pielāgoties dažādiem ārējās vides apstākļiem. Taču ne vienmēr uz to var paļauties, tādēļ drošāk ir apzināties: katra šķirne jāaudzē tur, kur augsnes sastāvs un tās īpašības, klimatiskie apstākļi un agrotehnikas paņēmieni vislabāk atbilst konkrētās šķirnes prasībām.

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums

Zemkopis allaž ar bažām gaida, kāda būs ziema, kā tā ietekmēs dažādu kultūraugu pārziemošanu. Ziemošanas apstākļi 2014. gadā gandrīz visā Latvijas teritorijā veidojās ekstremāli. Katru gadu ziemošanas periodā iznīkst daļa kultūraugu, taču šī gada nelabvēlīgo ziemošanas apstākļu dēļ ziemas rapsis un vairākas ziemas kviešu šķirnes aizgāja bojā masveidā. Arī daudzgadīgo zālaugu sējumiem šādi ziemošanas apstākļi bija īsts pārbaudījumu laiks. Rudens Latvijā bija lietains, augsne stipri piesūcās ar mitrumu. Neliels sals uznāca tikai 2013. gada novembra pēdējās un decembra pirmajās dienās. Dažas dienas izveidojās arī neliela sniega sega, kas strauji nokusa un visu decembri turpinājās silts laiks ar vidējo gaisa temperatūru 6–10 °C augstāku par normu. Visiem ziemāju tipa augiem turpinājās veģetācija, tie tērēja uzkrātās barības rezerves. Arī 2014. gada janvāra 1. dekāde bija līdzīga un likās, ka ziema vairs neatnāks, taču lielā daļā Vidzemes un arī Zemgalē jau 12. janvārī sākās sals, kas katru nakti arvien pieņēmas spēkā, sasniedzot –24 °C mēneša 3. dekādē. Daudzviet sniega nebija nemaz, valdīja pilnīgs kailsals, ko pavadīja spēcīgs ziemeļaustrumu un austrumu vējš. Augsne sasala arvien dziļāk un dziļāk. Nedaudz labvēlīgāka situācija veidojās Kurzemes pusē, kur janvāra vidū uzsnīga 12 cm bieza sniega sega, arī sals nebija tik stindzinošs. Atsevišķās vietās Latgalē arī zemi sedza neliela sniega kārtā, tādēļ kultūraugu ziemošana dažādās vietās bija stipri atšķirīga. Skrīveru pusē kailsals turpinājās gandrīz mēnesi.

Rezultāti

Informācija par to, ka kailsals un ziemeļaustrumu vēji ir nesuši postu kultūraugiem, ir atrodama literatūras avotos jau 17. un 18. gs., kad, glābjoties no tā, tika stādīti meži un veidotas aizsargjoslas (Vasiljevs, 1971). Ziemcietība un salizturība ir ziemāju kultūraugu šķirņu svarīgākā īpašība. Ja šķirne nav salizturīga vai ziemcietīga, ziemošanas periodā tā aiziet bojā un pārējām īpašībām vairs nav nozīmes. Salizturība ir augu spēja bez bojājumiem izturēt zemu negatīvu temperatūru un pēc sala izbeigšanās normāli turpināt savus fizioloģiskos procesus. Ja zemas temperatūras iedarbībā aiziet bojā kaut vai daļa no šūnām, tad tādu temperatūru sauc par nāvējošu. Audiem sasalstot, notiek šūnu atūdeņošanās, veidojas ledus kristāli gan starpšūnu telpās, gan uz šūnapvalka virsmas. Ja temperatūra pazeminās strauji, tad ledus kristāli veidojas arī šūnā. Temperatūras nāvējošā ietekme uz šūnām ir lielāka, ja temperatūra ir zemāka, ja tā straujāk pazeminās un ilgāk pastāv, ja audi straujāk atkūst pēc sasalšanas (Mauriņa, 1987). 2014. gada ziemošanas periodā bija novērojamas visas šīs pazīmes.

Liela nozīme augu ziemcietībā ir tam, ka cerošanas mezgli un sakņu kakliņi atrodas augsnē. Tuvojoties ziemošanas periodam, āboliņam, lucernai u. c. notiek augšanas pumpura „ierakšanās” augsnē, kas tos daļēji pasargā no izsalšanas, pateicoties augsnes izdalītajam siltumam, kamēr citiem augiem (piem., rododendriem), lapas saritinās caurulītēs. Tas ļauj stipri samazināt iztvaikojošo virsmu un palielinās ziemcietība. Raksturīga augu pielāgošanās pazīme ir tā, ka liela

daļa dzinumam (sakneņu) atrodas zem augsnes, lai aizsargātos no sala (ložņu vārpata, sarkanā auzene, austrumu galega). Arī lapu nomešana rudenī ir pielāgošanās īpašība.

Katra auga ziemcietība var būt lielāka vai mazāka atkarībā no tā iedzimtības, augšanas un ziemšanas apstākļiem, attīstības fāzes, augsnes īpašībām un izmantotās audzēšanas tehnoloģijas. Mitruma trūkums augsnē, kā arī pārlicēgs tā daudzums, slikti ietekmē augu ziemšanu.

Jāņem vērā, ka ziemojošiem augiem jānodrošina racionāla agrotehnika. Periodā pirms ziemšanas augiem jābūt pilnīgi apgādātiem ar nepieciešamajiem barības elementiem, ūdeni un gaisu. Rudenī augu šūnās jāuzkrājas plastisko vielu rezervēm, bet šis process var notikt tikai tad, ja intensīvi noris fotosintēze un vienlaikus ir ierobežota augšana. Ja augiem trūkst kāds barības elements vai tie nav nodrošināti vajadzīgā daudzumā ar ūdeni un gaisu, fotosintēze tiek nomākta. Augu dzīvības spējas sliktā agrofonā ir zemākas, tos vairāk bojā dažāda veida sēņu un baktēriju ierosinātas slimības, bet labi nodrošināti augi ir plastiskāki, labāk spēj pārdzīvot nelabvēlīgos apstākļus.

Tabula

Āboliņa šķirņu vērtējums 1. lietošanas gada pavasarī

N.p.k.	Šķirne	Izcelsmes valsts	Ziemcietības vērtējums		Zaļās masas raža	
			%	balles (0–10)	t ha ⁻¹	% pret K
Agrīnā sarkanā āboliņa šķirnes						
1.	Arija (kontrolē)	Latvija	79	8.00	61.00	100
2.	Skrīveru tetra	Latvija	77	7.50	67.83	111
3.	Kaive	Latvija	87	8.50	74.90	123
4.	Ustoilivij	Baltkrievija	42	4.50	37.47	61
5.	Blizard	Čehija	58	6.50	56.73	93
6.	Atlantis	Dānija	20	3.00	25.97	43
7.	Amos	Čehija	50	6.00	39.27	64
8.	Dajana	Polija	33	4.00	34.57	57
9.	Nike	Polija	15	2.00	22.70	37
Vēlīnā sarkanā āboliņa šķirnes						
10.	Jancis (kontrolē)	Latvija	79	8.00	58.83	100
11.	Raunis	Latvija	79	8.00	54.50	93
12.	Dižstende	Latvija	67	7.00	48.28	82
13.	Sadunai	Lietuva	68	7.00	52.00	88
14.	Radviļai	Lietuva	77	7.00	54.50	93
15.	Sandis	Latvija	86	8.00	64.25	109
16.	Arimaičiai	Lietuva	50	5.50	42.17	72
17.	Dīvaļa	Latvija	58	6.50	56.93	97
Bastardāboliņa šķirnes						
18.	Menta (kontrolē)	Latvija	84	8.00	42.38	100
19.	Lomia	Lietuva	70	7.00	36.37	86
20.	Fricis	Latvija	73	7.50	49.42	117
21.	Aurora	Kanāda	45	5.50	32.30	76

Kā atzīmē J. Lielmanis (1962), sarkanā āboliņa ziemcietība Latvijas klimatiskajos apstākļos ir ievērojami labāka par ziemas kviešiem, un var sacensties ar rudziem, tomēr 1959. gada decembra kailsalā atsevišķas āboliņa šķirnes izsala vairāk nekā rudzi. Tam par iemeslu dažviet bija āboliņu vēlā sēja, kad daudzos rajonos tie sadīga tikai uz rudens pusi, tādējādi vāji attīstījušies āboliņa augi ziemas kailsalā pilnīgi aizgāja bojā. Ja, iestājoties ziemšanas periodam, āboliņš ir vāji attīstījies, ar niecīgu lapu rozeti pie sakņu kakliņa, tad to no izsalšanas nepasargā arī sniega sega. Der zināt, ka vēlīnais āboliņš ir ziemcietīgāks par agro, tādēļ allaž esam ieteikuši mūsu valsts ziemeļu reģioniem izvēlēties vēlā āboliņa šķirnes, kuras labāk pārdzīvo bargākus klimatiskos apstākļus. Daudzos pētījumos pierādīts, ka āboliņš ziemo labāk, ja, ziemai iestājoties, vairums augu atrodas lapu rozetes fāzē un nav attīstījis stiebrus, pumpurus, ziedus. Šādus augus sauc par ziemājīgā tipa augiem (Lielmanis, 1962). Selekcijas ceļā ir plašas iespējas palielināt ziemājīga tipa augu īpatsvaru ne vien vēlā, bet arī agrā āboliņa populācijā un tādējādi kāpināt to ziemcietību.

Augu ziemcietības izmainīšanā svarīga loma ir iedzimtībai, kā arī videi, kur tie veidojušies. Siltākās zemēs izveidotās sugas un šķirnes ir daudz neizturīgākas ekstremālos klimatiskos apstākļos nekā tās, kuras ir augušas un veidotas tepat.

Latvijā ir izveidotas 9 dažāda agrinuma sarkanā āboliņa šķirnes. Izmēģinājumos Skrīveros ir iekļautas arī vairākas citās valstīs izaudzētās šķirnes. Šī gada īpašie ziemošanas apstākļi parādīja, ka dienvidnieciskākas izcelsmes (Lietuva, Čehija, Vācija) šķirnes ir ievērojami sliktāk pārcietušas neparasto ziemu, bet Latvijā veidotās gan agrās: 'Arija', 'Kaive', 'Skrīveru tetra'; gan vidējās: 'Jancis', 'Raunis'; gan vēlās: 'Sandis', 'Dīvajā', ir saglabājušās 85–90%, tās ir veselīgas, labi attīstās zelmenī un nodrošina augstas zaļās masas ražas (tab.). Plašākos sēklu lauku sējumos var priecāties par spirtgo jaunās, agrās šķirnes 'Marita' zelmeni, arī agrās šķirnes 'Arija' sēklu lauku. Tomēr atsevišķi augi, kas bija veselīgi un labi pārziemojuši, maija sākumā sāka vīst un iet bojā no inficēšanās ar āboliņa vēzi, bet tas būtiskus zaudējumus neradīja.

Veicot aptauju un pārrunas dažādos novados, ir noskaidrots, ka gan sēklaudzētāji, gan arī lopbarības ražotāji nesūdzas par sliktu zālaugu pārziemošanu, vien atsevišķās vietās, atsevišķi lauki, kuros ir augušas siltummīlošākās stiebrzāles, tādas kā ganību airene un tās atsevišķi krustojumi (hibrīdā airene, auzeņairene), ir paretojušies vai stiprāk cietuši. Arī Skrīveru laukos sarkanā āboliņa izretošanās ir lokāla un stipri atkarīga no lauka novietojuma, atrašanās vietas un augsnes īpašībām.

Labāk saglabājies zelmenis ir reljefa zemākajās vietās, kas aizsargātas no austrumu vējiem, pie meža, krūmiem, birzēm, arī laukos, kur virsauga rugāji ir garāki.

Arī siltumu mīlošā lucerna gan Skrīveru laukos, gan citos reģionos labi pārdzīvojuši šos ekstremālos apstākļus un tikai atsevišķi augi mazāk aizsargātās vietās ir cietuši.

Dažādu kultūraugu selekcionāri ir apmierināti ar šādiem īpašiem ziemošanas apstākļiem, jo tas sekmē atlasīt izturīgākos, veselīgākos, salcietīgākos augus, lai veidotu jaunas šķirnes arī šādiem bargiem klimatiskajiem apstākļiem.

Secinājumi

1. Šķirnei ir svarīga nozīme augu ziemcietībā kailsala apstākļos. Labākos ziemošanas rezultātus 2013./2014. gada apstākļos uzrādīja Latvijā veidotās sarkanā un bastardāboliņa šķirnes salīdzinājumā ar dienvidnieciskas izcelsmes šķirnēm.
2. Ziemošanas periodā 2014. gadā vislabāk zelmenī saglabājās sarkanā agrā āboliņa tetraploīdā šķirne 'Kaive', kurai izziemoja 87% augu; vēlā diploīdā šķirne 'Sandis' – 86% un bastardāboliņa šķirne 'Menta' – 84% augu.

Izmantotā literatūra

1. Lielmanis J. (1962). Šķirne kā faktors ziemāju labību un āboliņa ziemcietības kāpināšanā. *No: Augu ziemcietība*. Zinātņu akadēmijas izdevums, 57.–68. lpp
2. Mauriņa H. (1987). *Augu fizioloģija*. Rīga: Zvaigzne, 326.–334. lpp
3. Vasiljevs J. (1971). *Kā ziemo augi*. Rīga: Liesma, 135. lpp.

NEZĀĻU SUGU IZPLATĪBA GRAUDAUGU SĒJUMOS KURZEMĒ WEED SPECIES OCCURRENCE IN CEREAL SOWINGS IN KURZEME REGION

Solveiga Maļecka, Margita Damškalne
Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts
solveiga.malecka@stendeselekcija.lv

Abstract. According to the Framework Directive 2009/128/EC on the sustainable use of pesticides, farmers have to follow integrated pest management principles compulsory since January 1, 2014. The data from monitoring of weed population are relevant for successful integrated weed management. Cereals were the main crops grown in the surveyed fields (73%–81% of all the fields visited) in Kurzeme region. During the time period 2013–2014 the average weed density in the cereal fields was 89 pcs m⁻² identifying 21 various weed species. Approximately 50%–60% annual broad-leaved species and approximately 10%–20% perennial grass weed species were found. *Elymus repens* (L.) Gould, *Viola arvensis* Murray, *Polygonum convolvulus* L., *Centaurea cyanus* L. were dominant weed species in the surveyed cereal fields in Kurzeme region.

Key words: weed survey, weed occurrence, dominant weed species, cereal.

Ievads

Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2009/128/EK nosaka, ka visās Eiropas Savienības dalībvalstīs, sākot ar 2014. gada 1. janvāri, ir jāsaņem saskaņā ar integrētās augu aizsardzības principiem. Latvijā bija nepieciešams veikt sējumu nezālainības monitoringu, jo integrētās nezāļu ierobežošanas programmas iesaka ņemt vērā kaitīgo organismu monitoringa datus. Latvijā nezāļu ierobežošanai lietoto herbicīdu izvēli visbiežāk nosaka produktu cena un pieejamība tirgū, taču svarīgi, izvēloties herbicīdus, ir noteikt nezāļu sugu spektru, kultūrauga un nezāļu attīstības stadijas attiecīgajā sējumā vai stādījumā.

Latvijā arī agrāk ir veikti nezāļu sugu skaita un sastāva dinamikas pētījumi labību sējumos. No 1947. gada līdz 1982. gadam to veica V. Gurskis, A. Rasiņš, M. Tauriņa u. c. pētnieki. Latvijas Lauksaimniecības universitātes laukopības katedras pētnieki nezāļu ikgadējas uzskaites Kurzemes un Zemgales novadu saimniecībās uzsāka 1994. gadā, veicot nezālainības izmaiņu un to cēloņu analīzi. Šajos gados padomju kolektīvo saimniecības veidu nomainīja privātas saimniecības ar atšķirīgu materiāli tehnisko nodrošinājumu. Deviņdesmito gadu beigās ievērojami pieauga herbicīdu lietošanas apjomi, palielinājās labību sējumu īpatsvars kopējā sējumu struktūrā un zemnieku saimniecības diferencējās. Minēto faktoru ietekmē samazinājās sējumu piesārņotība ar nezālēm. Pētījumos konstatētas ievērojamas izmaiņas nezāļu skaitā un sugu sastāvā, piemēram, 2000. gadā no kopējā lauku skaita jau 27% labību sējumu vairs nebija konstatēta ložņu vārpata (*Elytrigia repens* (L.) Gould.) (Lapiņš *et al.*, 2002).

Šobrīd Latvijā trūkst informācijas par nezāļu sugu sastāvu un to izplatības līmeni laukaugu sējumos pēdējā desmitgadē, kad lauksaimniecībā, izmantojot jaunas tehnoloģijas, ir notikušas lielas pārmaiņas. Nezāles ne tikai konkurē ar kultūraugiem, nodarot kaitējumu lauksaimnieciskajai ražošanai, bet arī veido augu daudzveidību. Daudzās Eiropas valstīs dažas nezāļu sugas pieskaitāmas reto un izmirstošo augu grupai. Piemēram, Čehijā 8 nezāļu sugas ir izmirušas un 84 sugas uzskatāmas par izmirstošām, bet Vācijā no 250 līdz 300 nezāļu sugām aptuveni trešdaļa ir apdraudēta (Kolarova *et al.*, 2013).

Publikācijas mērķis ir analizēt nezāļu populāciju sastāvu, dominējošās sugas un to izplatības līmeni graudaugu sējumos monitoringa saimniecībās Kurzemē.

Materiāli un metodes

Pētījumi par nezāļu sugu skaitu un izplatību Kurzemē veikti 2013. un 2014. gadā graudaugu sējumos 15 novada monitoringa saimniecībās Zemkopības Ministrijas Eiropas Lauksaimniecības fondu lauku attīstībai (ELFLA) projekta „Nezāļu izplatības ierobežošana integrētās augu aizsardzības sistēmā laukaugu kultūru sējumos un stādījumos, sekmējot vides un resursu ilgtspējīgu izmantošanu” ietvaros. Augu maiņu, audzēšanas tehnoloģiju, kā arī nezāļu ierobežošanas pasākumus izvēlējās saimniecības īpašnieki atbilstoši saimnieciskās darbības interesēm. Monitoringa vietās nezāļu uzskaitē noteikta pēc A. Rasiņa un M. Tauriņa izstrādātās sastopamības metodes (Rasiņš, Tauriņa, 1982), uzskaiti veicot vienu reizi veģetācijas periodā

(jūnija III dekāde – jūlija II dekāde) un nosakot nezāļu populācijas sastāvu, dominējošās sugas, to izplatības līmeni graudaugu sējumos. Uzskaitē lietoti II veidā izliekti kvadrātiski uzskaites rāmīši (200 cm²). Nezāļu sugas bioloģiskajās grupās iedalītas pēc to morfoloģiskajām īpašībām (divdīgļlapju un viendīgļlapju) un mūža ilguma (īsmūža un daudzgadīgās). Detalizētāka informācija par pētījuma metodiku zinātniski praktiskās konferences rakstos (Mintāle u. c., 2014).

Rezultāti un diskusijas

Kurzemē monitoringa saimniecībās abos pētījuma gados apsekoti 90 lauki, 2013. gadā 81% un 2014. gadā 73% no apsekotajiem laukiem bija audzēti graudaugi. Apsekotajās saimniecībās visvairāk audzēti ziemas kvieši un vasaras mieži (1. tab.).

1. tabula Table 1

Graudaugu sējumu īpatsvars no apsekotajiem laukiem, %
The proportion of the cereals in the surveyed fields, %

Graudaugi Cereals	2013	2014
Ziemas kvieši <i>Winter wheat</i>	30	25
Mieži <i>Spring barley</i>	21	20
Vasaras kvieši <i>Spring wheat</i>	13	13
Rudzi <i>Winter rye</i>	9	9
Auzas <i>Oats</i>	8	6

Galvenais apsekoto saimniecību specializācijas virziens ir augkopība (60% no visām apsekotajām saimniecībām), bet 40% saimniecību: augkopība–lopkopība. Saimnieku anketēšanas rezultātā iegūtā informācija liecina, ka 4 no apsekotajām saimniecībām ir mazās – ar apsaimniekojamo zemju platību līdz 100 ha, 7 saimniecības ar 100–500 ha, 3 saimniecības – 500–1000 ha, bet 1 saimniecība bija lieluma grupā virs 1000 ha. Nezāļu biežība graudaugu sējumos 2013. gadā bija vidēji 93 gab. m⁻², bet 2014. gadā – 85 gab. m⁻². Graudaugu sējumos konstatēto nezāļu sugu skaits vidēji vienā laukā 2013. gadā bija nedaudz lielāks – 23 sugas, salīdzinot ar 2014. gadu, kad konstatēja 19 nezāļu sugas vidēji vienā laukā (2. tab.).

2. tabula Table 2

Nezāļu un to sugu skaits vidēji vienā laukā graudaugu sējumos, gab. m⁻²
Number of weeds and weed species recorded per field average in cereal fields, plants m⁻²

Graudaugi Cereals	Nezāļu skaits, vidēji gab. m ⁻² Number of weeds, average plants m ⁻²		Nezāļu sugu skaits vienā laukā, gab. Number of weed species per field, average	
	2013	2014	2013	2014
Ziemas kvieši <i>Winter wheat</i>	76	87	19	18
Mieži <i>Spring barley</i>	97	92	24	21
Vasaras kvieši <i>Spring wheat</i>	75	58	22	15
Rudzi <i>Winter rye</i>	113	94	27	21
Auzas <i>Oats</i>	103	93	22	20

Graudaugu sējumos īsmūža divdīgļlapju nezāles bija 50% līdz 60% no kopējā nezāļu skaita. Ziemas un vasaras kviešu sējumos, kā arī auzu sējumos lielā skaitā konstatēja arī daudzgadīgos viendīgļlapjus, no kuriem dominēja ložņu vārpata (3. tab.).

Daudzi **ziemas kviešu** sējumi Kurzemē salīdzinoši bargo ziemošanas apstākļu dēļ 2014. gadā bija izretināti, tā rezultātā vidējais nezāļu skaits sējumā bija lielāks nekā iepriekšējā gadā (skat. 2. tab.). Ziemas kviešu sējumos konstatētā nezāļu biežība bija no 24 gab. m⁻² līdz 155 gab. m⁻² 2013. gadā un no 18 gab. m⁻² līdz 188 gab. m⁻² 2014. gadā.

3. tabula Table 3

Nezāļu grupu īpatsvars graudaugu sējumos vidēji divos gados, %
The proportion of different weed groups in cereals in average in two years, %

Nezāļu grupas <i>Groups of weeds</i>	Ziemas kvieši <i>Winter wheat</i>	Mieži <i>Spring barley</i>	Vasaras kvieši <i>Spring wheat</i>	Rudzi <i>Winter rye</i>	Auzas <i>Oats</i>
Īsmūža divdīgļlapji <i>Annual broad-leaved species</i>	54	66	51	69	65
Daudzgadīgie divdīgļlapji <i>Perennial broad-leaved species</i>	7	14	13	15	10
Īsmūža viendīgļlapji <i>Annual grass species</i>	12	4	3	2	1
Daudzgadīgie viendīgļlapji <i>Perennial grass species</i>	23	8	26	10	20
Kosu dzimta <i>Horsetail genera</i>	5	7	8	4	4

Ziemas kviešu sējumos dominējošā nezāļu suga 2013. gadā bija ložņu vārpata – vidēji 21 gab. m⁻², bet 2014. gadā lauka vijolīte (*Viola arvensis* Murray) – vidēji 16 gab. m⁻², jo sējumu kopšanā lietotajiem herbicīdiem bija vāja iedarbība lauka vijolītes ierobežošanā. Lielā skaitā bija sastopamas tādas īsmūža divdīgļlapju nezāles kā tūruma veronika (*Veronica arvensis* L.), izplestā balodene (*Atriplex patula* L.), baltā balanda (*Chenopodium album* L.), ķeraiņu madara (*Galium aparine* L.) u. c. (4. tab.).

4. tabula Table 4

Dominējošās nezāļu sugas ziemas kviešu sējumos
Dominant weed species in winter wheat fields

Dominējošās nezāļu sugas <i>Dominant weed species</i>	Nezāļu skaits vidēji, gab. m ⁻² <i>Average number of weeds, plants m⁻²</i>	
	2013	2014
Lauka vijolīte (<i>Viola arvensis</i> Murray)	5.7	15.5
Tūruma veronika (<i>Veronica arvensis</i> L.)	2.5	5.4
Izplestā balodene (<i>Atriplex patula</i> L.)	1.9	4.0
Ķeraiņu madara (<i>Galium aparine</i> L.)	4.1	3.7
Maura sūrene (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	3.3	3.7
Baltā balanda (<i>Chenopodium album</i> L.)	1.1	3.5
Parastā virza (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	0.6	3.2
Tūruma kumelīte (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.)	1.5	2.8
Akļi (<i>Galeopsis</i> spp.)	2.3	1.8
Dārza vējgriķis (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	1.7	1.1
Zilā rudzupuķe (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	1.2	1.0
Tūruma mīkstpiene (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	1.3	0.3
Parastā rudzuzmilga (<i>Apera spica-venti</i> (L.) P.Beauv.)	4.1	7.3
Maura skarene (<i>Poa annua</i> L.)	2.1	2.6
Ložņu vārpta (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.)	21.2	11.7
Tūruma kosa (<i>Equisetum arvense</i> L.)	5.2	2.6

Sējuma nezālainību ietekmē dažādi faktori, viens no nozīmīgākajiem ir priekšaugi. Kurzemē ziemas kviešus visbiežāk audzē pēc vasaras miežiem (24%), pēc rapša (22%), 18% sēj atkārtoti un 36% audzē pēc citām kultūrām (vasaras kviešiem, kartupeļiem, zālājiem) vai papuves. Pētījumos Šveicē, Cīrihes un Bernes apkārtnē, audzējot ziemas kviešus pēc rapša, konstatētas 20 īsmūža divdīgļlapju nezāļu sugas un 11 daudzgadīgās divdīgļlapju nezāļu sugas, 1 īsmūža viendīgļlapju nezāļu suga un 2 daudzgadīgās viendīgļlapju nezāļu sugas. Šajos sējumos konstatēto īsmūža divdīgļlapju nezāļu spektrs: ganu plikstīņš (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), ķeraiņu madara, sārtā panātre (*Lamium purpureum* L.), ārstniecības kumelīte (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert), parastā virza (*Stellaria media* (L.) Vill.), lauka vijolīte, tūruma veronika, efejlapu veronika (*Veronica hederifolia* L.) (Streit *et al.*, 2003), bija līdzīgs arī ziemas kviešu sējumos Kurzemē konstatēto dominējošo sugu sastāvam (Lapiņš *et al.*, 2014). Abos gados ziemas kviešu sējumos no īsmūža viendīgļlapju nezālēm ievērojami lielā skaitā sastopama parastā rudzuzmilga

(*Apera spica-venti* (L.) P. Beauv.), jo saimnieki bieži vien neizvērtē savu lauku nezāļu sugu sastāvu un lieto herbicīdus, kas neierobežo minēto sugu. Tāpat daudzos laukos nebija ievērota augu maiņa un ziemas kvieši 2014. gadā tika audzēti atkārtoti. Ievērojami vairāk nezāļu konstatēts mazo saimniecību laukos, kuros bieži vien kultūraugu nodrošinājums ar barības elementiem jau ir zems. Dažkārt herbicīdi lietoti novēloti, kad nezāles jau bija pārsniegušas attīstības stadiju, kurā ir jutīgas pret lietotajiem ķīmiskajiem līdzekļiem.

Daudzi **ziemas rudzu** sējumi Kurzemē sliktu ziemošanas apstākļu dēļ 2013. gadā bija izretināti, taču, neskatoties uz to, saimnieki pieņēma lēmumu sējumus nepārsēt, kā arī nelietot herbicīdus, tā rezultātā vidējā nezāļu bieztība bija lielāka nekā 2014. gadā (2. tab.). Ziemas rudzu sējumos konstatētā nezāļu bieztība bija no 62 līdz 179 gab. m⁻² 2013. gadā un no 33 līdz 133 gab. m⁻² 2014. gadā. Ziemas rudzu sējumos dominējošā nezāļu suga 2013. gadā bija zilā rudzupuķe (*Centaurea cyanus* L.) (vidēji 11 gab. m⁻²) un 2014. gadā lauka vijolīte (vidēji 19 gab. m⁻²). Lielā skaitā bija sastopamas tādas īsmūža divdīgļlapju nezāles kā tīruma kumelīte (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip.), baltā balanda, dārza vējgriķis (*Polygonum convolvulus* L.), tīruma neaizmirstulīte (*Myosostis arvensis* (L.) Hill) (5. tab.).

5. tabula Table 5

Dominējošās nezāļu sugas ziemas rudzu sējumos
Dominant weed species in winter rye fields

Dominējošās nezāļu sugas <i>Dominant weed species</i>	Nezāļu skaits vidēji, gab. m ⁻² <i>Average number of weeds, pcr m⁻²</i>	
	2013	2014
Lauka vijolīte (<i>Viola arvensis</i> Murray)	2.1	18.8
Dārza vējgriķis (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	3.8	7.5
Zilā rudzupuķe (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	11.3	6.6
Baltā balanda (<i>Chenopodium album</i> L.)	7.8	5.6
Akli (<i>Galeopsis</i> spp.)	2.6	5.4
Ķeraiņu madara (<i>Galium aparine</i> L.)	1.1	5.0
Tīruma veronika (<i>Veronica arvensis</i> L.)	1.6	4.1
Tīruma kumelīte (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.)	4.9	3.9
Tīruma neaizmirstulīte (<i>Myosostis arvensis</i> (L.) Hill)	3.3	3.1
Vasaras žultszālīte (<i>Scleranthus annuus</i> L.)	3.0	0.0
Maura sūrene (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	5.0	2.9
Parastā virza (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	0.0	2.1
Izplestā balodene (<i>Atriplex patula</i> L.)	2.3	0.3
Parastā vībotne (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	4.3	3.1
Ložņu vārpata (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.)	10.9	5.3
Parastā rudzuzmilga (<i>Apera spica-venti</i> (L.) P.Beauv.)	3.9	0.4
Tīruma kosa (<i>Equisetum arvense</i> L.)	9.8	5.1

Visbiežāk rudzi sēti pēc ziemas kviešiem (25%), rapša (19%), atkārtoti (31%). Daži ziemas rudzu sējumi iesēti laukos, kur pirms tam bijušas atmatas (13%), kā rezultātā sējumos konstatēts augsts piesārņojums ar ložņu vārpātu un liela nezāļu sugu daudzveidība – līdz 39 dažādām nezāļu sugām vienā laukā 2013. gadā un 29 – 2014. gadā. Šādos sējumos konstatētas daudzas dabiskajās pļāvās augošas daudzgadīgās divdīgļlapju nezāļu sugas, piemēram, asinszāles (*Hypericum* spp.), parastais pelašķis (*Achillea millefolium* L.), podagras gārša (*Aegopodium podagraria* L.) un parastais rasaskrēsliņš (*Alchemilla vulgaris* L. s.l.).

Vasaras miežu sējumos Kurzemē vidējais nezāļu un sugu skaits abos gados bija līdzīgs (2. tab.). Vasaras miežu sējumos konstatētā nezāļu bieztība bija no 29 gab. m⁻² līdz 179 gab. m⁻² 2013. gadā un no 42 gab. m⁻² līdz 184 gab. m⁻² 2014. gadā. Vasaras miežu sējumos dominējošā nezāļu suga 2013. gadā bija dārza vējgriķis – vidēji 11 gab. m⁻², bet 2014. gadā – lauka vijolīte (vidēji 15 gab. m⁻²). Sējumos dominēja arī tādas īsmūža divdīgļlapju nezāles kā baltā balanda, ķeraiņu madara, tīruma veronika, saules dievkrēsliņš (*Euphorbia helioscopia* L.), tīruma kumelīte, sārtā panātre (6. tab.). Somijā vasarāju graudaugu sējumos pētīta nezāļu izplatība 1997.–1999. gadā un 2007.–2009. gadā (Salonen *et al.*, 2012), un dominējošo nezāļu sugu sastāvs (baltā balanda, akļi

(*Galeopsis* spp.), parastā virza un lauka vijolīte) bija līdzīgs Kurzemē konstatētajam. Mieži galvenokārt sēti pēc kartupeļiem (19%), vasaras kviešiem (19%), ziemas kviešiem (16%) un 16% atkārtoti.

Abos gados vasaras miežu sējumos no īsmūža viendīgļlapju nezālēm ievērojami lielā skaitā sastopama ložņu vārpata, visbiežāk sējumos, kas iesēti nesen apgūtās platībās. Šādos sējumos novēroti arī citi daudzgadīgie viendīgļlapji (pļavas timotiņš (*Phleum pratense* L.), daudzgadīgā airene (*Lolium perenne* L.)).

6. tabula Table 6

Dominējošās nezāļu sugas vasaras miežu sējumos
Dominant weed species in spring barley fields

Dominējošās nezāļu sugas <i>Dominant weed species</i>	Nezāļu skaits vidēji, gab. m ⁻² <i>Average number of weeds, pcr m⁻²</i>	
	2013	2014
Lauka vijolīte (<i>Viola arvensis</i> Murray)	10.6	14.6
Baltā balanda (<i>Chenopodium album</i> L.)	5.4	11.6
Dārza vējgriķis (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	11.4	5.4
Ķeraiņu madara (<i>Galium aparine</i> L.)	3.6	4.3
Tīruma veronika (<i>Veronica arvensis</i> L.)	1.7	3.3
Saules dievkrēsliņš (<i>Euphorbia helioscopia</i> L.)	1.6	2.4
Ārstniecības matuzāle (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	1.1	2.4
Ganu plikstiņš (<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.)	1.0	2.3
Parastā virza (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	0.5	2.3
Sārtā panātre (<i>Lamium purpureum</i> L.)	0.0	1.8
Tīruma aitene (<i>Lycopsis arvensis</i> L.)	3.1	1.6
Zilā rudzupuķe (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	5.2	1.4
Maura sūrene (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	2.5	0.9
Tīruma kumelīte (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch.Bip.)	2.2	0.9
Tīruma mīkstpiene (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	1.6	3.4
Parastā vībotne (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	2.5	2.8
Ložņu vārpata (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.)	10.3	8.2
Tīruma kosa (<i>Equisetum arvense</i> L.)	3.4	4.4

Vasaras kviešu un auzu sējumos Kurzemē vidējais nezāļu skaits un sugu skaits abos pētījuma gados bija līdzīgs (2. tab.). Vasaras kviešu sējumos konstatētā maksimālā nezāļu biežība abos gados bija gandrīz vienāda (144 gab. m⁻² un 145 gab. m⁻²), bet minimālā vienā sējumā konstatētā nezāļu biežība bija 35 gab. m⁻² 2013. gadā un 22 gab. m⁻² 2014. gadā. Vasaras kviešu sējumos dominējošā nezāļu suga abos gados bija ložņu vārpata – vidēji 23 un 12 gab. m⁻² (7. tab.). Visbiežāk sastopamie priekšaugi vasaras kviešiem bija mieži un ziemas kvieši.

7. tabula Table 7

Dominējošās nezāļu sugas vasaras kviešu sējumos
Dominant weed species in spring wheat fields

Dominējošās nezāļu sugas <i>Dominant weed species</i>	Nezāļu skaits vidēji, gab. m ⁻² <i>Average number of weeds, pcr m⁻²</i>	
	2013	2014
Lauka vijolīte (<i>Viola arvensis</i> Murray)	5.8	7.6
Dārza vējgriķis (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	2.8	3.0
Tīruma veronika (<i>Veronica arvensis</i> L.)	4.3	2.9
Baltā balanda (<i>Chenopodium album</i> L.)	2.5	2.5
Zilā rudzupuķe (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	0.6	2.4
Ķeraiņu madara (<i>Galium aparine</i> L.)	2.5	1.4
Sārtā panātre (<i>Lamium purpureum</i> L.)	1.9	1.3
Saules dievkrēsliņš (<i>Euphorbia helioscopia</i> L.)	1.5	1.3

7. tabulas noslēgums *The end of Table 7*

Dominējošās nezāļu sugas <i>Dominant weed species</i>	Nezāļu skaits vidēji, gab. m ⁻² <i>Average number of weeds, pcr m⁻²</i>	
	2013	2014
Velnarutku grābeklīte (<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.)	1.4	0.7
Ārstniecības matuzāle (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	1.8	0.5
Akļi (<i>Galeopsis</i> spp.)	1.6	0.3
Tīruma mīkstpiene (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	2.0	1.8
Ložņu vārpata (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.)	23.3	11.5
Tīruma kosa (<i>Equisetum arvense</i> L.)	4.3	6.0

Auzu sējumos konstatētā maksimālā nezāļu biežība bija 161 gab. m⁻² 2013. gadā un 125 gab. m⁻² 2014. gadā, bet minimālā: 38 gab. m⁻² 2013. gadā un 60 gab. m⁻² 2014. gadā. Auzu sējumos 2013. gadā dominēja ložņu vārpata (vidēji 30 gab. m⁻²), bet 2014. gadā lauka vijolīte – vidēji 12 gab. m⁻² (8. tab.).

Auzām bija sastopami astoņi dažādi priekšaugi (mieži, kukurūza, ziemas kvieši, auzas, griķi, kartupeļi u. c.).

8. tabula *Table 8*

Dominējošās nezāļu sugas auzu sējumos
Dominant weed species in oats fields

Dominējošās nezāļu sugas <i>Dominant weed species</i>	Nezāļu skaits vidēji, gab. m ⁻² <i>Average number of weeds, pcr m⁻²</i>	
	2013	2014
Lauka vijolīte (<i>Viola arvensis</i> Murray)	7.9	12.2
Sārtā panātre (<i>Lamium purpureum</i> L.)	5.1	8.2
Baltā balanda (<i>Chenopodium album</i> L.)	4.4	7.4
Ārstniecības matuzāle (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	0.4	7.0
Dārza vējgriķis (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	4.1	5.6
Tīruma kumelīte (<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.)	3.1	4.4
Ķeraiņu madara (<i>Galium aparine</i> L.)	3.3	4.2
Tīruma veronika (<i>Veronica arvensis</i> L.)	0.0	3.4
Parastā virza (<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.)	0.0	3.0
Maura sūrene (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	3.9	2.6
Akļi (<i>Galeopsis</i> spp.)	0.7	2.4
Zilā rudzupuķe (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	2.6	1.6
Tīruma aitene (<i>Lycopsis arvensis</i> L.)	2.4	1.6
Vīķi (<i>Vicia</i> spp.)	2.6	1.8
Tīruma usne (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	2.6	0.6
Ložņu vārpata (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.)	30.0	9.0
Tīruma kosa (<i>Equisetum arvense</i> L.)	5.4	2.4

Veicot apsekojumus Kurzemes reģionā, konstatēts, ka mazo saimniecību (apsaimniekojamā platība līdz 100 ha) laukos novērojama lielāka sugu daudzveidība, jo sējumi ir izretināti, mēslojuma normas nelielas, un nereti nezāļu ierobežošanai nav lietoti herbicīdi.

Secinājumi

1. Kurzemē graudaugu sējumos dominējošās īsmūža divdīgļlapju nezāles bija lauka vijolīte, dārza vējgriķis un zilā rudzupuķe.
2. Kurzemē graudaugu sējumos dominējošā daudzgadīgā viendīgļlapju nezāle bija ložņu vārpata.

Izmantotā literatūra

1. Kolarova M., Tyser L., Soukup J. (2013). Impact of site conditions and farming practices on the occurrence of rare and endangered weeds on arable land in the Czech Republic. *European Research Society*, Vol. 53, p. 489–498.
2. Lapiņš D., Bērziņš A., Putniece G., Koroļova J., Timofejeva I., Sanžarevska R., Sprincina A. (2014). Īsmūža divdīgļlapju nezāles atkārtotos un bezmaiņas ziemas kviešu sējumos Kurzemē

- un Zemgalē no 1997. līdz 2011. gadam. **No:** Līdzsvarota lauksaimniecība: LLU LF, Latvijas Agronomu biedrības, LLMZA organizētās zinātniski praktiskās konferences Raksti, 2014. gada 20.–21. februāris, Jelgava : LLU 44.–49. lpp.
3. Lapiņš D., Bērziņš A., Koroļova J., Sprincina A. (2002). Nezāļu skaita un sugu sastāva dinamika vasarāju labību sējumos Kurzemē un Zemgalē. **No:** *Agronomijas vēstis*, Nr. 4, Jelgava: LLU, 97.–101. lpp.
 4. Mintāle Z., Vanaga I., Dudele I., (2014). Sējumu nezālainības pētījumi Latvijā. **No:** Līdzsvarota lauksaimniecība: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti, 2014. gada 20.–21. februāris, Jelgava: LLU, 49.–54. lpp.
 5. Rasiņš A., Tauriņa M. (1982). *Nezāļu kvantitātes uzskaites metodika Latvijas PSR apstākļos*. Rīga: Latvijas PSR Lauksaimniecības ministrijas zinātniski tehniskās informācijas pārvalde, 24 lpp.
 6. Streit B., Rieger S. B., Stamp P., Richner W. (2003). Weed populations in winter wheat as affected by crop sequence, intensity of tillage and time of herbicide application in a cool and humid climate. *European Research Society*, Vol. 43, p. 20–32.

NEZĀĻU IZPLATĪBA GRAUDAUGU SĒJUMOS LATGALEĒ *DISTRIBUTION OF WEEDS IN CEREALS IN LATGALE REGION*

**Jevgenija Nečajeva, Ieva Dudele, Zane Mintāle, Anda Isoda-Krasovska, Jolanta Čūriške,
Kaspars Rancāns, Dainis Polis, Ilona Kauliņa, Olga Morozova, Liene Spuriņa**
Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs
zane.mintale@laapc.lv

Abstract. Long-term research of weed composition in cereal fields promote appropriate use of herbicides and implementation of integrated plant protection. LPPRC monitored weed species during 2013 and 2014 in 72 fields from 12 farms of different sizes in Latgale region. The research was conducted in the framework of the EAFRD project "Integrated pest management for weed control in arable crops for sustainable use of the environment and resources". Weed species composition, abundance and density of each weed species were determined. In both years cereals were the main crops in the investigated fields (71–72% from the total). In 2013 the main crop was winter wheat (31%), while in 2014 it was spring wheat (33%). The dominant annual broadleaf weed species was field pansy (*Viola arvensis* L.). The density of field pansy in 2014 was two times higher than in 2013. The dominant grass weed species was couch grass (*Elymus repens* (L.) Gould). The abundance and density of couch grass were similar in both years. In 2014 the abundance and density of windgrass (*Apera spica-venti* (L.) P.Beauv) were considerably higher than in 2013. Likewise, the abundance of wild oat (*Avena fatua* L.) was higher than in 2013.

Key words: weed survey, cereals, dominant weed species, conventional farming system, Latgale.

Ievads

Izmaiņas nezāļu sugu sastāvā, to biežībā un sastopamībā dažādos reģionos, kā arī dažādās lauksaimniecības kultūrās atspoguļo izmaiņas lauksaimniecībā izmantotajās agrotehniskajās metodēs, kā arī palīdz izvēlēties optimālas metodes integrētai nezāļu ierobežošanai.

Periodiski nezāļu sugu sastāva un to izplatības pētījumi Latvijā ir veikti kopš 1947. gada. Austrumlatvijas reģionā nezāļu uzskaitē iepriekš ir veikta 1994.–1996. un 1999. gadā (Lejiņš, Āboliņš, 2000). Dominējošā nezāļu suga graudaugu sējumos 1999. gadā veiktajā monitoringā bija ložņu vārpata (*Elymus repens* (L.) Gould), kuras skaits graudaugu sējumos variēja no 43.3 līdz 108.8 augiem uz m², atkarībā no audzētā kultūrauga. Kā vienas no graudaugu sējumos Austrumlatvijas reģionā sastopamākajām nezāļu sugām konstatētas arī tādas daudzgadīgās divdīgļlapju nezāļu sugas kā tīruma usne (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) un tīruma mīkstpiene (*Sonchus arvensis* L.). Ziemas rudzu un vasaras kviešu sējumos 1999. gadā no īsmūža divdīgļlapju nezālēm dominēja tīruma kumelīte (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.), ziemas kviešu – lauka vijolīte (*Viola arvensis* Murray), vasaras miežu – parastā virza (*Stellaria media* (L.) Vill.), bet auzu – balandas (*Chenopodium* spp.).

Ilggadēji nezāļu sugu sastāva pētījumi palīdz izvēlēties atbilstošus herbicīdus un saimniekot saskaņā ar integrētās augu aizsardzības principiem. Pētījums veikts 2013. un 2014. gadā ar Zemkopības ministrijas Eiropas Lauksaimniecības Fonda lauku attīstībai (ELFLA) projekta „Nezāļu izplatības ierobežošana integrētās augu aizsardzības sistēmā laukaugu kultūru sējumos un stādījumos, sekmējot vides un resursu ilgtspējīgo izmantošanu” atbalstu. Pētījuma mērķis: izstrādāt ieteikumus nezāļu ierobežošanai atbilstoši integrētās augu aizsardzības principiem ekonomiski nozīmīgāko laukaugu kultūraugu sējumos un stādījumos.

Materiāli un metodes

Nezāļu uzskaitē 2013. un 2014. gadā veikta pēc vienotas metodikas (Mintāle u. c., 2014). Abos pētījuma gados apsekoti 72 lauki 12 dažāda lieluma saimniecībās Latgales novadā.

Rezultāti un diskusijas

Apskotajos laukos abos pētījuma gados visbiežāk audzēti graudaugi (71–72% no apsekotajiem laukiem). Salīdzinot 2013. un 2014. gadā iegūtos datus redzams, ka 2013. gadā visbiežāk audzēti ziemas kvieši, bet 2014. gadā – vasaras kvieši.

Graudaugu sējumos, neatkarīgi no saimniecības lieluma, dominēja īsmūža divdīgļlapju nezāles (1. tab.). Daudzgadīgo viendīgļlapju nezāļu daudzums bija salīdzinoši lielāks mazajās (< 100 ha) saimniecībās, kurās bija lielāka vidējā ložņu vārpata biežība (2. tab.). Sējumos konstatēto nezāļu sugu skaits vidēji vienā laukā nedaudz lielāks bija 2014. gadā – 19 sugas, salīdzinot ar 15 sugām 2013. gadā. Salīdzinājumā ar 1999. gadā veikto nezāļu monitoringu, konstatēto nezāļu sugu skaits vidēji vienā laukā bija mazāks: tas liecina par plaša iedarbības spektra herbicīdu lietošanu šo lauku apsaimniekošanā.

1. tabula Table 1

Nezāļu grupas graudaugu sējumos dažāda lieluma saimniecībās
Abundance of different weed groups in cereal fields in different farm size groups

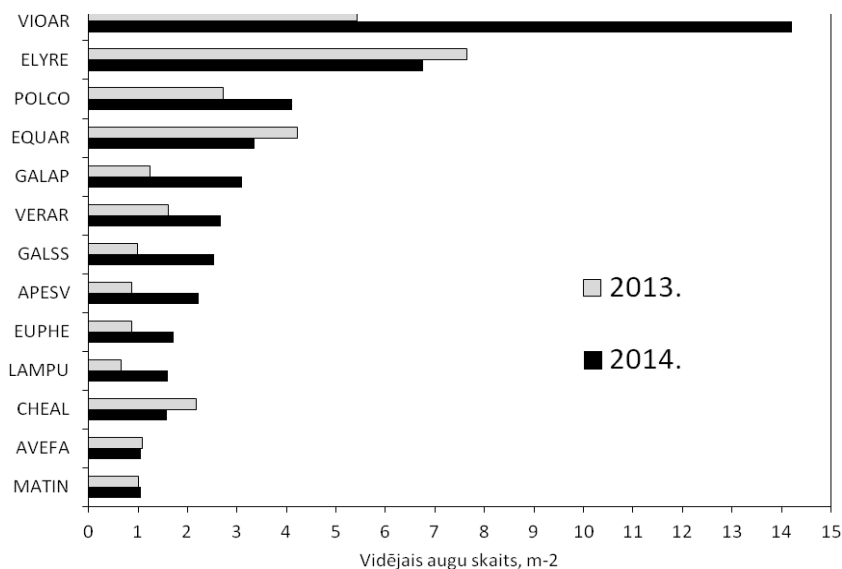
Nezāļu grupas	Kopējais katras grupas nezāļu skaits katrā saimniecību lieluma grupā, gab. m ⁻²			
	> 1000 ha	500–1000 ha	100–500 ha	<100 ha
1. Īsmūža divdīgļlapju nezāles	58.5	32.8	44.7	53.9
2. Daudzgadīgās divdīgļlapju nezāles	8.3	3.2	5.8	12.3
3. Īsmūža viendīgļlapju nezāles	3.0	6.5	5.0	5.5
4. Daudzgadīgās viendīgļlapju nezāles	6.0	2.9	8.8	15.8
5. Kosu dzimtas nezāles	2.3	2.3	4.1	3.1
6. Viendīgļlapji – negraudzāles	2.5	0.4	1.3	0.0

2. tabula Table 2

Dominējošās nezāļu sugas dažāda lieluma saimniecībās
Dominant weed species in different farm size groups

Nezāļu sugas	Dominējošo nezāļu skaits katrā saimniecību lieluma grupā, gab. m ⁻²			
	> 1000 ha	500–1000 ha	100–500 ha	<100 ha
Lauka vijolīte (<i>Viola arvensis</i> Murray)	11.5	8.8	15.2	21.1
Ložņu vārpata (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould)	6.0	2.4	8.5	14.0
Dārza vējgriķis (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	4.0	3.6	4.0	5.3
Tīruma kosa (<i>Equisetum arvense</i> L.)	2.3	2.3	4.1	3.1
Ķeraiņu madara (<i>Galium aparine</i> L.)	0.5	2.7	1.5	10.3
Tīruma veronika (<i>Veronica arvensis</i> L.)	5.5	1.8	3.3	0.5
Akļi (<i>Galeopsis</i> spp.)	1.8	4.1	2.5	1.4
Parastā rudzumilga (<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv)	0.5	3.2	2.4	1.0
Saules dievkrēsliņš (<i>Euphorbia helioscopia</i> L.)	1.8	1.7	1.6	2.3
Sārtā panātre (<i>Lamium purpureum</i> L.)	5.5	0.8	1.6	1.1

2014. gadā graudaugu sējumos Latgalē konstatēja vairāk nekā divas reizes lielāku lauka vijolītes biežību (1. att.), salīdzinot ar 2013. gadu. Vislielākā lauka vijolītes biežība 2013. gadā bija ziemas kviešu sējumos (vidēji 8.3 augi m^{-2}), salīdzinot ar vidējo biežību graudaugu sējumos kopumā (vidēji 5.4 augi m^{-2} , rēķinot vidējo biežību visos graudaugu sējumos). Savukārt 2014. gadā lauka vijolīte dominēja visos graudaugu sējumos, izņemot atsevišķus laukus. Šādu atšķirību no iepriekšējā gadā konstatētās lauka vijolītes biežības var izskaidrot ar kailsala ietekmi 2014. gada ziemā, kas radīja ievērojamus bojājumus ziemājiem, it īpaši ziemas kviešiem. Veiktajos apsekojumos novēroja lielu lauka vijolītes daudzumu tieši izretinātajās sējumu vietās un vietās, kur kultūraugs bija slukti pārziemojis.



1. att. Dominējošo nezāļu sugu biežība 2013. un 2014. gadā apsekotajos graudaugu sējumos Latgales reģionā.

Fig. 1. Average Number per square meter of the dominant weed species in cereals in 2013 and 2014 in Latgale region.

VIOAR – lauka vijolīte (*Viola arvensis* Murray); ELYRE – ložņu vārpata (*Elymus repens* (L.) Gould); POLCO – dārza vējgriķis (*Polygonum convolvulus* L.); EQUAR – tīruma kosa (*Equisetum arvense* L.); GALAP – ķeraiņu madara (*Galium aparine* L.); VERAR – tīruma veronika (*Veronica arvensis* L.); GALSS – akļi (*Galeopsis* spp.); APESV – parastā rudzuzmilga (*Apera spica-venti* (L.) P.Beauv); EUPHE – saules dievkrēsliņš (*Euphorbia helioscopia* L.); LAMPU – sārtā panātre (*Lamium purpureum* L.); CHEAL – baltā balanda (*Chenopodium album* L.); AVEFA – vējauza (*Avena fatua* L.); MATIN – tīruma kumelīte (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.

Ložņu vārpata (*Elymus repens* (L.) Gould) biežība vidēji graudaugu sējumos 2013. un 2014. gadā nebija atšķirīga, rēķinot vidējo biežību visos graudaugu sējumos, bet 2014. gadā tā bija zemāka vasaras kviešu sējumos. Kopumā ložņu vārpata biežība 2014. gadā bija vislielākā tajos laukos, kuros šo sugu konstatēja jau iepriekšējā gadā. Šajos laukos pirms graudaugu sējas nav lietoti glifosātu saturošie preparāti. Kā jau konstatēja iepriekšējā monitoringa gadā, ložņu vārpata izplatību var veicināt zālāja audzēšana, jo veidojas nezāles attīstībai labvēlīgi apstākļi. Stipri piesārņotos laukos izvēlētā augsnes apstrādes metode un vasaras vai ziemas rapša iekļaušana augu maiņā, kā arī herbicīdu lietošana nav bijusi efektīva ložņu vārpata ierobežošanai.

Salīdzinoši lielā skaitā graudaugu sējumu Latgales reģionā konstatēti arī dārza vējgriķis (*Polygonum convolvulus* L.) un tīruma kosa (*Equisetum arvense* L.). Ložņu vārpata, lauka vijolīte un dārza vējgriķis noteiktas kā dominējošās nezāļu sugas graudaugu sējumos arī Lietuvā (Rašomavicius, 2011), kas liecina par līdzīgām graudaugu sējumu apsaimniekošanas metodēm.

Graudaugu sējumos 2014. gadā novērota būtiski lielāka parastās rudzuzmilgas (*Apera spica-venti* (L.) P. Beauv.) biežība. Lielāka parastās rudzuzmilgas biežība konstatēta laukos, kuros audzēti ziemāji (ziemas kvieši, ziemas rudzi), kā arī laukos, kurus 2014. gada pavasarī pārsēja,

neveicot augsnes apstrādi pirms sējas. 2014. gadā parastā rudzuzmilga konstatēta laukos, kuros tā netika konstatēta iepriekšējā gadā. Savukārt laukos, kuros 2013. gadā audzēja ziemas kviešus, bet 2014. gadā – ziemas rapsi, parasto rudzuzmilgu 2014. gadā nekonstatēja, kas liecina par efektīvu selektīvu graminiētdu lietošanu rapša sējumu kopšanā.

Parastās rudzuzmilgas un vējauzas (*Avena fatua* L.) izplatība graudaugu sējumos lielākoties bija saistīta ar konkrētām saimniecībām, un tas nozīmē, ka ir jāpievērš uzmanība iespējamam šo nezāļu izplatīšanās ceļiem – ar sēklas materiālu, ar lauksaimniecības tehniku u. c. Ar parasto rudzuzmilgu 2013. gadā bija piesārņoti 26.9% no apsekotajiem graudaugu sējumiem, bet 2014. gadā – jau 49.0%. Ar vējauzu 2013. gadā bija piesārņoti 34.6% no apsekotajiem graudaugu sējumiem, 2014. gadā – 45.1%. Parastās rudzuzmilgas un vējauzas sastopamības pieaugums liecina par to, ka veiktie ierobežošanas pasākumi nav pietiekami efektīvi. Ir nepieciešama savlaicīga šo nezāļu noteikšana, lai varētu samazināt to izplatību, kamēr piesārņojums ir neliels, kā arī jānovērš sēkļu izplatīšanās.

Salīdzinājumā ar 1994.–1996. un 1999. gadā Austrumlatvijā veikto nezāļu monitoringu (Lejiņš, Āboliņš, 2000), ir samazinājusies tīruma kumelītes biežība, bet ložņu vārpata joprojām ir viena no dominējošām nezālēm: salīdzinot nezāļu biežību, 2014. gadā graudaugu sējumos tā ir otrajā vietā pēc lauka vijolītes.

Tīruma kumelītes īpatsvara samazināšanos var saistīt ar efektīvu herbicīdu lietošanu sējumos, savukārt ložņu vārpatas ierobežošana ar herbicīdiem nav tik efektīva. Lai samazinātu ložņu vārpatas daudzumu graudaugu sējumos, ir ieteicams iekļaut augu maiņā kultūraugu sējumus, kuriem ir pieejami efektīvi herbicīdi šīs nezāļu sugas ierobežošanai. Ar ložņu vārpata stipri piesārņotajos laukos ir ieteicams izvēlēties kādu no mehāniskās nezāļu ierobežošanas metodēm, piemēram, Dānijā un Somijā izstrādāto *KvikFinn* (*Kvik-Up*) un līdzīgas iekārtas, kuras sasmalcina un izceļ uz augsnes virsmas ložņu vārpatas sakneņus (Melander *et al.*, 2012; Lötjönen, Vihonen, 2014).

Tīruma kosas izplatība arī var būt saistīta ar efektīvu herbicīdu trūkumu. Tīruma kosas daudzumu var ierobežot intensīva konkurētspējīgo šķirņu kultivēšana, kas nodrošina kultūrauga lielu konkurētspēju ar kosu (CABI, 2014a).

Arī kopējā nezāļu biežība, īpaši daudzgadīgo divdīgļlapju nezāļu, graudaugu sējumos 2013.–2014. gadā bija mazāka nekā 1999. gadā veiktajā monitoringā (Lejiņš, Āboliņš, 2000), liecinot par efektīvu metožu izmantošanu šo sugu ierobežošanā. Salīdzinājumā ar 1996.–1999. gadā veikto monitoringu, 2014. un 2013. gadā konstatēja daudz mazāku tīruma usnes biežību. Novēroja, ka ar tīruma usni piesārņotie lauki 2013. un 2014. gadā bija tie, kuros konstatēja arī lielu ložņu vārpatas biežību. Tīruma usnes efektīvai ierobežošanai ir ieteicams herbicīdu lietošanu kombinēt ar dažādām augsnes apstrādes metodēm (CABI, 2014b). Iespējams, ka augsnes apstrādes agregātu modernizācija un glifosātu saturošu preparātu lietošanas apjomu pieaugums pēdējo 15 gadu laikā ir veicinājis tīruma usnes skaita samazināšanos graudaugu sējumos.

Pētījumā par īsmūža divdīgļlapju nezāļu dinamiku četrgadīgos atkārtotos ziemas kviešu sējumos konstatēts, ka priekšaug nav vienīgais faktors, kas nosaka sējumu nezāļainību (Lapiņš u. c., 2014). Apsekotajos graudaugu sējumos Latgalē vienas kultūras vairākus gadus atkārtoti sējumi nav bijuši, kā arī nav konstatēta sakarība starp priekšaugiem un kopējo nezāļainību vai atsevišķo divdīgļlapju nezāļu daudzumu laukos. Tā kā augu sekas ievērošana ir viens no svarīgiem integrētās nezāļu ierobežošanas paņēmieniem, ir nepieciešami tālāki pētījumi par priekšaugu un pielietotās agrotehnikas ietekmi uz dominējošo nezāļu sugu izplatību un kopējo nezāļu daudzumu sējumos.

Secinājumi

1. Nezāļu monitoringa rezultāti graudaugu sējumos Latgalē 2013. un 2014. gadā liecina par lauka vijolītes biežības palielināšanos, ko ietekmēja meteoroloģiskie apstākļi 2013. gada ziemā.
2. Ložņu vārpata ir dominējošā daudzgadīga viendīgļlapju nezāļu suga graudaugu sējumos, jo tās ierobežošanai pieejamās metodes netiek efektīvi izmantotas.
3. Graudaugu sējumos pieaug parastās rudzuzmilgas un vējauzas sastopamība, kas liecina par nepietiekamu šo nezāļu sugu ierobežošanu.

Izmantotā literatūra

1. CABI (2014a). *Equisetum arvense In: Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g.3. nov.] Pieejams: <http://www.cabi.org/isc/>

2. CABI (2014b). *Cirsium arvense* **In: Invasive Species Compendium**. Wallingford, UK: CAB International [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 3. nov.] Pieejams: <http://www.cabi.org/isc/>
3. Lapiņš D., Bērziņš A., Putniece G., Koroļova J., Timofejeva I., Sanžarevska R., Sprincina A. (2014). Īsmūža divdīgļlapju nezāles atkārtotos un bezmaiņas ziemas kviešu sējumos Kurzemē un Zemgalē no 1997. līdz 2011. gadam. **No: Līdzsvarota lauksaimniecība: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti, 2014. gada 20.–21. februāris, Jelgava, LLU, 44.–49. lpp.**
4. Lejiņš A., Āboliņš J. (2000). The weediness and its changes in fields of Eastern regions of Latvia. Transactions of the Estonian Agriculture University, p. 103–106.
5. Lötjönen T., Vihonen E. (2014). Mechanical control of *Elymus repens* – farm tests. Nordic Association of Agricultural Scientists, Vol 10, NJF Report, p. 8–12.
6. Melander B., Nørremark M., Fløjgaard E. (2012) A new concept for the control of *Elytrigia repens* in organic crop production. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 29. okt.] Pieejams: <http://orgprints.org/22277/>
7. Mintāle Z., Vanaga I., Dudele I. (2014). Sējumu nezālainības pētījumi Latvijā. **No: Līdzsvarota lauksaimniecība: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti, 2014. gada 20.–21. februāris, Jelgava, LLU, 49.–54.lpp.**
8. Rašomavicius V. (2011). An example of field vegetation survey from Lithuania. **In: Proceedings of 2nd Workshop of the EWRS Weed Mapping working group, September 21–23, 2011. Jokioinen, Finland, p. 18.**

***RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM* UN *GLOMUS* SP. IETEKME UZ CŪKU PUPU AUGŠANU**

THE EFFECT OF RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM AND GLOMUS SP. SYMBIOSIS ON GROWTH OF FABA BEANS

Laila Dubova, Ina Alsiņa, Daiga Sergejeva, Ruta Briede, Alise Šenberga
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
Laila.Dubova@llu.lv

Abstract. Legumes are an important source of protein in food and fodder, besides they are useful as forecrop. Many studies have been conducted on the efficiency of different *Rhizobium* sp. strains or *Glomus* sp. separately, but very little and contradictory information is available on the symbiosis of *Rhizobia* – *Glomus* – legume tripartite. The vegetation pot experiment was carried out to explain *Rhizobium leguminosarum* and *Glomus* sp. impact on vegetative parameters, chlorophyll content and water retention capacity of faba beans (*Vicia faba* var. *major* L.). The obtained results showed that shoot/root ratio increased in comparison with the control in all treatments. The treatment with mycorrhiza fungi improved water retention capacity in the broad bean leaves, increased the ratio between chlorophyll a and b, and increased the weight of root nodules. *Rhizobia* strain No. 23 was more effective in comparison with No. 407. The combination of *Glomus* sp. and *R. leguminosarum* promoted the increase of faba bean biomass.

Key words: *Vicia faba*, *rhizobia* strains, biomass, water retention, nodules

Ievads

Tauriņzieži ir ne tikai svarīgs proteīna avots pārtikā un lopbarībā, bet arī nozīmīgs priekšaug daudzziem kultūraugiem (Bārbals un Brosova, 2013). Latvijā laika posmā no 2007. līdz 2013. gadam pākšaugu sējumu platības palielinājušās 4.4 reizes. Pupas šajos sējumos vidēji aizņem ceturto daļu (aprēķināts pēc CSP datiem)⁵.

Būtisks pupu ražas un tās kvalitātes nodrošinātājs ir efektīva simbioze starp gumiņbaktērijām un saimniekaugu. Dažādos laika posmos Latvijā ir veikti pētījumi par gumiņbaktēriju ietekmi uz tauriņziežu ražību. Skaidrota ir gan atsevišķu gumiņbaktēriju celmu

⁵http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/lauks/lauks_ikgad__laukstrukt/015_paksaugi_LV.px/table/tableViewLayout1/?rxid=cdbc978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0

efektivitāte, gan ārējās vides apstākļu ietekme uz simbiozes efektivitāti, gan saimniekauga loma simbiozes nodrošināšanā. Efektīvai simbiotiskās sistēmas attīstībai ir nepieciešams saimniekaugus un gumiņbaktērijas nodrošināt ne tikai ar oglekli un slāpekli, bet arī ar citiem minerālelementiem un ūdeni. To veiksmīgi var realizēt ar mikorizas sēņu starpniecību. Diemžēl Latvijā pētījumu par arbuskulārās mikorizas un gumiņbaktēriju mijiedarbību uz pākšaugiem ir maz.

Rhizobium ģints baktērijas un arbuskulārās mikorizas sēnes gan atsevišķi, gan kopā palielina tauriņziežu ražu. Mikorizas sēņu hifas palielina sakņu absorbējošo virsmu, var absorbēt un transportēt augos vāji difundējošas barības vielas, piemēram, fosforu (Zahran, 1999; Franzini *et al.*, 2010).

Augu atbildes reakcija uz dubultsimbiozi ir atkarīga gan no katra mikrosimbionta bioloģiskajām īpašībām, gan auga sugas un šķirnes, kā arī visu šo faktoru mijiedarbības. Arbuskulārās mikorizas (AM) sēņu celmi var atšķirties pēc to spējas veicināt minerālvielu uzņemšanu saimniekaugā. *Rhizobium* ģints baktēriju un AM sēņu kombinācija ir būtiska pilnvērtīgai atmosfēras slāpekļa saistīšanai, kā arī minerālvielu un ūdens uzņemšanai augā. Ir pierādīts, ka atsevišķas mikrosimbiontu kombinācijas var būt būtiski efektīvākas par citām (Ruiz-Lozano, Azcon, 1993; Franzini *et al.*, 2010), saistot atmosfēras molekulāro slāpekli. Literatūrā atrodami dati, ka simbiotisko attiecību efektivitāte ir atkarīga arī no katra simbionta attīstības stadijas saimniekauga saknē (Mortimer *et al.*, 2008). Ūdens deficīts samazina minerālelementu difūziju, uzņemšanu saknēs un transportu saimniekaugā. Pētījumi apliecina, ka dubultsimbioze palielina saimniekauga sausumizturību (Franzini *et al.*, 2010).

Tomēr literatūrā pieejamie dati par simbiontu ietekmi uz saimniekaugu nav viennozīmīgi. Tā V. I. Franzini un viņa kolēģu (2010) pētījumā pierādīts, ka deviņās kombinācijās no sešpadsmit (divi gumiņbaktēriju celmi, divas *Glomus* sp. un četras pupiņu šķirnes) nav novērojams stimulējošais dubultsimbiozes efekts, salīdzinot ar apstrādi ar gumiņbaktērijām. Turklāt dažas no kombinācijām ir uzrādījušas negatīvu ietekmi uz pupiņu augšanu. I. Sampedro ar kolēģiem (2007) konstatējis atsevišķu gumiņbaktēriju vai AM sēņu pozitīvo ietekmi, bet ne dubultsimbiozes. Ir autori, kuri norāda uz AM kavējošo iedarbību gumiņu veidošanā (Aryal *et al.*, 2006; Mortimer *et al.*, 2006), kas izraisa simbiotiskās slāpekļa saistīšanas efektivitātes samazināšanos.

Pētījuma mērķis bija skaidrot *Rhizobium leguminosarum* un *Glomus* sp. ietekmi uz cūku pupu (*Vicia faba* var. *major* L.) veģetatīvajiem parametriem, hlorofilu saturu un ūdens aiztures spējām līdz augu ziedēšanas fāzei veģetācijas trauku izmēģinājumā.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi iekārtoti 5 L veģetācijas traukos 2014. gada vasaras–rudens sezonā. Veģetācijas trauki izvietoti Latvijas Lauksaimniecības universitātes Augsnes un augu zinātņu institūta polikarbonāta siltumnīcā. Veģetācijas traukos iepildīta augsne ar šādu minerālelementu saturu (mg L⁻¹): N-78, P-523, K-170, Ca-16150, Mg-3850, S-65, Fe-1920, Mn-170, Zn-10.5, Cu-6.5, Mo-0.08, B-0.4, pH KCl 7.6.

Izmēģinājumi iekārtoti 7 variantos un piecos atkārtojumos:

- kontrole,
- augsnē ievadīts gumiņbaktēriju 23. celms (attēlos – 23),
- augsnē ievadīts gumiņbaktēriju 407. celms (attēlos – 407),
- augsnē ievadīts komerciālais mikorizas sēņu maisījums (SYMBIOM) (attēlos – m),
- augsnē ievadīts 23. celms un komerciālais mikorizas sēņu maisījums (attēlos – m+23),
- augsnē ievadīts 407. celms un komerciālais mikorizas sēņu maisījums, (attēlos – m+407),
- augsnē pamatmēslojumā *Kristalon Yara* 18-18-18+3MgO+mikroelementi, deva 50 g m⁻² (attēlos – K+N)

Mikrosimbionti ienesti augsnē pirms sējas. Eksperimentos izmantota cūku pupu šķirne 'Karmazyn'. Katrā veģetācijas traukā iesēti pieci augi, kuri pēc sadīgšanas retināti, atstājot četrus.

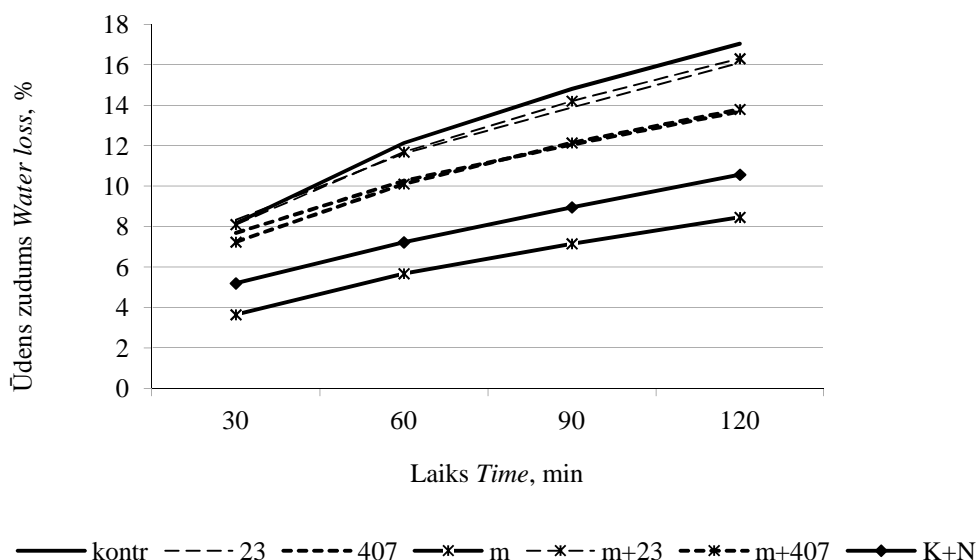
Ziedēšanas fāzes laikā, izmantojot Ārlanda metodi, pupām noteikta augu ūdens aiztures spēja. Lapas atdala no auga, lapu kātus iemērc izkausētā parafinā. Augus atkārtoti sver pēc 30, 60, 90 un 120 minūtēm. Eksperimentu beidzot, atdala un nosver parafinēto daļu un pārrēķina augu masas zudumus, izsakot tos % no transpirējošās masas (Klāsens *et al.*, 1982).

Izmēģinājuma augiem noteikta arī vasas un saknes masa, šo parametru attiecība, sausnes saturs augā, gumiņu masa uz auga saknēm un spektrofotometriski pigmentu saturs augu lapu etilspirta izvilkumā (Klāsens *et al.*, 1996).

Izmēģinājumos iegūto datu matemātiskajā apstrādē veikta dispersijas un korelācijas analīze.

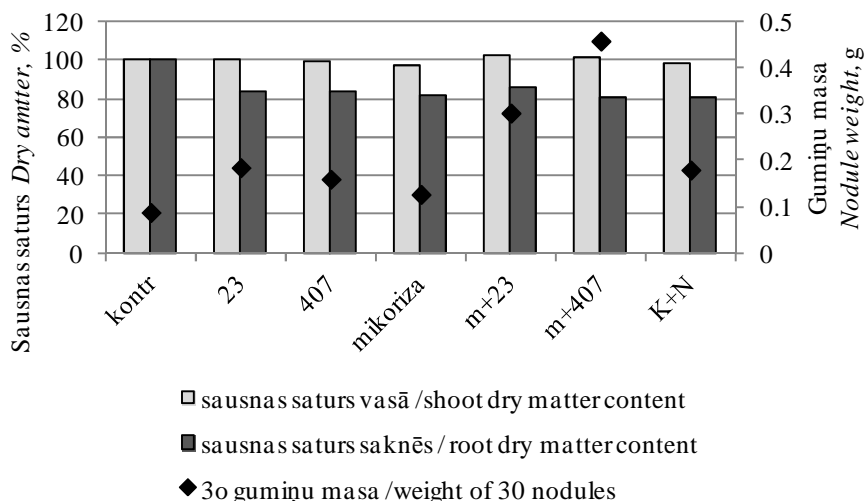
Rezultāti un diskusijas

Augu ūdens režīmu ietekmē gan eksogēni, gan endogēni apstākļi. Parasti augiem, augot ar minerālvielām nodrošinātā augsnē, raksturīga labāka ūdens aiztures spēja. Arī rakstā aplūkotā eksperimenta rezultāti apstiprināja šo likumsakarību. Vislabākās ūdens aiztures spējas novērotas variantā, kurā pirms cūku pupu sējas ienestas mikorizas sēnes. Nākamais labākais variants ir tas, kur augi mēsloji ar komplekso mēslojumu. Visvājākās ūdens aiztures spējas novērotas kontroles variantā. Interesanti, ka abos dubultsimbiozes variantos parādās atšķirīga gumiņbaktēriju celmu ietekme uz cūku pupu ūdens aiztures spējām, bet mikorizas sēņu pievienošana augsnei neizraisa būtiskas šī parametra izmaiņas (1. att.). Datu matemātiskajā apstrādē apstiprina, ka atšķirības starp kontroles variantu un tikai mikorizas sēņu vai mēslojumu saņēmušajiem variantiem ir būtiskas. Dubultsimbiozes variantiem, lai gan augu ūdens aiztures spējas ir uzlabojušās, būtiskas atšķirības no kontroles varianta konstatēt neizdevās.



1. att. Ūdens zudums cūku pupu lapās, %.
 Fig. 1. Losses of water in the leaves of field beans, %.

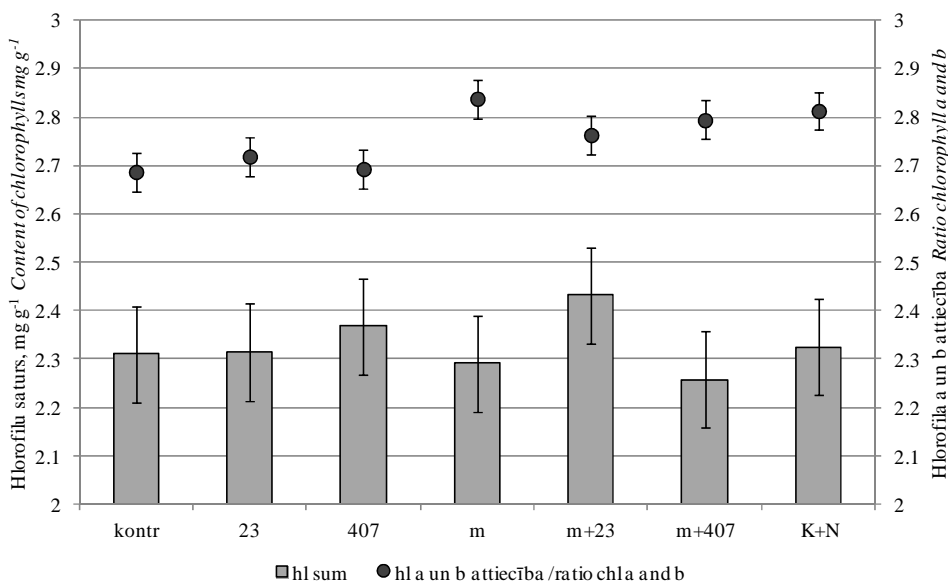
Auga ūdens aiztures spējām vajadzētu būt atkarīgām no barības vielu satura augos. Izmēģinājumos noskaidrots, ka sausnes saturs cūku pupu virszemes daļās salīdzinot ar kontroli, mainās ne vairāk kā 2.3% robežās. Savādāka aina vērojama augu saknēs. Visi varianti, salīdzinot ar kontroli, satur par 13.7% līdz 19.1% mazāk sausnas (2. att.). Tas var liecināt par aktīvāku fizioloģisko procesu norisi saknēs visos pētāmajos variantos, salīdzinot ar kontroli. Vērtējot 30 lielāko gumiņu masu, noskaidrots, ka mikorizas sēņu pievienošana augsnei ir veicinājusi gumiņu izmēru palielināšanos (2. att.).



2. att. Sausnas saturs cūku pupu virszemes daļā un saknēs (% no kontroles) un 30 gumiņu masa, g.

Fig. 2. Dry weight of shoots and roots (% from control) and weight of 30 nodules.

Optimizējot augu apgādi ar slāpekli, vajadzētu palielināties arī hlorofila daudzumam augu lapās. Augstākais hlorofila saturs konstatēts variantos, kuri atsevišķi apstrādāti ar mikorizas sēnēm un 23. vai 407. gumiņbaktēriju celmu. Turpretim mikorizas sēne dubultsimbiozē ar 407. celmu ir samazinājusi hlorofilu daudzumu cūku pupu lapās. Datu matemātiskā apstrāde neapstiprina, ka kādā no variantiem būtiski atšķirtos pigmentu saturs augu lapās no kontroles. Toties apstiprinās likumsakarība, ka ar mikorizas sēnēm apstrādātajos augos palielinās hlorofila a īpatsvars, kas var uzlabot augu fotosintētisko potenciālu (3. att.) un tam savukārt vajadzētu izraisīt augu biomasas pieaugumu.

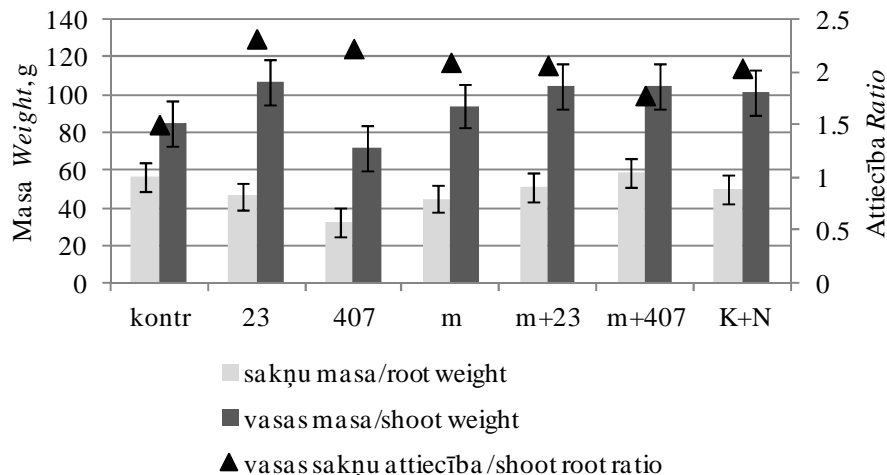


3. att. Hlorofilu saturs (mg g⁻¹) un hlorofila a un b attiecība cūku pupu lapās
Hl sum – hlorofilu summa; hla a un b – hlorofila a un b attiecība.

Fig. 3. Content of chlorophyll (mg g⁻¹) and ratio between chlorophyll a and b
Hl sum – content of chlorophylls; hla a and b – ratio of chlorophyll a and b.

Izmēģinājumos noskaidrots, ka augi variantos, kur lietots minerālmēslojums līdz ziedēšanas fāzei, vidēji izveidojuši par 19.8% vairāk zaļās masas nekā augi kontroles variantā. Mikorizācija devusi 10.9% augu masas pieaugumu. Apstrāde ar 23. gumiņbaktēriju celmu izrādījies veiksmīgākā, jo palielinājusi zaļmasu par 25.8%, bet 407. celms diemžēl bijis

mazefektīvs un augu masa samazinājusies par 15.8%. Dubultsimbiozes variantos ir bijušas līdzīgas izmaiņas, vidēji zaļmasas pieaugums ir bijis par 22% (4. att.). Datu matemātiskā apstrāde neuzrāda būtiskas atšķirības starp kontroli un apstrādātajiem variantiem. Tomēr visos izmēģinājuma variantos, salīdzinājumā ar kontroli, ir novērojams virszemes daļas īpatsvara kopējās auga masas pieaugums, liecinot par to, ka augu apgāde ar ūdeni un minerālvielām ir uzlabojusies.



4. att. Cūku pupu virszemes daļas un sakņu masa (g no veģetācijas trauka) un attiecība starp vasas un sakņu masu.

Fig. 4. Weight of field bean shoots and roots (g per vegetation pot) and shoot-root ratio).

Veicot korelācijas analīzi noskaidrots, ka cūku pupu lapu ūdens aiztures spējas vidēji cieši korelē ar sausas saturu vasā ($r=0.77$) un sausas saturu saknēs ($r=0.64$). Ūdens aiztures spējas korelē arī ar kopējo hlorofilu saturu cūku pupu lapās ($r=-0.79$). Savukārt gumiņu masas pieaugums vidēji cieši korelē ar cūku pupu virszemes daļas masu ($r = 0.53$) un sausas saturu ($r = 0.63$).

Secinājumi

1. Apstrādājot cūku pupu sēklas ar mikorizas sēņu preparātu, to lapās uzlabojās ūdens aiztures spējas, palielinājās hlorofila a un b attiecība un gumiņu masa.
2. Visos izmēģinājuma variantos, kur cūku pupu sēklas apstrādātas ar mikroorganismiem, salīdzinot ar kontroli, konstatēta virszemes daļas un sakņu masas attiecības palielināšanās.
3. Salīdzinot abu gumiņbaktēriju celmus, 23. celms veicināja cūku pupu sakņu augšanu.
4. Mikorizas sēņu un gumiņbaktēriju preparātu kombinācija ir veicinājusi cūku pupu masas palielināšanos.

Pateicība. Pētījums veikts Eiropas Savienības finansēta projekta „Ilgspējīgu tehnoloģiju izstrāde pākšaugu audzēšanai un to izmantošanas veicināšana proteīna nodrošināšanai Eiropā pārtikas un lopbarības ražošanai” (EUROLEGUME) ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bārbals R., Brosova A. (2013). Lopbarības pupu šķirņu salīdzinājums. *No: Lauksaimniecības zinātne veiksmīgai saimniekošanai: LLU LF, Latvijas Agronomu biedrības, LLMZA, Valsts lauku tīkla organizētās zinātniski praktiskās konferences Raksti, 2013. gada 21.–22. februāris, LLU, Jelgava, 209.–214. lpp.*
2. Franzini V. I., Azcón R., Mendes F. L., Aroca R. (2010). Interactions between *Glomus* species and *Rhizobium* strains affect the nutritional physiology of drought-stressed legume hosts. *Plant Physiol*, Vol. 167(8), p. 614–619.
3. Klāsens V., Mārka B., Jansone V. (1982). *Augu fizioloģija (Ūdens režīms, minerālvielas)*. Metodiskie norādījumi un uzdevumi laboratorijas darbiem Agronomijas un Mežsaimniecības fakultātes studentiem, Jelgava, 20 lpp.

4. Klāsens V., Strokša I., Dubova L., Teile A. (1996). *Augu fizioloģija (Augu bioķīmija, augšana un attīstība, izturības fizioloģija)*. Metodiskie norādījumi un uzdevumi laboratorijas darbiem Agronomijas un Meža fakultātes studentiem, Jelgava, 35 lpp.
5. Mortimer P. E., Perez-Fernandez M. A., Valentine A. J. (2008). The role of arbuscular mycorrhizal colonization in the carbon and nitrogen economy of the tripartite symbiosis with nodulated *Phaseolus vulgaris*. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 40 (5), p.1019–1027.
6. Ruiz-Lozano J. M., Azcon R. (1993). Specificity and functional compatibility of VA mycorrhizal endophytes in association with *Bradyrhizobium* strains in *Cicer arietinum*. *Symbiosis*, Vol.15, p. 217–226.
7. Sampedro I., Aranda E, Diaz R., Ocampo J. A., Garcia-Romera I. (2007). Xyloglucanases in the interaction between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and *Rhizobium*. *Symbiosis*, Vol. 43, p. 29–36.
8. Zahran H. H. (1999). *Rhizobium* – legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, Vol. 63, p. 968–89.

PATOGĒNĀ MIKOFLORA KARTUPEĻU UZGLABĀŠANAS PERIODĀ PATHOGENIC MYCOFLORA OF POTATOES DURING STORAGE

Olga Treikale¹, Zane Vigule¹, Brigita Javoīša¹,
Lelde Grantiņa-Ieviņa¹, Ilze Skrabule²

¹Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs, ²Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts
olga.treikale@laapc.lv, Ilze.Skrabule@priekuliselekcija.lv

Abstract. The research was conducted by the Latvian Plant Protection Centre during 2013–2014 with the aim to identify the fungal species causing dry rot in different cultivars of potatoes during the storage period. Potato tubers were taken after 3 months of storage in storehouses for the mycological analysis from State Priekuli Plant Breeding Institute, Priekuli area and from the farm "Berzini", Iecava area. In total, seven cultivars were analysed. The isolation of fungi was performed by standard mycological method on potato dextrose agar with streptomycin from tubers with visible symptoms of dry rot. All isolates were identified on the basis of morphological, cultural, and molecular characteristics. After 3 months of storage of potato tubers from yield of 2013, eight *Fusarium* species causing dry rot of tubers were identified on seven potato cultivars: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. redolens*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. oxysporum* f.sp. *pisi*, *F. tricinctum*, *F. cerealis*. Pathogenic fungi *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternata*, *Phoma exigua* were found on five potato cultivars. *Galactomyces candidum* (syn. *Geotrichum candidum*), which causes rubbery rot of potatoes, was isolated from the samples of affected tubers on cultivars 'Bordjanskij Rozovij' and 'Madara'. Soil saprotrophic *Trichocladium asperum* and necrotrophic *Plectosphaerella cucumerina* were identified on potato cultivar 'Madara'. *Humicola fuscoatra* and *Microdochium bolleyi* were found on cultivar 'Lenora'.

Key words: *Fusarium* species, potato, pathogenic fungi

Ievads

Modernās tehnoloģijas kartupeļu augstas ražas iegūšanai ir saistītas ar daudzām prasībām, kas ietver arī augu aizsardzības pasākumus kaitīgo organismu ierobežošanā kartupeļu veģetācijas sezonas un uzglabāšanās perioda laikā. Kartupeļu ražas un sēklas materiāla saglabāšana lielā mērā ir atkarīga no audzēšanas tehnoloģijas un labvēlīgiem apstākļiem ražas novākšanas laikā, svarīga nozīme ir arī kartupeļu šķirnes īpašībām. Latvijā nopietna uzmanība tiek pievērsta augsti produktīvu kartupeļu šķirņu izveidošanai, bet tajā pašā laikā svarīgi ir ievērot sēklas materiāla kvalitatīvu saglabāšanu, jo tas ir pamats augstas ražas iegūšanai. Ja kartupeļi netiek uzglabāti optimālos apstākļos, uz bumbuļiem var attīstīties dažāda veida infekcijas. Latvijā galvenokārt ir izplatīta kartupeļu bumbuļu sausā fuzariozes puve, kuru ierosina dažādas *Fusarium* ģints sēnes, un fomozā sausā puve, kuru ierosina *Phoma exigua* var. *foveata* (Turka, 2003). Pētījumi Somijā, kā arī Baltkrievijā liecina, ka sausās puves ierosinātājām *Fusarium* ģints sēņu sugām kartupeļu patogēno

sēņu sugu sastāvā uzglabāšanas laikā ir galvenā nozīme, izņemot *Phytophthora infestans*. Saimnieciska nozīme ir arī sēnēm *Rhizoctonia solani*, *Phoma exigua*, *Helmintosporium solani*, mazāk nozīmīga ir *Colletotrichum atramentarium* (Seppänen 1987; Kalach, Ivanyuk, 2005). Pēdējos gados par nozīmīgiem kartupeļu patogēniem uzskata arī tādas sēnes kā *Geotrichum candidum*, *Pythium ultimum* un *Colletotrichum coccodes* (Ivaniuk *et al.*, 2008).

Latvijā nav veikta padziļināta kartupeļu puves ierosinātāju sēņu sugu inventarizācija kartupeļu glabāšanas laikā, tādēļ mūsu pētījuma mērķis bija uzsākt precīzu slimību ierosinātāju noteikšanu dažādām kartupeļu šķirnēm uzglabāšanas vietās.

Materiāli un metodes

2013. gada ražas kartupeļu bumbuļus ar slimības pazīmēm atlasīja pēc trīs mēnešu uzglabāšanas konteineros kartupeļu uzglabāšanas vietās Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā (VPLSI) un ZS „Bērziņi” Iecavas novadā. VPLSI izvēlējās sešas plaši audzētas šķirnes: ‘Borodjanskij rozovij’, ‘Adretta’, ‘Brasla’, ‘Prelma’, ‘Madara’, ‘Lenora’, Zs „Bērziņi” šķirni ‘Vineta’. Tīrkultūru izdalīšanu veica uz kartupeļu dekstrozes agara (KDA) ar streptomicīnu, izmantojot standarta mikrobioloģiskās metodes (Wetzel, 1984). Sugu noteikšanu veica pēc morfoloģiskām pazīmēm (Leslie, Summerell, 2006; Mulder, Turkensteen, 2005; Samson *et al.*, 2010). Monosporas izolāti tika pārsēti uz KDA barotnes molekulāro analīžu veikšanai.

Tīrkultūru identifikāciju veic ar molekulārās bioloģijas metodēm, sekvencējot daļu no ITS1-5.8S-ITS2 reģiona un translācijas elongācijas faktora (TEF) 1- α gēnu (*Fusarium* ģints sēnēm). Izmantotie praimerī: ITS4 – universāls eikariotiem (White *et al.*, 1990), ITS1F – specifisks sēnēm (Gardes, Bruns, 1993), ef1 un ef2 – TEF amplificēšanai (Geiser *et al.*, 2004). No apmēram 0.25 g micēlija izdalīja genomisko DNS, izmantojot E.Z.N.A. Fungal DNA Mini reaģentu komplektu (Omega Bio-Tek, Amerikas Savienotās Valstis). Polimerāzes ķēdes reakciju (PCR) veica ar iekārtu SensoQuest Labcycler 48 (SensoQuest, Vācija) 25 μ l reakcijas tilpumā. Reakcijas maisījums sastāvēja no 12.5 μ l Hot Start Master Mix 2X, 0.375 μ l, Bovine Serum Albumin 20 mg ml⁻¹ (visi reaģenti no Thermo Scientific Fermentas Molecular Biology Solutions, Lietuva), 0.5 μ l no katra primera 10 μ M koncentrācijā, 10.125 μ l sterils destilēts ūdens, 1 μ l genomiskās DNS. PCR apstākļi bija šādi: sākotnējā denaturācija 4 min pie 95 °C, denaturācija 40 s 95 °C, praimeru hibridizācija 40 s 55 °C (*Fusarium* sp.) un 52 °C (pārējām sēnēm), sintēze 1 min 72 °C (30 cikli) un beigu elongācija 10 min 72 °C.

Amplificētos DNS fragmentus apstrādāja ar FastAP™ Thermosensitive Alkaline Phosphatase un Exonuclease I (*Thermo Scientific Fermentas Molecular Biology Solutions*, Lietuva). DNS fragmentu sekvencēšanu veica *Macrogen Europe* (Amsterdama, Nīderlande). Iegūtās sekvences apstrādātas ar Staden Package 1.6.0. Homologās sekvences meklēja *National Centre for Biotechnology Information Gen Bank* nukleotīdu datubāzē, izmantojot meklētāju *Basic Local Alignment Search Tool*. Tika izvērtēti sekvenču homologijas rādītāji, kurus aprēķina meklētājs – identitāte (%), E vērtība un punktu skaits, ko iegūst, novērtējot, cik nukleotīdu salīdzinājumā sakrīt, un piešķirot tiem papildus svaru, balstoties uz BLOSUM62 matricu.

Rezultāti un diskusijas

Pētījumā tika noskaidrots kartupeļu sēņu slimību ierosinātāju spektrs dažādām kartupeļu šķirnēm uzglabāšanas vietās (1. tab.). Tabulā dota katras konkrētās sekvences identitāte (%) salīdzinājumā ar homologo sekvenci datubāzē. Rezultāti liecina par fuzariozes sausās puves klātbūtni visām analizētajām šķirnēm. No kartupeļu bumbuļiem ar sausās puves simptomiem izdalīja un identificēja astoņas *Fusarium* ģints sugas: *Fusarium avenaceum* (*Gibberella avenacea* R. J. Cook), *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., *F. redolens* Wollenw., *F. equiseti* (syn. *F. gibbosum*) (*Gibberella untricans* Wollenw.), *F. oxysporum* (Schlecht. emend. Snyder and Hansen), *F. oxysporum* f. sp. *pisi* (W. C. Snyder and H. N. Hansen), *F. tricinctum* (*Gibberella tricincta* El. Gholl), *F. cerealis* (syn. *F. crookwellense* L. W. Burgess, P. E. Nelson and Toussoun) (1. tab.).

1. tabula Table 1

Kartupeļu bumbuļu mikoloģiskās analīzes rezultāti kartupeļu uzglabāšanas periodā, 2013./2014.
Results of mycological analysis of potato tubers during the storage 2013-2014.

Identificēta suga <i>Identified species</i>	Kartupeļu šķirnes <i>Potato cultivars</i>	Uzglabāšanas vieta <i>Storehouse</i>	Identitāte, <i>Identity,</i> %	Homologā sekvenca datubāzē <i>Homologous sequence in data base</i>
<i>Fusarium avenaceum</i> (<i>Gibberella avenacea</i> R. J. Cook)	'Vineta'	Iecava	99	EU255800.1
<i>F. culmorum</i> (Wm. G. Sm.) Sacc.	'Lenora'	Priekuļi	99	GU566271.1
<i>F. culmorum</i> (Wm. G. Sm.) Sacc.	'Brasla'	Priekuļi	99	KC577191.1
<i>F. redolens</i> Wollenw.	'Lenora', 'Adretta'	Priekuļi	99	GU250581.1
<i>F. equiseti</i> (Syn. <i>F. gibbosum</i>) (<i>Gibberella untricans</i> Wollenw.)	'Adretta'	Priekuļi	99	GQ505688.1
<i>F. equiseti</i> (Syn. <i>F. gibbosum</i>) (<i>Gibberella untricans</i> Wollenw.)	'Brasla'	Priekuļi	99	GQ505599.1
<i>F. oxysporum</i> Schlecht. emend. (Snyder and Hansen)	'Borodjanskij rozovij', 'Adretta'	Priekuļi	99	JF430181.1
<i>F. oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder and Hansen	'Brasla'	Priekuļi	99	JF740853.1
<i>F. oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder and Hansen	'Madara'	Priekuļi	99	KF225016.1
<i>F. oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder and Hansen	'Prelma'	Priekuļi	99	JF430181.1
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>pisi</i> W. C. Snyder and H. N. Hansen	'Adretta', 'Brasla', 'Borodjanskij rozovij', 'Prelma'	Priekuļi	99	KF913727.1
<i>F. tricinctum</i> (<i>Gibberella tricincta</i> El. Gholl)	'Vineta'	Iecava	99	GQ505433.1
<i>F. tricinctum</i> (<i>Gibberella tricincta</i> El. Gholl)	'Borodjanskij rozovij'	Priekuļi	98	GQ505433.1
<i>F. cerealis</i> (Syn. <i>F. crookwellense</i> L. W. Burgess, P. E. Nelson and Toussoun	'Lenora'	Priekuļi	99	KF576623.1
<i>Rhizoctonia solani</i> J. G. Kühn	'Adretta'	Priekuļi	99	FJ746964.1
<i>Rhizoctonia solani</i> J. G. Kühn	'Madara'	Priekuļi	99	FJ746966.1
<i>Rhizoctonia solani</i> J. G. Kühn	'Vineta'	Iecava	99	FJ746966.1
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	'Adretta'	Priekuļi	99	KF881762.1
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	'Lenora', 'Madara'	Priekuļi	99	KF881760.1
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	'Brasla', 'Madara'	Priekuļi	99	KF881759.1
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	'Vineta'	Iecava	99	KF881760.1
<i>Phoma exigua</i> Sacc.	'Borodjanskij rozovij'	Priekuļi	89	KF881771.1
<i>Galactomyces candidum</i> de Hoog and M. T. Sm.	'Borodjanskij rozovij'	Priekuļi	98	JN974289.1
<i>Trichocladium asperum</i> Harz.	'Madara'	Priekuļi	98	HQ115689.1
<i>Plectosphaerella cucumerina</i> (L.) Laterr.	'Madara'	Priekuļi	99	AJ492873.1
<i>Humicola fuscoatra</i> Traaen.	'Lenora'	Priekuļi	97	AB625589.
<i>Microdochium bolleyi</i> (R. Sprague) de Hoog and Herm-Nijh.	'Lenora'	Priekuļi	99	GU566262.1

Vairumā gadījumu sausās puves ierosinātāji sporu vai micēlija veidā uz kartupeļu bumbuļu virsmas nokļūst kopā ar augsni. Kartupeļu bumbuļi ar puvi inficējas caur dažāda veida bojājumiem, piemēram, melnā vai parastā kraupja bojājumu vietās, kukaiņu, nematožu, kā arī mehānisku bojājumu vietās. Sugu *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum* un *F. cerealis* izdalīšana kartupeļu bumbuļos abās glabāšanas vietās liecina par šīs sugas esamību *Fusarium* populācijā; minētās sugas saglabājas augsnē, tās identificētas kā ziemas un vasaras kviešu vārpu fuzariozes ierosinātāji Latvijā (Treikale *et al.*, 2010). Ir zināms, ka suga *F. oxysporum* f. sp. *pisi* ir zirņu u. c. pākšaugu sakņu puves un vītes ierosinātājs (Armstrong, Armstrong, 1974), tā izdalīšana no Priekuļos atlasītiem kartupeļu paraugiem liecina par *F. oxysporum* f. sp. *pisi* klātbūtni augsnē. Tā kā VPLSI plaši tiek audzēti zirņi kā selekcijas un sēklas materiāls, pastāv iespēja šīs sugas esamībai augsnē. Sugu *F. oxysporum* f. sp. *pisi* izdalīja no šķirnēm 'Brasla', 'Adretta', 'Borodjanskij Rozovij' un 'Prelma'.

Suga *F. redolens* uzskatāma kā galvenais kartupeļu sausās puves ierosinātāju kompleksa patogēns un ir ļoti agresīva kartupeļiem uzglabāšanas periodā (Salami, Popoola, 2007). *F. redolens* izdalīja no kartupeļu paraugiem šķirnēm 'Lenora' un 'Adretta'. Mikoloģiskā analīze pierādīja sugas *F. tricinctum* klātbūtni kartupeļu fuzariozes sausās puves ierosinātāju kompleksā un to izdalīja no šķirnēm 'Borodjanskij Rozovij' un 'Vineta'. *F. tricinctum* ir sastopamas Latvijas *Fusarium* sugu populācijā kā ziemas kviešu sakņu puves ierosinātājs (Bankina *et al.*, 2013), un tā izolēšana no kartupeļiem liecina par šo sugu esamību augsnēs. *F. tricinctum* ir viens no graudaugu vārpu fuzariozes ierosinātājiem ziemeļvalstu zonā, it īpaši auzām un miežiem (Parry *et al.*, 1995; Yli-Mattila *et al.*, 2008).

Kartupeļu glabāšanas laikā konstatēta arī izplatītāko kartupeļu patogēno sugu klātbūtne – *Phoma exigua* Sacc. – fomozes sausās puves ierosinātājs, *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn – melnā kraupja ierosinātājs, un *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., kas izraisa kartupeļu lapu sausplankumainību.

Mikoloģiskā analīze parādīja nozīmīga kartupeļu slimības ierosinātāja *Galactomyces candidum* de Hoog and M. T. Sm. (anamorfa *Geotrichum candidum*) (syn. *Oospora lactis* (Fres.) Sacc.) klātbūtni šķirņu 'Borodjanskij Rozovij' un 'Madara' kartupeļu paraugos. Šī suga ir zināma kā „gumijas puve” (*rubbery rot*, angļu val.; *резиновая гниль*, krievu val.) ierosinātājs, kas ir potenciāli bīstama, jo sēklas materiāla inficētības dēļ būtiski samazinās kartupeļu dīgstāna (daļēji atmirst asni un dīgsti) un tiek ietekmēta tālāka kartupeļu produktivitāte. „Gumijas puve” ir nozīmīga arī kartupeļu uzglabāšanas periodā, jo infekcijas rezultātā izveidojas puvušu kartupeļu perēkļi, samazinās kartupeļu sēklas un pārtikas kvalitātes rādītāji (Бейня, 1995; O’Sullivan, Dowley, 1998; Иванюк и др., 2005). *Geotrichum candidum* dzīvniekiem izraisa reti sastopamu saslimšanu (geotrihozi), A. Valdovska (2008) pētījuma laikā šīs mikroskopiskās sēnes atrada ūdeņu nierēs.

Sugām *Trichocladium asperum* Harz., *Plectosphaerella cucumerina* (L.) Laterr. un *Humicola fuscoatra* Traaen. nav nozīmīgas lomas kartupeļu patogēnu kompleksā. *T. asperum* kā saprotrofiska augsnes suga bija pētīta kartupeļu stādījumā; tika pierādīts, ka kartupeļu fizioloģiskie radītāji – transpirācija un asimilācija – samazinās pēc sakņu kontakta ar *T. asperum*, tomēr kartupeļu ražu tas neietekmēja (Mazurkewicz-Zapatowicz *et al.*, 2004). *P. cucumerina* ir plaši izplatīta suga un aprakstīta ar nosaukumu *Fusarium tabacinum* kā rizosfēras komponents daudziem augiem, t. sk. tomātiem un cukurbietēm, kam tā var izraisīt vīti (Palm *et al.*, 1995; Xu *et al.*, 2014). *H. fuscoatra* izolēta no tomātu saknēm siltumnīcās, aprakstīta kā dīgstu sakņu puves ierosinātājs gadījumos, ja lietots sterils barošanas šķidrums (Menzies *et al.*, 1998).

Microdochium bolleyi (R. Sprague) de Hoog and Herm-Nijh. ir zināms kā sakņu puves ierosinātājs viengadīgām un daudzgadīgām graudzālēm, atrasts miežu sakņu sistēmā, aprakstīts kā potenciāls patogēns liniem (Murray, Gadd, 1981; Black, Brown, 1986; Kirk, Deakon, 1987).

Secinājumi

1. Pētījumos 2013.–2014. g. periodā no septiņām kartupeļu šķirnēm tīrkultūrā izdalīja un ar molekulārās bioloģijas metodēm identificēja kartupeļu patogēno sēņu sugas, kas izraisa kartupeļu puvi uzglabāšanas periodā.
2. Pētījumā izdalīja un precizēja kartupeļu fuzariozes sausās puves ierosinātājus – *Fusarium* ģints sugas: *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. redolens*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. oxysporum* f. sp. *pisi*, *F. tricinctum*, *F. cerealis*.

3. Pētījumā izdalīja un identificēja nozīmīgas kartupeļu slimības – „gumijas puves” – ierosinātāju *Geotrichum candidum*.
4. Pētījumi par patogēno sugu sastāvu kartupeļu uzglabāšanas periodā jāturpina, paplašinot kartupeļu paraugu analizēšanu, lai precizētu slimību izplatību kartupeļu audzēšanas saimniecībās, it īpaši kartupeļu sēklas materiāla audzēšanā. Īpaša uzmanība jāpievērš pētījumiem par „gumijas puves” izplatību, kā arī slapjās puves ierosinātāju mikroorganismu kompleksu kartupeļu audzēšanas saimniecībās Latvijā.

Izmantotā literatūra

1. Armstrong G. M., Armstrong Joanne K. (1974). Races of *Fusarium oxysporum* F. sp. *pisi*, causal agents of wilt of pea. *Phytopathology*, No. 64, p. 849–857.
2. Bankina B., Bimšteine G., Ruža A., Priekule I., Paura L., Vaivade I., Fridmanis D. (2013). Winter wheat crown and root rot are affected by soil tillage and crop rotation in Latvia. *Acta Agriculturae, Scandinavica*, Vol. 63, No. 8, p. 723–730.
3. Black D. L. R., Brown A. E. (1986). *Microdochium bolleyi* associated with root rot of flax. *Plant Pathology*, No. 35, p. 592–594.
4. Gardes M., Bruns T. D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, No. 2, p. 113–118.
5. Geiser D. M., Jimenez-Gasco M. M., Kang S., Makalowska I., Veeraraghavan N., Ward T. J., Zhang N., Kuldau G. A., O'Donnell K. (2004). FUSARIUM-ID v. 1.0: A DNA sequence database for identifying *Fusarium*. *European Journal of Plant Pathology*, No. 110, p. 473–479.
6. Domsch K. H., Gams W., Andersen T. H. (1980). *Compendium of soil fungi* (2nd ed.). London, UK : Academic Press, 672 p.
7. Ivaniuk V., Kalach V., Ilyashenka D., Yerchuk V., Vlasenko A. (2008). Ways of optimization of phytosanitary conditions in potato in Belarus. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 95, No. 3, p. 82–87.
8. Kirk J. J., Deacon J. W. (1987). Control of take-all fungus by *Microdochium bolleyi* and interactions involving *M. bolleyi*, *Phyalophora graminicola* and *Periconia macrospinosa* on cereal roots. *Plant and Soil*, No. 98, p. 231–237.
9. Leslie J. F., Summerell B. A. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Oxford: Blackwell publishing, 388 p.
10. Mazurkiewicz-Zapatowicz K., Wrobel J., Janowicz K. (2004). Influence of selected soil saprotrophes on gas exchange, growth and yield of *Solanum tuberosum*. *Acta Physiologiae Plantarum*, Vol. 26, No. 2, p. 157–164.
11. Menzies J. G., Ehret D. L., Koch C., Bogdanoff C. (1998). *Humicolafuscoatra* infects tomato roots, but is not pathogenic. *European Journal of Plant Pathology*, No. 104, p. 769–775.
12. Murray D. I. L., Gadd G. M. (1981). Preliminary studies on *Microdochium bolleyi* with special reference to colonisation of barley. *Transactions of the British Mycological Society*, Vol. 76 (3), p. 397–403
13. O'Sullivan E., Dowley L.J. (1998). *Epidemiology and control of pink rot of potatoes*, Dublin: The Science of Farming and Food, 7 p.
14. Palm M. E., Carns W., Nirenberg H. I. (1995). *Plectosporium*, a new genus for *Fusarium tabacinum*, the anamorph of *Plectosphaerella cucumerina*. *Mycologia*, Vol. 87, No. 3, p. 397–406.
15. Parry D. W., Jenkinson P., McLeod L. (1995). *Fusarium* ear blight (scab) in small grains: A review. *Plant Pathology*, No. 44, p. 207–238.
16. Salami A. O., Popoola O. O. (2007). Thermal control of some post-harvest rot pathogens of Irish potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 52, No. 1, p. 17–31.
17. Seppänen E. (1987). Bacterial and fungal diseases of potato in Finland. *Journal of Agricultural Science in Finland*, Vol. 59, No. 3, p. 153–159.

18. Treikale O., Priekule I., Javoisha B., Lazareva L. (2010). *Fusarium* head blight: distribution in wheat in Latvia. **In:** *Proceedings, 62nd International Symposium on Crop Protection, Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. Ghent University, Vol. 75, No. 4, p. 627–634.*
19. Turka I. (2003). Kartupeļu slimības. *No: Augu slimības.* B. Bankinas red. Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 247. lpp.
20. Valdovska A. (2008). *Examination of mink parenchymal organs affected by moulds on a background of Alention disease: summary of doctoral thesis for scientific degree Dr. med. vet.,* Sigulda, Rīga, Jelgava: LLU, p. 31–56.
21. Yli-Mattila T., O'Donnell K., Ward T., Gagkaeva T. (2008). Trichothecene chemotype composition of *Fusarium graminearum* and related species in Finland and Russia. *Journal of Plant Pathology*, No. 90 (3), p. 60.
22. Wetzell T. (1984). Diagnose von Krankheiten und Beschädigungen an Kulturpflanzen. **In:** *Diagnose-methoden.* Berlin : Springer, 198 s.
23. White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics PCR protocols. **In:** *A guide to methods and applications.* Ed. by Innis M. A., Gelfand D. H., Sninsky J. J., White T. J. San Diego: Academic, p. 315–322.
24. Xu J. (2014). First Report of Greenhouse Tomato Wilt caused by *Plectosphaeria cucumerina* in China. *Plant disease*, Vol. 98, No.1, p. 158.
25. Бейня В. А. (1995). *Биологические особенности возбудителя резиновой гнили клубней картофеля и способы подавления его паразитической активности.* Автореферат: 06.01.11/ Белор. Науч.-иссл. Институт защиты растений.- Прилуки – Минск, 111 с.
26. Иванюк В. Г., Банадысев С. А., Журомский Г. К. (2005). *Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков.* Минск, 695 с.

DĀRZKOPIĒBA

AUGU AUGŠANAS REGULATORA VITMĪNS PIELIETOŠANA LILIJU (*LILIUM* SPP.) SELEKCIJĀ

USE OF PLANT GROWTH REGULATOR VITMĪNS IN LILY (*LILIUM* SPP.) BREEDING

Antra Balode

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
antra.balode@llu.lv

Abstract. Hybridization between species and cultivars of different classification groups does not always reach positive results. To improve the interdivisional crosses, it is recommended to apply stimulating compounds in order to promote pollination and germination processes in the seed. The aim of this study was to research the influence of plant growth regulators on lily pollination and seed development. In 2012 crossings were made between two classification groups – trumpet lilies (*Leucolirion*) and orientals (*Archelirion*). To stimulate stigma before pollination, proline solution in concentration 200 mL L^{-1} was used; to promote pollination, gibberellins solution 75 mL L^{-1} was used. Seeds were treated in three ways to improve the germination of seeds: water, control; Vitmīns solution (10 mL L^{-1}) and Vitmīns solution (100 mL L^{-1}) with exposure time of 24 hours. The effectiveness of plant growth regulator Vitmīns was evaluated by the percentage of germinated seeds and the diameter of bulblets. The treatment with Vitmīns solution (100 mL L^{-1}) resulted in significantly improved germination rate and larger diameter of bulblets ($P < 0.05$ vs. control).

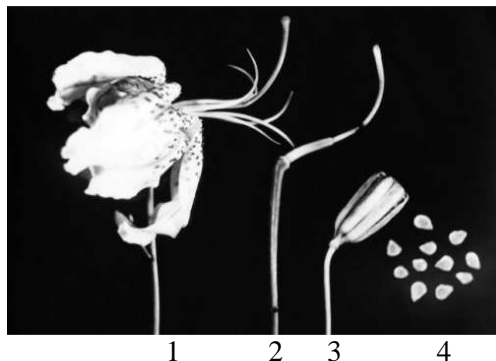
Key words: crosses, gibberellins, proline, seed germination.

Ievads

Lilijas (*Lilium* L.) ir viendīgļlapju klases liliju dzimtas (*Liliaceae*) augi. Sēklām ir raksturīgs virszemes (*epigeal*) un apakšzemes (*hypogeal*) dīgšanas veids (Halinar, 2009, McRae, 1998, Pelkonen, 2004).

Savvaļas sugas labi veido sēklas un ar tām ātri izplatās, veidojot sīpolus, kas vienā vietā aug vairākus desmitus gadu (Данилова и др., 2005). No sēklām parasti audzē liliju sugas, jo sējeņi saglabā sugai tipiskās īpašības. Hibrīdus un šķirnes ar sēklām nepavairo, jo notiek pazīmju skaldīšanās. Šo īpašību izmanto selekcijā jaunu, oriģinālu krāsu un formu veidošanā. Audzējot no sēklām, nevar izplatīt vīruslimības, kā tas notiek, ja pavairo ar inficētiem sīpoliem (Halinar, 2009; McRae, 1998).

Ar klasiskām selekcijas metodēm ir nepieciešami vismaz astoņi līdz desmit gadi no apputeksnēšanas līdz jaunas liliju šķirnes iegūšanai. Ģeogrāfiski un morfoloģiski tuvu liliju krustošanas rezultātā gandrīz vienmēr notiek apaugļošanās un veidojas pogaļa ar dīgtspējīgām sēklām (Zorgevics, Balode, 1989) (1. att.).



1. att. Zieda apaugļošanās: 1 – noņemtas putekšņīcas, 2 – auglenīca, 3 – sēklu pogaļa, 4 – sēklas.

Fig. 1. Flower fertilization: 1 – removed anthers, 2 – pistil, 3 – seed pod, 4 – seeds.

Hibridizācijā starp dažādu liliju klasifikācijas grupu sugām un šķirnēm ne vienmēr notiek apaugļošanās un neizveidojas pogaļa ar dīgtspējīgām sēklām, jo ne visu grupu liliju sēklas attīstās vai arī tās vāji dīgst dīgļa un endospermas nesaderības dēļ. Arī sēklu dīgtspēja ne visās krustojumu kombinācijās ir vienāda un pietiekami augsta (> 75%) (Schenk, 1989). Dabiskās izlases rezultātā augiem ir izveidojušies mehānismi, kas ierobežo krustošanos starp grupām. Liliju hibridizācijā ģenētiskajai nesaderībai ir izdalīti vairāki veidi – putekšņu dīgstobru augšana uz drīksnas tiek pārtraukta gēna *S* daudzo alēļu ietekmē (Van Creij *et al.*, 1990), putekšņi nedīgst vai arī tie sāk dīgt, bet aizkavējas drīksnā vai auglīnīcas audos, līdz ar to nesasniedzot sēklotni (Van Holsteijn, 1994; Hoell, 2009).

Apputeksnēšanas veicināšanai un sēklu dīgtspējas uzlabošanai pielieto augu augšanas regulatorus (Pelkonen, Kauppi, 1999). Tās ir dabiskas vai sintezētas ķīmiskas vielas, ar kurām apstrādā augus, lai uzlabotu to kvalitatīvos rādītājus, palielinātu ražību vai atvieglotu ražas novākšanu. Šīs fizioloģiski aktīvās vielas ir fitohormoni (auksīni, giberelīni, citokinīni), kuri veidojas galvenokārt aktīvi augošos augu audos – sakņu un stublāju galotnēs. Tos var sintezēt arī daļa mikroorganismu (Lielpētere, 2009; Никелл, 1984).

Auksīns var atrasties un sintezēties sēklas dīglī, apikālajās meristēmās, jaunajās lapās, putekšņos, augļos. Visizplatītākais auksīnu grupas savienojums ir β-indolilētiķskābe jeb heteroauksīns. Auksīnu fizioloģiskā efektivitāte izpaužas kā vasas stiepšanās un sakņu augšanas stimulācija, diferenciācija, zarošanās un augļu attīstība (Никелл, 1984; Цыганкова и др., 2005). Giberelīnu ietekme uz augiem nav tik specifiska un daudzpusīga kā auksīniem un tie atrodas sakņu un vasas apikālās meristēmās, jaunajās lapās un dīglī. Giberelīni veicina sēklu un pumpuru dīgšanu, vasas stiepšanos garumā, lapu augšanu; stimulē garās dienas augu ziedēšanu un augļu attīstību; regulē sakņu augšanu un diferenciāciju, pārtrauc sēklu, sīpolu un bumbuļu miera periodu (Lielpētere, 2009). Pētījumi par augu augšanas regulatoru, tai skaitā giberelīna pozitīvo ietekmi uz liliju ziedu attīstību, veikti Pakistānā (Sajid *et al.*, 2009). Izpētīts, ka rožu zieda attīstības fāzē vainaglapas sintezē giberelīnu, kas ietekmē ziedpumpura garumu (Ganelevin, Zieslin, 2002). Citokinīni stimulē šūnu dalīšanos jeb citokinēzi (Lielpētere, 2009).

Pētījuma mērķis bija novērtēt augu augšanas regulatoru lietošanas efektivitāti liliju apputeksnēšanas veicināšanai un sēklu dīgtspējas uzlabošanai.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums ierīkots Jelgavā, LLU Agrobiotehnoloģijas institūta Dārzaugu un apiloģijas centra plēves seguma siltumnīcā 2012. gada 30. martā. Selekcijas izejmateriālam izmantoja LLU liliju kolekcijas sīpolus no trompetliliju grupas (*Leucolirion* Wils.) – *Lilium regale* Wils., 'Elēģija'*, 'Aurēlija'*; no austrumliliju grupas (*Archelirion* Baker) 'Skārleta'* un 'Leslie Woodriff'** (* – selekcionāre A. Balode; ** – selekcionārs R. Griesbach).

Pētījumā tika izmantoti augu augšanas regulatori – drīksnas stimulēšanai prolīns un apputeksnēšanas veicināšanai – giberelīns. Sēklu dīgtspējas veicināšanai izmantoja SIA „Bioefekts” ražoto mikrobioloģisko preparātu Vitmīns, kurš satur mikroorganismus (*Azotobacter* spp., *Pseudomonas* spp.) un to vielu maiņas produktus – auksīnus, citokinīnus, giberelīnus un aminoskābes (Lielpētere, 2009).

Sēklu ieguvei mātesauga sīpolus (diametrs > 5 cm) iestādīja pa vienam 20 cm diametra podā SIA „Laflora” kūdras substrātā KKS-U, pH KCl 5.9±0.3. Podus novietoja siltumnīcā un sīpolus audzēja atbilstoši uzziedināšanas metodikai (Zorgevics, Balode, 1989). Pirms mātesauga zieda atvēršanās tam noplūca putekšnīcas. Lai veicinātu apputeksnēšanos, nākamajā dienā mātesauga drīksnu apsmidzināja ar 200 mL L⁻¹ prolīna šķīdumu ūdenī. Apputeksnēšanu veica trešajā dienā pēc putekšņīcu noplūkšanas, laikā no pulksten 10.00 līdz 12.00. Trīs nākamās dienas pēc apputeksnēšanas mātesauga drīksnu smidzināja ar 75 mL L⁻¹ giberelīna šķīdumu ūdenī, lai stimulētu putekšņu dīgšanu uz drīksnas. Gaisa temperatūra siltumnīcā dienā bija 28–30°C, naktī 15–17°C. Pogaļas ievāca septembra beigās, iztīrīja sēklas un tās žāvēja 18–20°C temperatūrā 30 dienas. Sēklas sabēra papīra tūtiņās un uzglabāja 5°C temperatūrā līdz sēšanai.

Izmēģinājums iekārtots 2013. gada 28. martā, izmantojot trompetliliju un OT hibrīdu (austrumlilijas × trompetlilijas) sēklas ar virszemes dīgšanas veidu (1. tab.).

1. tabula Table 1

Krustojumos izmantotie vecākaugi
Parent plants used in crosses

Krustojums Cross	Vecākaugi Parent plants			Klasifikācijas grupa Classification group
	♀	×	♂	
K-1	'Elēģija'	×	'Aurēlija'	Trompetliliju hibrīdi <i>Trumpet hybrids</i>
K-2	<i>L. regale</i>	×	'Elēģija'	Trompetliliju hibrīdi <i>Trumpet hybrids</i>
K-3	'Leslie Woodriff'	×	'Skārleta'	OT hibrīdi <i>OT hybrids</i>

Izmēģinājums iekārtots trīs variantos:

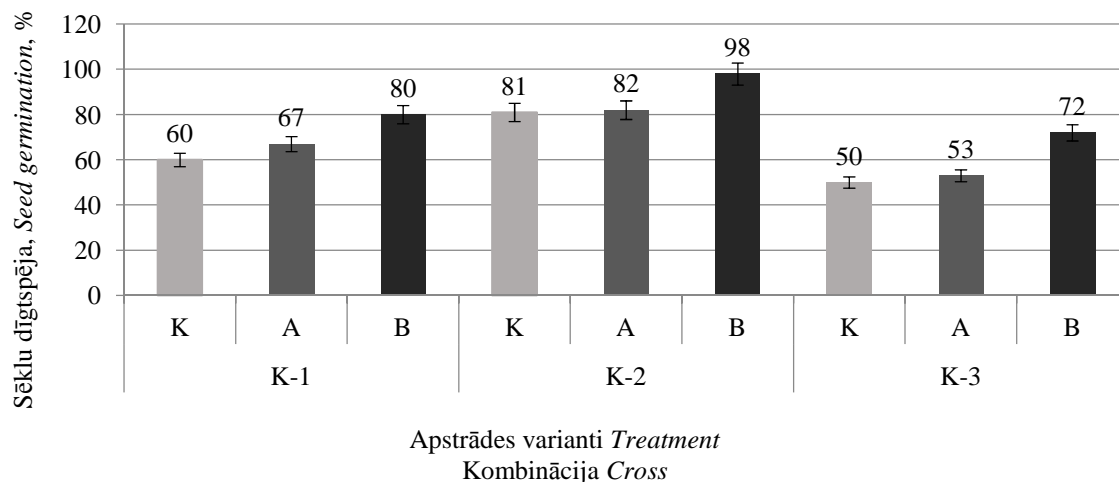
1. – kontrole, ūdens (sēklas bez apstrādes ar Vitmīnu);
2. – sēkļu apstrāde ar Vitmīna šķīdumu (10 mL L⁻¹);
3. – sēkļu apstrāde ar Vitmīna šķīdumu (100 mL L⁻¹).

Katrā variantā 30 sēklas, četros atkārtojumos. Kontroles variantā sēklas mērcēja ūdenī (20°C) un apstrādes variantos Vitmīna šķīdumā (10 mL L⁻¹ un 100 mL L⁻¹) ar ekspozīcijas laiku 24 stundas, pēc tam notecināja uz sieta un iesēja 6 cm dziļās kastītēs kūdras KKS-U substrātā un novietoja siltumnīcā 20°C temperatūrā. Maijā kastītes ar sējeņiem iznesa no siltumnīcas un nolika noēnotā vietā, kur tie auga līdz septembra beigām. Tad sējeņus izņēma no kastītēm, un katram variantam novērtēja dīgtspēju un sīpoliņa diametru (mm). Sēkļu dīgtspēju noteica, izsakot procentos dīgstošo sēkļu daudzumu pret izsēto sēkļu skaitu.

Datu matemātiskā apstrāde veikta *MS Excel* programmā, izmantojot dispersijas analīzi. Kopējo sakarību analīzē lietots Fišera kritērijs (F). Rezultātu atšķirību būtiskums noteikts pie ticamības P<0.05.

Rezultāti un diskusijas

Novērtējot sēkļu dīgtspēju, tā atšķīrās dažādiem krustojumiem un apstrādes variantiem (2. att.). Salīdzinot apstrādes variantus, tika konstatēts, ka Vitmīna šķīdumā (100 mL L⁻¹) apstrādātajām sēklām bija būtiski augstāka dīgtspēja nekā kontroles variantā (P < 0.05). Vitmīna šķīduma zemākas koncentrācijas (10 mL L⁻¹) pielietošana sēklām nedeva būtiski augstāku dīgtspēju visos krustojumos (F_{fakt.} < F_{0.05}).



2. att. Dažādos krustojumos un apstrādes variantos iegūtā sēkļu vidējā dīgtspēja, %:
K – kontrole, A – Vitmīns 10 mL L⁻¹, B – Vitmīns 100 mL L⁻¹, K-1 ('Elēģija' × 'Aurēlija'),
K-2 (*L. regale* × 'Elēģija'), K-3 ('Leslie Woodriff' × 'Skārleta').

Fig. 2. The Average Seed Germination of the Different Crosses and Treatments, %:
K – control, A – Vitmīns 10 mL L⁻¹, B – Vitmīns 100 mL L⁻¹, K-1 ('Elēģija' × 'Aurēlija'),
K-2 (*L. regale* × 'Elēģija'), K-3 ('Leslie Woodriff' × 'Skārleta').

No trompetliliju – karaliskās lilijas (*L. regale*) un 'Elēģijas' krustojuma iegūtas sēklas ar būtiski augstāku dīgtspēju (vidēji 81%, 82% un 98%) nekā abu pārējo krustojumu sēklām ($F_{\text{fakt.}} > F_{0.05}$). Mūsu pētījuma rezultāti sakrīt ar citu autoru publicētajiem datiem, ka, lai iegūtu trompetliliju sēklas ar augstu dīgtspēju, par vienu no izejas formām tiek ieteikts izmantot karalisko liliju (*L. regale* Wils.) (Straathof, 1993).

OT grupas liliju ('Leslie Woodriff' × 'Skārleta') sēklām tika noteikta būtiski zemāka dīgtspēja (vidēji 50%, 53% un 72%) nekā abu pārējo krustojumu sēklām ($F_{\text{fakt.}} > F_{0.05}$). Literatūrā atzīmēts, ka OT grupas liliju sēklām ir zema dīgtspēja (< 40%) (McRae, 1998). Lai uzlabotu apputeksnēšanos un sēklu dīgtspēju, pielieto dažādus paņēmienus – apputeksnēšanu augstā temperatūrā (35°C), sēklu mērcēšanu ūdenī (Hoell, 2009). Mūsu pētījumā izdevās panākt augstāku OT grupas liliju sēklu dīgtspēju (72%), pielietojot Vitmīnu (100 mL L⁻¹).

Visātrāk sadīga trompetliliju sēklas, kur par mātesaugu bija izmantota karaliskā lilija (*L. regale*) (2. tab.). Arī literatūrā atzīmēts, ka trompetliliju sēklas sadīgst trijās līdz sešās nedēļās (Halinar, 2009). Vēlāk dīgsti parādījās OT grupas sēklām, kontroles variantā 32 dienas, bet apstrādātajām ar Vitmīnu 100 mL L⁻¹ tās uzdīga 23 dienas pēc sēšanas un 10 mL L⁻¹ 30 dienas pēc sēšanas, starpība pie augstākās koncentrācijas bija būtiska ($F_{\text{fakt.}} > F_{0.05}$).

2. tabula Table 2

Dīgstu parādīšanās ātruma novērtējums dažādos apstrādes variantos, dienu skaits pēc sēšanas
Evaluation of seedling growth rate, number of days after sowing on different treatment

Apstrādes variants <i>Treatment</i>	Krustojums Cross			Sēklu skaits <i>Number of seeds</i>
	'Elēģija' × 'Aurēlija'	♀ × ♂ <i>L. regale</i> × 'Elēģija'	'Leslie Woodriff' × 'Skārleta'	
Kontrole <i>Control</i>	24	22	32	150
Vitmīns 10 mL L ⁻¹	21	18	30	150
Vitmīns 100 mL L ⁻¹	17*	15*	23*	150

* Būtiskas atšķirības no kontroles ($P < 0.05$) *Significant differences ($P < 0.05$) from the control.*

Pētījumā tika izmantots augu augšanas regulators Vitmīns, kas satur mikroorganismus un to vielu maiņas produktus – auksīnus, citokinīnus, gibberelīnus un aminoskābes (Lielpētere, 2009). Daudzos eksperimentos ar citokinīniem pierādīts, ka atkarībā no koncentrācijas, no lietojamā objekta un no citokinīnu un auksīnu attiecības tie var stimulēt šūnu dalīšanos, aktivizēt šūnu stiepšanos, veicināt šūnu, audu un orgānu diferencēšanos (Lielpētere, 2009). Pētījumā pielietoja Vitmīna šķīdumu 10 mL L⁻¹ un 100 mL L⁻¹ koncentrācijā un būtiski lielākus sīpoliņus ieguva no 100 mL L⁻¹ apstrādātajām sēklām ($P < 0.05$). Lielāki sīpoliņi iegūti OT grupas liliju sēklām, bet mazāki no trompetliliju krustojumu sēklām (3. tab.).

3. tabula Table 3

Sīpoliņu diametrs (mm) dažādos sēklu apstrādes variantos
The diameter of bulblets (in mm) from different treatment of seed

Apstrādes variants <i>Treatment</i>	Krustojums Cross		
	'Elēģija' × 'Aurēlija'	♀ × ♂ <i>L. regale</i> × 'Elēģija'	'Leslie Woodriff' × 'Skārleta'
Kontrole <i>Control</i>	12.8	14.4	15.8
Vitmīns 10 mL L ⁻¹	13.0	14.6	16.1
Vitmīns 100 mL L ⁻¹	24.5*	26.7*	28.3*

* Būtiskas atšķirības no kontroles ($P < 0.05$) *Significant differences ($P < 0.05$) from the control.*

Sīpoliņa diametram 95% ticamības līmenī starp neapstrādātām Vitmīna šķīdumā un apstrādātajām sēklām 10 mL L⁻¹ koncentrācijā nav būtiskas starpības ($F = 2.35 < F_{0.05} = 3.86$). Tas liecina, ka lielāku sīpoliņu iegūšanai sēklām jālieto augstākas koncentrācijas Vitmīna šķīdums 100 mL L⁻¹.

Secinājumi

1. Sēklu dīgtspēja un sīpoliņa diametrs būtiski neatšķīrās starp neapstrādātām sēklām un apstrādātajām ar Vitmīna šķīdumu 10 mL L⁻¹ koncentrācijā.
2. Sēklu dīgtspējas uzlabošanai sēklas ieteicams mērcēt Vitmīna šķīdumā koncentrācijā 100 mL L⁻¹ ar ekpozīcijas laiku 24 stundas.
3. Augstāka sēklu dīgtspēja (98%) iegūta no karaliskās lilijas (*L. regale* Wils.) un 'Elēģijas' krustojuma, zemākā – no OT grupas liliju ('Leslie Woodriff' × 'Skārleta') Vitmīna šķīdumā (100 mL L⁻¹) apstrādātajām sēklām (72%).

Izmantotā literatūra

1. Lielpētere A. (2009). *Bioloģiskie augu aizsardzības līdzekļi un mikrobioloģiskie preparāti – cilvēku labklājībai*. Rakstu krājums. Rīga: SIA Bioefekts, 132. lpp.
2. Ganelevin R., Zieslin N. (2002). Contribution of sepals and gibberellin treatments to growth and development of rose (*Rosa hybrida*) flowers. *Plant Growth Regulation*. Kluwer Academic Publishers, Vol. 37, p. 255–261. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 27. nov.]. Pieejams: http://download.springer.com/static/pdf/848/art%253A10.1023%252FA%253A1020862819475.pdf?auth66=1417430286_fccd99d0b09692f2075027876172df87&ext=.pdf
3. Halinar J. C. (2009). Growing lilies from seed. *The Lily Yearbook of the North American Lily Society*, Vol. 62, p. 38–44.
4. Hoell J. (2009). Hybridizing for orientpets (or any wide cross). *The Lily Yearbook of the North American Lily Society*, Vol. 62, p. 45–46.
5. McRae E. A. (1998) *Lilies: a Guide for Growers and Collectors*. Timber Press, Portland: Oregon, 391 p.
6. Pelkonen V. P. (2004). Features in the seeds and the germination of *Lilium*. *Lilies and related plants. The Royal Horticultural Society*, p. 16 – 25.
7. Pelkonen V. P., Kauppi A. (1999). The effect of light and auxins on the regeneration of lily (*Lilium regale* Wils.) cells by somatic embryogenesis and organogenesis. *International Journal of Plant Sciences*, Vol. 160, p. 483–490.
8. Sajid G. M., Kaukab M., Ahmad Z. (2009). *Foliar application of plant growth regulators (PGRs) and nutrients for improvement of lily flowers*. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 27. nov.]. Pieejams: [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/41\(1\)/PJB41\(1\)233.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/41(1)/PJB41(1)233.pdf)
9. Schenk P. (1989). Modern trends in lily breeding. *Lilies and Related Plants. RHS Lily Group*, Vol. 1, p. 41–47.
10. Straathof Th. P., Jansen J., Löffler H. J. M. (1993). Determination of resistance to *Fusarium oxysporum* in *Lilium*. *Phytopathology*, Vol. 83, p. 56–572
11. Van Creij M. G. M., Van Raamsdonk L. W. D., Van Tuyt J.M. (1990). Wide interspecific hybridizing of *Lilium*: preliminary results of the application of pollination and embryo-rescue methods. *The Lily Yearbook of the North American Lily Society*, Vol. 43, p. 28–37.
12. Van Holsteijn H. M. C. (1994). Plant breeding of ornamental crops: Evaluation to a bright future. *Acta Horticulturae*, Vol. 355, p. 63–69.
13. Zorgevics Ā., Balode A. (1989) *Lilijas*. Rīga: Avots. 157. lpp.
14. Никелл Л. Дж. (1984) *Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве*. Москва: Колос. 192 с.
15. Данилова Н., Борисова С., Романова А., Рогожина Т., и др. (2005) Размножение некоторых редких и исчезающих растений. *Вестник Якутского государственного университета* [Tiešsaiste]. № 1, [skatīts 2014. g. 30. nov.]. Pieejams: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11769293>
16. Цыганкова В., Галкина Л., Мусатенко Л., Сытник К. (2005) Генетический и эпигенетический контроль роста и развития растений. Гены биосинтеза ауксинов и ауксин-регулируемые гены, контролирующие деление и растяжение клеток растений. *Biopolymers and cell* [Tiešsaiste]. № 2, [skatīts 2014. g. 30. nov.]. Pieejams: <http://elibrary.ru/item.asp?id=11620058>

**KAROTINOĪDU SATURA IZMAIŅAS NANTES TIPA BURKĀNOS
(*DAUCUS CAROTA L.*) UZGLABĀŠANAS LAIKĀ**

**CAROTENOID CONTENT CHANGES IN NANTES TYPE CARROTS
(*DAUCUS CAROTA L.*) DURING STORAGE**

Ingrīda Augšpole, Tatjana Rakčejeva

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas Tehnoloģijas fakultāte

ingrida.augspole@llu.lv

Abstract. Carrot (*Daucus carota L.*) is a biannual plant that accumulates massive amounts of carotenoid pigments. The current research focuses on the changes of carotenoid composition, i.e., the total carotenoid and β -carotene content in Nantes type carrots during storage in traditional conditions. Carotenoid composition during carrot storage for six months at the temperature 4 ± 1 °C and relative air humidity $89\pm 1\%$ was evaluated using spectrophotometric methods. The results revealed the tendency that total carotenoid content in carrots after six months of storage increased by 31.12–40.97% in average and β -carotene by 7.89–32.99% which is significantly ($p < 0.05$; $\alpha = 0.05$) higher.

Key words: carrot, carotenoid composition, storage

Ievads

Mūsdienās burkāni ir otrs populārākais dārzeņis aiz kartupeļiem. Burkānos ir daudz vitamīnu un minerālvielu. Burkāni ir lielisks dabisko antioksidantu, īpaši karotinoīdu un fenola savienojumu avots. Salīdzinot ar citiem dārzeņiem, burkānos ir visaugstākais β -karotīna saturs, kas piešķir tiem oranžo krāsu un stiprina cilvēka imūnsistēmu. Latvijā no visiecienītākajiem var minēt Nantes tipa burkānus.

Karotinoīdi ir galvenie pigmenti, kas nosaka burkānu krāsu un ir svarīgi ar savu provitamīnu un antioksidantu aktivitāti (Rodriguez-Concepcion, Stange, 2013). Senākais pētījums par karotīniem ir meklējams 19. gadsimta sākumā, kad 1831. gadā β -karotīnu no burkānu saknēm izdalīja ķīmiķis H.V. F. Vakenroders Farmācijas institūtā Vācijā (Nollet, Toldrá, 2012). Burkānos identificētie karotinoīdi ir: α - un β -karotīns, luteīns, likopēns, kriptoksantīns, violaksantīns, neoksantīns un anteraksantīns (Sinha, 2011). Karotinoīdu saturs dārzeņos var atšķirties gan kvantitatīvi, gan kvalitatīvi, un to var ietekmēt uzglabāšanas apstākļi un ilgums, šķirne (Rodriguez-Concepcion, Stange, 2013), klimatiskie apstākļi, gadalaiks, ģeogrāfiskā atrašanās vieta, gatavības pakāpe, kultivēšana un pēc ražas apstrāde (Fikselová *et al.*, 2010). Poļu zinātnieki (Gajewski *et al.*, 2010) savā pētījumā noskaidroja, ka augstāks karotinoīdu saturs burkānos raksturīgs vairāk nobriedušām saknēm. Karotinoīdu zuduma galvenais iemesls ir oksidācija. Karotinoīdi ir jutīgi pret sārmainu vidi un apkārtējiem apstākļiem: gaisa skābekli, gaismu, augstu temperatūru, peroksīdiem, metāliem (piemēram, dzelzs) un fermentiem. Burkānos karotinoīdus nomāc antioksidanti, piemēram, tokoferols un askorbīnskābe. β -karotīns ir karotīna forma, kas sastopama galvenokārt burkānos, spinātos, apelsīnos, kartupeļos un tomātos (Biswas *et al.*, 2011). Karotinoīdu krāsa var svārstīties no dzeltenas līdz sarkanai, oranžas ar brūnu toni un līdz pat violetai (Gajewski *et al.*, 2010). Burkānos karotinoīdi ir atbildīgi par oranžās krāsas intensitāti, un to krāsa ir rādītājs augstākai uzturvielu vērtībai (Schulz-Witte, 2011). Burkānu oranžā krāsa galvenokārt ir saistīta ar α - un β -karotīnu, dzeltenā un sarkanā – ar luteīnu un likopēnu, violetā – ar antociānu saturu burkānos (Schulz-Witte, 2011). Burkānu šķirnēm ar izteiktāku oranžo toni ir augstāks β -karotīna saturs (Schulz-Witte, 2011). Violetas krāsas burkāni ir īpaši bagāti ar β -karotīnu un satur 2.2 reizes vairāk karotinoīdu savienojumu, salīdzinot ar oranžas krāsas burkāniem (Schulz-Witte, 2011; Gajewski *et al.*, 2010). Burkāniem, kas satur lielu daudzumu karotīnu pigmentus, karotīni sintezējas un uzkrājas hromoplastā, kas satur likopēna vai β -karotīna kristālus (Britton *et al.*, 2009).

Burkānos esošie karotinoīdi nodrošina 17% no kopējā β -karotīna devas cilvēku uzturā (Matejkova, Petrikova, 2010). β -karotīna antioksidantu aktivitāte darbojas kā A provitamīns, kas cilvēku organismā tiek pārvērsts tikai tad, kad ir nepieciešams, tādējādi novēršot iespējamo toksiskumu. Cilvēkam diennaktī rekomendējami 1–2 mg A vitamīna (Martín-Belloso, Soliva-Fortuny, 2011).

Pētījuma mērķis – izvērtēt Nantes tipa burkānu kopējo karotinoīdu un β -karotīna satura izmaiņas uzglabāšanas laikā tradicionālos apstākļos.

Materiāli un metodes

Pētījuma objekts ir Latvijā Zemgales reģionā audzētu Nantes tipa burkānu šķirnes 'Forto' un hibrīdi 'Bolero' F1, 'Champion' F1 un 'Maestro' F1. Svaigiem burkāniem tūlīt pēc ražas novākšanas un ik pēc divu mēnešu uzglabāšanas aukstuma kamerā $+4\pm 1^\circ\text{C}$ temperatūrā ar relatīvo gaisa mitrumu $89\pm 1\%$ sešu mēnešu laikā noteica kopējo karotinoīdu un β -karotīna saturu.

Kopējie karotinoīdi noteikti spektrofotometriski (Kampuse *et al.*, 2012), izmantojot spektrofotometru 6705 UV/VIS YENWAY (Lielbritānija) pie viļņu garuma 450 nm. Pirms analizēm burkānus sarīvē uz smalkās rīves un homogenizē ar blenderi (*Braun Multiquick 5*, Polija). Analizējamā burkāna paraugu uz analītiskajiem svariem, ar precizitāti 1.0000 ± 0.0005 g, nosver 100 mL koniskajā kolbā. Iesvaram pievieno 20 mL etanola (96%). Paraugu maisa ar magnētisko maisītāju *Magnetic stirrer MS-01* (*Elmi*, Latvija) 15 min, tad tam pievieno 25 mL petrolēteri un maisīšanu turpina vienu stundu. Sagatavoto paraugu iztur 2–3 h, lai šķidrums pilnīgi atslāņojas, un augšējo dzelteno kārtu izmanto karotinoīdu noteikšanai. Kopējo karotinoīdu saturu aprēķina pēc formulas 1:

$$X = \frac{12.5 \times 100 \times KE}{36 \times a} \quad (1)$$

kur:

12.5 un 36 – literatūrā uzrādītie koeficienti, kas raksturo sakarību starp $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ daudzumu un karotīnu attiecību;

a – parauga iesvars, g;

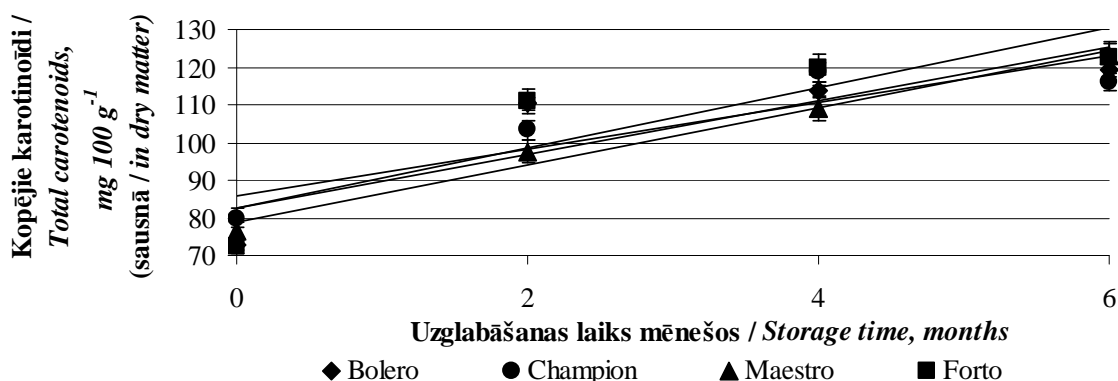
KE – pēc graduēšanas grafika atrastais karotinoīdu ekvivalents.

β -karotīns noteikts spektrofotometriski, izmantojot spektrofotometru 6705 UV/VIS YENWAY (Lielbritānija) pēc metodes (Biswas, 2011), izmantojot β -karotīna kalibrācijas līkni (*Sigma-Aldrich*, Vācija). β -karotīna koncentrācija standartšķīdumos 32.000; 16.000; 8.000; 4.000; 2.000; 1.000; 0.500; 0.250; 0.125; 0.062; 0.031 un $0.015 \mu\text{g mL}^{-1}$, kā šķīdinātāju izmantojot 99.8% acetonu (*Sigma-Aldrich*, ASV) $+4^\circ\text{C}$ temperatūrā. Standartlīkni ieguva, β -karotīna dažādu koncentrāciju standartšķīdumiem nosakot gaismas absorbciju pie viļņu garuma 449 nm, ko turpmāk izmantoja β -karotīna satura noteikšanai ($\mu\text{g g}^{-1}$) analizētajos burkānu paraugos. Parauga sagatavošana: burkānus sarīvē uz smalkās rīves un homogenizē ar blenderi (*Braun Multiquick 5*, Polija). Ekstrācijai 1.0000 ± 0.0005 g analizējamā burkānu parauga nosver stikla mēģenē. Pievieno 5 mL atdesēta acetona 99.8%, iztur 15 min $4\pm 1^\circ\text{C}$, periodiski sakratot un samaisot. Iegūto maisījumu centrifugē (*ELMI MG-6MT*, *Elmi*, Latvija). Dzidro filtrātu dekantē un filtrē caur $0.45 \mu\text{m}$ (25 mm) membrānu filtru, ko savāc atsevišķā mēģenē. Cieto frakciju atkārtoti ekstrahē ar 5 mL acetona 99.8%, kam seko centrifugēšana. Abus ekstraktus apvieno kopā, dekantē un filtrē caur $0.45 \mu\text{m}$ membrānu filtru. Ekstrakta absorbciju nosaka pie viļņu garuma 449 nm.

Rezultāti un diskusijas

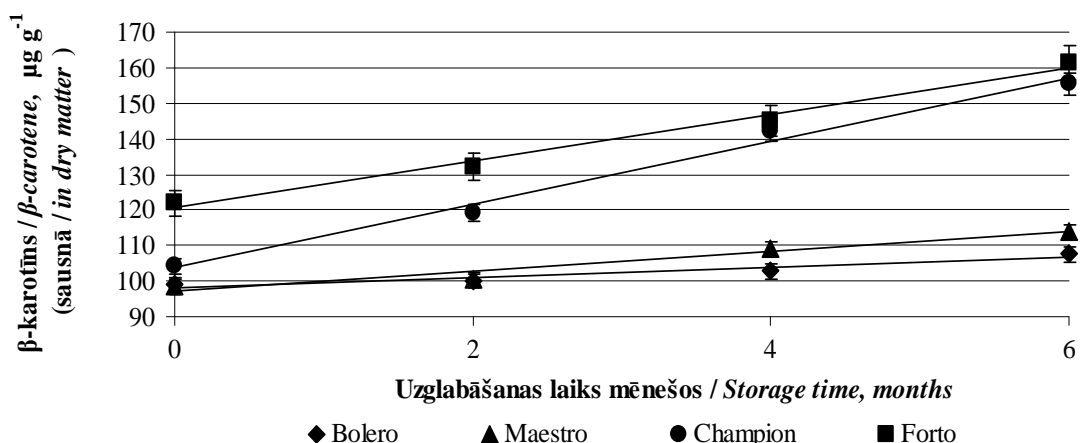
Karotinoīdi ir galvenie pigmenti, kas nosaka burkānu krāsu. Analizējot Latvijā audzētajos Nantes tipa burkānos esošo karotinoīdu saturu tūlīt pēc ražas novākšanas un uzglabāšanas laikā noteikts, ka kopējo karotinoīdu saturs visvairāk palielinājās šķirnei 'Forto' – par 40.97%, vismazāk – burkānu hibrīdam 'Champion' F1 – par 31.12%, salīdzinot ar sākotnējo kopējo karotinoīdu saturu, kas ir būtiski ($p < 0.05$; $\alpha = 0.05$) (1. att.). Burkānus uzglabājot no 4 līdz 6 mēnešiem, kopējais karotinoīdu saturs tajos būtiski ($p > 0.05$) nemainījās.

Iegūtie rezultāti norāda par karotinoīdu biosintēzes norisi burkānos pēc ražas novākšanas (Britton *et al.*, 2009). Zinātniskajā literatūrā ir minēts: karotinoīdu saturs burkānos var atšķirties kvantitatīvi un kvalitatīvi, un to var ietekmēt uzglabāšanas apstākļi, šķirne un gatavības pakāpe (Rodriguez-Concepcion, Stange, 2013). M. Bergers u. c. zinātnieki, pētot burkānu hibrīdus Vācijā, noteica, ka kopējais karotinoīdu saturs tajos pieaug no 8% līdz 23% pie nosacījuma, ka burkānus uzglabā temperatūrā virs sasalšanas punkta (Berger *et al.*, 2008).



1. att. Kopējo karotinoīdu satura izmaiņas burkānu šķirnei un hibrīdiem uzglabāšanas laikā.
 Fig. 1. Changes of total carotenoid content in carrots during storage (by hybrids and cultivar).

β -karotīns ir vispazīstamākais un visvairāk pārstāvētais karotinoīds burkānos. Burkānu oranžā krāsa galvenokārt ir saistīta ar β -karotīna saturu tajos. Burkānu šķirņēm ar izteiktāku oranžo toni ir novērots augstāks β -karotīna saturs (Ayvaz *et al.*, 2012). Iegūtie pētījuma rezultāti liecina, ka Nantes tipa burkānu šķirnes hibrīdiem β -karotīna saturs, līdzīgi kā kopējo karotinoīdu saturs, uzglabāšanas laikā būtiski ($p=0.001$; $\alpha=0.05$) palielinājās, kā arī būtiski atšķīrās starp pētāmo burkānu hibrīdiem ($p=0.030$; $\alpha=0.05$) (2. att.).



2. att. β -Karotīna satura izmaiņas burkānu šķirnei un hibrīdiem uzglabāšanas laikā.
 Fig. 2. Changes of β -carotene content in carrots during storage (by hybrids and cultivar).

Uzglabājot burkānus sešus mēnešus, β -karotīna saturs visvairāk palielinājās burkānu hibrīdam 'Champion' F1 – par 32.99%, vismazāk – 'Bolero' F1 hibrīdam – par 7.89%, salīdzinot ar sākotnējo β -karotīna saturu (2. att.). Eksperimentos iegūtie rezultāti sakrīt ar zinātniskajā literatūrā minēto, proti, β -karotīna saturs burkānos uzglabāšanas laikā palielinās (Sinha, 2011).

Secinājumi

1. Nantes tipa burkānu šķirnes hibrīdos pēc sešu mēnešu uzglabāšanas kopējo karotinoīdu saturs būtiski palielinājās no 31.12% līdz 40.97%.
2. Pēc sešu mēnešu uzglabāšanas Nantes tipa burkānu šķirnes hibrīdos β -karotīna saturs palielinājās no 7.89% līdz 32.99%, salīdzinot ar sākotnējo β -karotīna saturu.
3. Iegūtie rezultāti liecina par karotinoīdu biosintēzes norisi burkānos pēc ražas novākšanas.

Izmantotā literatūra

1. Ayvaz H., Schirmer S., Parulekar Y., Balasubramaniam V. M., Somerville J. A., Daryaei H. (2012). Influence of selected packaging materials on some quality aspects of pressureassisted thermally processed carrots during storage. *LWT – Food Science and Technology*, Vol. 46, p. 437–447.
2. Berger M., Küchler T., Maaßen A., Busch-Stockfisch M., Steinhart H. (2008). Correlations of carotene with sensory attributes in carrots under different storage conditions. *Food Chemistry*, Vol. 106, p. 235–240.
3. Biswas A. K., Sahoo J., Chatli M. K. (2011). A simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of β -carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets. *LWT–Food Science and Technology*, Vol. 44, Issue 8, p. 1809–1813.
4. Britton G., Liaaen-Jensen S., Pfander H. (2009). *Carotenoids. Volume 5: Nutrition and Health*. Verlag Basel: Boston, Berlin, 431 p.
5. Gajewski M., Weglarz Z., Sereda A., Bajer M., Kuczkowska A., Majewski M. (2010). Carotenoid Accumulation by Carrot Storage Roots in Relation to Nitrogen Fertilization Level. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38, p. 71–75.
6. Kampuse S., Berna E., Muizniece-Brasava S., Dukalska L. (2012). Influence of active packaging on the quality of pumpkin – rowanberry marmalade candies. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 67, p. 1135–1143.
7. Martín-Belloso O., Soliva-Fortuny R. (2011). *Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*. Taylor and Francis Group, LLC: Boca Raton, 410 p.
8. Matejkova J., Petrikova K. (2010). Variation in Content of Carotenoids and Vitamin C in Carrots. *Notulae Scientia Biologicae*, No. 2(4), p. 88–91.
9. Nollet L. M. L. and Toldrá F. (2012). *Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods*. Taylor & Francis Group, LLC: Boca Raton, 956 p.
10. Rodriguez-Concepcion M., Stange C. (2013). Biosynthesis of carotenoids in carrot: an underground story comes to light. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, p. 1–7.
11. Schulz-Witte J. (2011) *Diversität wertgebender Inhaltsstoffe bei Daucus carota L.* Dissertation. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg, Deutschland, S. 288.
12. Sinha N. K. (2011) *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*. John Wiley and Son: New Delhi, 788 p.

KOPĒJAIS FENOLU, ANTOCIANĪNU UN TANĪNU SATURS SKĀBO ĶIRŠU AUGĻOS UN SPIEDPALIEKĀS

TOTAL CONTENT OF PHENOLS, ANTHOCYANINS AND TANNINS IN SOUR CHERRY FRUIT AND PRESS CAKE

Dalija Segliņa, Inta Krasnova, Anita Olšteine, Daina Feldmane

Latvijas Valsts augļkopības institūts
dalija.segliņa@lvai.lv

Abstract. Sour cherries are important fruit crop worldwide and in Eastern Europe especially. The climate is suitable for cherry growing in Latvia. The productivity of sour cherries has been improved by introducing of new cultivars. Sour cherry fruit have high nutritive value and multiform application. Recently the investigations of raw materials of plant origin became topical due to their high-quality composition. The aim of the research was to determine the content of the polyphenol compounds in sour cherry fruit and in a press cake after juice pressing. The cultivars which are widely grown in Latvia or suitable for Latvian conditions were chosen for the research: 'Latvijas Zemais', 'Zentenes', 'Bulatnikovskaya', 'Orlica', 'Zhukovskaya', 'Shokoladnica' and 'Tamaris'. The objects of the research were frozen fruit and the press cake after juice pressing. The total content of the phenols, anthocyanins and tannins were determined spectrophotometrically. The results of the research showed that sour cherry cultivars grown in Latvia were rich in polyphenol

compounds. The content and composition of polyphenol compounds varied among cultivars significantly. In frozen fruit the highest total content of phenols, anthocyanins and tannins was detected in 'Shokoladnica' and 'Tamaris'. The highest total content of phenols and tannins in the press cake after juice production was detected in 'Shokoladnica' and 'Zhukovskaya', and four cultivars showed high total content of anthocyanins.

Key words: sour cherry, press cake, phenols, anthocyanins, tannins.

Ievads

Skābie ķirši ir nozīmīgi augļaugi pasaulē, it īpaši Austrumeiropā. Dažādos reģionos audzēto ķiršu šķirņu daudzveidība ir liela. Latvijas klimats ir piemērots skābo ķiršu audzēšanai. Ir izveidotas šķirnes, kas piemērotas audzēšanai atšķirīgos klimatiskos apstākļos. Dažādu šķirņu ieviešana ļauj iegūt stabilāku un augstāku ražību un plašāku nogatavošanās periodu, kas ražošanā veicina produkcijas dažādību pārstrādes veidiem ar piemērotām kvalitatīvajām īpašībām (Skrīvele *et al.*, 2008). Pateicoties augstajam fenolu savienojumu saturam skābo ķiršu augļos (t. sk. antociānu – vienai no fenolu savienojumu apakšgrupām), kopš 20. gs. 90. gadiem tiem tiek pievērsta pastiprināta zinātnieku uzmanība. Vairākos pētījumos ir atzīts, ka kopumā skābo ķiršu augļos ir nozīmīgs gan antociānu (Blando *et al.*, 2004; Sass-Kiss *et al.*, 2005), gan kopējais fenolu savienojumu saturs (Chaovanalikit and Wrolstad, 2004).

Skābo ķiršu augļiem ir augsta uzturvērtība un daudzveidīgas izmantošanas iespējas. Lielākoties skābo ķiršu augļus izmanto dažādu pārstrādes produktu izgatavošanai – ievārījumiem, kompotiem, sulām, konditorejas izstrādājumu pildījumiem, bet deserta šķirņu augļi piemēroti patēriņam svaigā veidā. Pēc sulas iegūšanas augļu un spiedpaliekās saglabājas daudzas bioloģiski aktīvas vielas, kuru dēļ tās būtu ieteicams iekļaut arī dažādu produktu sastāvā kā funkcionālas pārtikas sastāvdaļas (Helbiga *et al.*, 2008). Pēdējos gados aktuāls kļuvis jautājums par veselīgu dzīvesveidu, un augu izcelsmes izejvielām pētnieki pievērsuši īpašu uzmanību tieši to augstvērtīgā sastāva un antioksidantu aktivitātes dēļ, kas palīdz neitralizēt brīvos radikālus, līdz ar to mazinot dažādu slimību izraisītās veselības problēmas (Wahle *et al.*, 2010). Pētījuma mērķis bija noteikt kopējo fenolu, antociānu un tanīnu saturu skābo ķiršu šķirņu augļos un spiedpaliekās pēc sulas iegūšanas.

Materiāli un metodes

Pētījumam izvēlētas Latvijā plašāk audzētās un perspektīvākās skābo ķiršu šķirnes: 'Latvijas Zemais' un 'Zentenes', kas ir tautas selekcijas šķirnes, un 'Bulatņikovskaja', 'Orļica', 'Žukovskaja', 'Šokoladnica', 'Tamaris', kas izveidotas Krievijā (Ruisa un Kaufmane, 2008). Pētāmie objekti – saldēti ķiršu šķirņu augļi un kaltētas spiedpaliekas pēc sulas iegūšanas. Skābo ķiršu šķirņu augļi ievākti lietošanas gatavībā (mitrums augļos no 83.5% līdz 84.1%), atdalīti kātiņi, augļi mazgāti un nosusināti. Viena daļa augļu sasaldēti –18 °C temperatūrā, sabērti polietilēna maisiņos un saldētā veidā uzglabāti divus mēnešus līdz analīzēm. Otrai daļai augļu izņemti kauliņi, izspiesta sula un spiedpaliekas izkaltētas iekārtā ar piespiedu siltā gaisa cirkulāciju līdz mitrumam 12.1–12.5%. Izkaltētās spiedpaliekas iepakotas plastmasas maisiņos, uzglabātas sausā, tumšā vietā.

Kopējais fenolu saturs noteikts ar spektrofotometrisko metodi, izmantojot Folina Čikolteu reaģentu (Singleton, 1999). Sagatavots ķiršu un ķiršu spiedpalieku spirta ekstrakts, kas analizēts ar UV 1800 spektrofometru pie viļņu 765 nm. Kopējais fenolu saturs izteikts pēc galluskābes ekvivalenta (GSE) mg 100 g⁻¹ produkta. Tanīnu saturs ķiršu un ķiršu spiedpalieku spirta ekstrakta paraugos noteikts pēc dzelzs cianīda reducēšanas ar spektrofotometrisko metodi pie viļņu garuma 720 nm (Paaver, 2010). Tanīnu saturs izteikts pēc tanīnskābes ekvivalenta mg 100 g⁻¹ produkta. Kopējais antociānu saturs noteikts spektrofotimetriski ar pH diferenciālo metodi pie gaismas viļņu garumiem 510 un 700 nm (Moor *et al.*, 2005). Kopējais antociānu saturs aprēķināts un izteikts kā cianidīn-3-glikozīda ekvivalenta (CGE) saturs mg 100 g⁻¹ produkta.

Datu apstrāde veikta ar matemātiskās statistikas metodēm, iegūtajiem rezultātiem aprēķināta vidējā aritmētiskā vērtība, standartnovirze. Veikta vienfaktora dispersijas analīze, lietojot *Microsoft Excel for Windows 7.0* un *SPSS* programmas *SPSS 16* paketi. Dispersijas analīzē atšķirību skaidrošanai starp pētītajiem paraugiem izmantots *Sheffe* kritērijs.

Rezultāti un diskusijas

Augļu ķīmiskais sastāvs ir būtiski atkarīgs no vairākiem faktoriem: klimatiskajiem, audzēšanas un uzglabāšanas apstākļiem, gatavības pakāpes novākšanas laikā, kā arī to ietekmē

pārstrādes tehnoloģijas (Feldmane, 2012). Skābo ķiršu šķirņu izmantošana dažādiem pārstrādes veidiem ir atkarīga no ķīmiskā sastāva, kas savukārt ietekmē garšas īpašības. Pētījumā analizēto kopējo fenolu, antociānu un tanīnu saturs skābo ķiršu šķirņu augļos un spiedpaliekās pēc sulas iegūšanas norādīts 1. tabulā.

1. tabula *Table 1*

Polifenolu saturs skābo ķiršu augļos un spiedpaliekās (mg 100 g⁻¹ sausnas)
The content of polyphenols in sour cherry fruit and press cake (mg 100 g⁻¹ dry matter)

Šķirnes nosaukums <i>Cultivar name</i>	Kopējais fenolu saturs <i>Total content of phenols, mg 100 g⁻¹</i>	Kopējais antociānu saturs <i>Total content of anthocyanins, mg 100 g⁻¹</i>	Tanīnu saturs <i>Content of tannins, mg 100 g⁻¹</i>
Ķiršu augļi <i>Whole cherry fruits</i>			
‘Šokoladņica’	2181.5±1.9 ^b	361.2±10.2 ^b	2499.4±11.5 ^c
‘Latvijas Zemais’	1483.0±8.9 ^e	326.3±9.1 ^d	2570.1±6.9 ^b
‘Žukovskaja’	1776.1±2.3 ^d	308.1±5.6 ^e	2408.2±10.4 ^e
‘Tamaris’	2259.7±2.1 ^a	500.5±17.1 ^a	2865.2±18.8 ^a
‘Bulatņikovskaja’	1889.6±6.5 ^c	329.3±14.1 ^c	2439.1±4.8 ^d
‘Zentenes’	847.5±5.45 ^g	250.8±11.3 ^f	1899.0±4.3 ^g
‘Orļica’	1292.4±8.0 ^f	343.6±8.6 ^c	2339.6±6.8 ^f
Spiedpaliekas pēc sulas iegūšanas <i>Press cake after juice pressing</i>			
‘Šokoladņica’	2114.4±2.0 ^a	1542.9±11.31 ^b	2339.8±26.3 ^a
‘Latvijas Zemais’	964.9±3.9 ^d	971.5±5.4 ^e	1394.0±24 ^b
‘Žukovskaja’	1407.1±1.0 ^b	1651.7±14.9 ^a	1432.4±22.7 ^b
‘Tamaris’	1093.4±10.7 ^c	1610.3±15.6 ^a	458.5±10.4 ^c
‘Bulatņikovskaja’	734.6±6.8 ^f	1204.5±17.7 ^d	318.0±12.0 ^e
‘Zentenes’	598.1±9.7 ^g	809.6±6.4 ^f	260.8±16.0 ^f
‘Orļica’	856.2±6.8 ^e	1482.5±8.1 ^c	411.3±24.7 ^d

* a, b, c – ar atšķirīgiem burtiem apzīmētās vidējās vērtības būtiski atšķiras.

Kopējais fenolu saturs skābo ķiršu šķirņu augļos ir saistīts ar fenolskābju un to atvasinājumu, flavonoīdu un citu savienojumu grupu saturu tajos. Analizējot kopējo fenolu saturu skābo ķiršu šķirņu augļos, secināts, ka tas ir robežās no 847.5 līdz 2259.7 mg 100 g⁻¹ sausnas. Latvijā plašāk audzētās šķirnes ‘Latvijas Zemais’ augļi satur 1483.0 mg 100 g⁻¹ sausnas kopējo fenolu, savukārt vairākās šķirnēs to saturs ir būtiski lielāks – ‘Žukovskaja’ un ‘Bulatņikovskaja’ attiecīgi par 17% līdz 22 %, bet ‘Šokoladņica’ un ‘Tamaris’ – attiecīgi par 32% un 34 % vairāk. Nedaudz mazāks fenolu saturs noteikts šķirnei ‘Orļica’, bet vismazākais šķirnes ‘Zentenes’ augļos. Kopējais antociānu saturs skābo ķiršu augļos bija atšķirīgs dažādām šķirnēm. Augstākais antociānu saturs tika konstatēts šķirnes ‘Tamaris’ augļos – vidēji 500.5 mg 100 g⁻¹ sausnas. Tas būtiski atšķirās no visām pārējām šķirnēm pētījumā un salīdzinājumā ar kontroles šķirni ‘Latvijas Zemais’ bija par 65% lielāks. Salīdzinoši liels kopējais antociānu saturs noteikts šķirnēm ‘Šokoladņica’, ‘Bulatņikovskaja’, ‘Žukovskaja’ un ‘Orļica’. Sešu pētīto skābo ķiršu šķirņu augļos tanīnu saturs ir robežās no 1899.0 līdz 2570.1 mg 100 g⁻¹ sausnas, bet būtiski tas atšķiras šķirnei ‘Tamaris’, sasniedzot 2865.2 mg 100 g⁻¹ sausnas. Šķirnes ‘Zentenes’ augļi nav bagāti ar tanīniem, un to saturs ir vismazākais. Tanīnu saturs ķiršu augļos ietekmē to garšas īpašības, liekot sajust lielāku savēlkošu garšu, kas bieži vien patērētājam nav akceptējama. Tādēļ šādus ķiršus ieteicams izmantot pārstrādei, piemēram, alkoholisko dzērienu vīna vai liķiera gatavošanā, kur augsts tanīnu saturs ir nepieciešams, lai veidotos atbilstošas garšas buķete.

Pētījumā noteikts, ka ķiršu spiedpaliekas pēc sulas iegūšanas ir bagātas ar fenolu savienojumiem. Vislielākais kopējais fenolu saturs noteikts šķirņu ‘Žukovskaja’ un ‘Šokoladņica’ spiedpaliekās, vidēji 1.5–3.5 reizes vairāk nekā pārējās šķirnēs. Salīdzinājumā ar saldētiem ķiršu augļiem, sausās, maltās spiedpaliekās ir liels kopējais antociānu saturs, turklāt tas ir 3–5 reizes lielāks, kas skaidrojams ar antociānu koncentrēšanos augļu miziņā. Analizējot tanīnu saturu, noteikts, ka tas ir būtiski atkarīgs no šķirnes. Vairāku šķirņu ķiršu spiedpaliekas, piemēram, ‘Šokoladņica’, ‘Latvijas Zemais’ un ‘Žukovskaja’ ir bagātas ar tanīniem. Savukārt pārējām šķirnēm tanīnu saturs ir mazāks nekā saldētiem augļiem. Ķiršu šķirnēm raksturīgi atšķirīgi augļu kvalitātes

fizikālie rādītāji, piemēram, cietība, struktūra, sulas iznākums, kas arī būtiski ietekmē spiedpalieku ķīmisko sastāvu.

Izvērtējot pētījuma rezultātus par skābo ķiršu šķirņu augļu un spiedpalieku ķīmisko sastāvu, secināts, ka Latvijā audzētās šķirnes būtiski atšķiras savā starpā. Pārstrādes uzņēmumiem ieteicams izvēlēties atbilstošas šķirnes, kas piemērotas, piemēram, sulai, žāvēšanai, alkoholiskajiem dzērieniem un citiem atšķirīgiem produktu veidiem. Iepriekšējā pētījumā par skābo ķiršu pārstrādes produktu (sukāžu) ķīmisko sastāvu un sensorajām analīzēm noteikts, ka šķirne 'Tamaris' maz piemērota sukāžu ražošanai – sukādes pēc hedoniskās skalas novērtētas ar 5.5 ballēm (no 9 iespējamām) (Juhneviča *et al.*, 2011). Veicot sensorās analīzes, konstatēts, ka pastāv savstarpēja sakarība starp fenolu un t. sk. tanīnu saturu ķiršu sukāžu paraugos un to patikšanas pakāpi. Pētījumi Spānijā norāda: jo lielāks fenolu saturs paraugā, jo zemāks ir tā sensorais novērtējums (Bernalte, 2009). Dažādie pētījumi pasaulē norāda, ka skābie ķirši ir augstvērtīga izejviela un satur bioloģiski aktīvus savienojumus, kas nepieciešami cilvēka organismam (Manach *et al.*, 2004; Viljevac *et al.*, 2012; Sengul *et al.*, 2014). Mūsu pētījumā iegūtie dati sniedz ieskatu par fenolu savienojumu daudzumu Latvijā plašāk audzēto skābo ķiršu šķirņu augļos un spiedpaliekās. Spiedpalieku izmantošanas iespējas ir ļoti plašas. Kaltētas tās var iekļaut dabīgo tēju sastāvā, maltu pulveri var izmantot gaļas ēdienu gatavošanā, sauso ķīseļu pagatavošanā, kā piedevu konditorejas izstrādājumu un saldo ēdienu gatavošanā.

Secinājumi

1. Latvijā audzēto skābo ķiršu šķirņu augļi un to spiedpaliekas pēc sulas iegūšanas ir bagātas ar fenolu savienojumiem.
2. Lielākais kopējo fenolu un antociānīnu saturs saldētos ķiršu augļos noteikts šķirnēm 'Šokoladņica' un 'Tamaris', bet tanīnu saturs – šķirnēm 'Tamaris' un 'Latvijas Zemais'.
3. Skābo ķiršu šķirņu 'Šokoladņica' un 'Žukovskaja' spiedpaliekas satur vislielāko kopējo fenolu un tanīnu daudzumu, bet 'Žukovskaja', 'Tamaris', 'Orļica' un 'Šokoladņica' satur visvairāk antociānu.

Pateicība. Pētījuma veikšanai un publikācijas sagatavošanai saņemts atbalsts no Eiropas Reģionālās attīstības fonda, projekta Nr. 2013/0059/2DP/2.1.1.1.0/13/APIA/VIAA/022.

Izmantotā literatūra

1. Bernalte J., Hernandez T., Vidail-Aragon C., Sabio E. (2009). Physical, chemical, flavor and sensory characteristics of cherry varieties growing in Valledeljerte' (Spain). *Journal of Food Quality*, Vol. 22, Issue 4, p. 403–416.
2. Blando F., Gerardi C., Nicoletti I. (2004). Sour cherry (*Prunus cerasus* L) anthocyanins as ingredients for functional foods. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Vol. 5, p. 253–258.
3. Chaovanalikit A., Wrolstad R. E. (2004). Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. *Journal of Food Science*, Vol. 69, p. 67–72.
4. Feldmane D. (2012). *Pilienveida apūdeņošanas un šķeldu mulčas ietekme uz skābo ķiršu jaunkoku augšanu un ražas veidošanos*. Promocijas darbs doktora grāda iegūšanai. Jelgava: LLU, 172 lpp.
5. Helbiga D., Bohmb V., Wagnera A., Schuberta R., Jahreisa G. (2008). Berry seed press residues and their valuable ingredients with special regard to black currant seed press residues. *Food Chemistry*, Vol. 111, p. 1043–1049.
6. Juhneviča K., Ruisa S., Segliņa D., Krasnova I. (2011). Evaluation of Sour Cherry Cultivars Grown in Latvia for Production of Candied Fruits. *In: Proceedings of 6th Baltic Conference on Food Science and Technology: Innovations for food science and production, "FOODBALT-2011"*. Jelgava, Latvia, May 5–6, 2011, p. 30–37.
7. Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., and Jiménez L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 79, p. 727–747.
8. Moor U., Karp K., Pöldma P., Pae A. (2005). Cultural Systems Affect Content of Anthocyanins and Vitamin C in Strawberry. *European Journal of Horticultural Science*, Vol. 70 (4), p. 195–201.

9. Paaver U., Matto V., Raal A. (2010). Total tannin content in distinct *Quercus robur* L. galls. *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 4(8), p. 702–705.
10. Ruisa S., Kaufmane E. (2008). *Ķiršu, aprikožu un persiku šķirnes. Latvijas pomoloģija*. Latvijas Valsts augļkopības institūts, 67 lpp.
11. Sass-Kiss A., Kiss J., Milotay P., Kerek M. M., Toth-Markus M. (2005). Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, Vol. 38, p. 1023–1029.
12. Sengul M., Eser Z., Ercisli S. (2014). Chemical properties and antioxidant capacity of cornelian cherry genotypes grown in Coruh valley of Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Horticulture*, Vol. 13(4), p. 73–82.
13. Singleton V. L., Orthofer R. M., Lamuela-Raventos R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, Vol. 299, p. 152–178.
14. Skrīvele M., Kaufmane E., Strautiņa S., Ikase L., Ruisa S., Rubauskis E., Blukmanis M., Segliņa D. (2008). Fruit and berry growing in Latvia. *In: Proceedings of international scientific conference: Sustainable Fruit Growing: From Plant To Product*, Jurmala – Dobeles, Latvia, May 28–31, 2008, p. 5–14.
15. Viljevac M., Dugali K., Jurkovi V., Mihaljevi I., Tomaš V., Puškar B., Lepeduš H., Sudar R., Jurkovi Z. (2012). Relation between polyphenols content and skin colour in sour cherry fruits. *Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 57, No. 2, p. 57–67.
16. Wahle K. J. W., Brown I., Rotondo D., Heys S.D. (2010). Plant Phenolics in the Prevention and Treatment of Cancer. *In: Bio-Farms for Nutraceuticals: Functional Food and Safety Control by Biosensors*. Advances in Experimental Medicine and Biology Vol. 698, 1st ed., p. 36–51.

ARTIŠOKU RAŽA UN TĀS KVALITĀTE VIENGADĪGĀ STĀDĪJUMĀ YIELD AND QUALITY OF ATRICHOKE IN ONE-YEAR PLANTATION

Solvita Zeipiņa^{1,2}, Līga Lepse², Ina Alsīņa¹, Māra Dūma¹

¹Latvijas Lauksaimniecības universitāte, ²Pūres Dārzkopības pētījumu centrs
solvita.zeipina@gmail.com

Abstract. Artichokes (*Cynara cardunculus* L.) contain many minerals, vitamins, fibres, polyphenols, flavones, inulin, flavonoids. Traditionally artichoke is used as food and medicine. Experiments were carried out to clarify the effect of a type of soil on the yield and quality of artichoke head. Experiments were arranged in two different soils: brown soil with residual carbonates (BRk) and the soil strongly altered by cultivation (ANt) of the Pure Horticultural Research Centre during vegetation season of 2014. Artichoke 'Green Globe' seeds were subjected to vernalization before sowing. Artichokes were grown in 4 replicas with planting scheme 70 × 90 cm. First artichoke heads were harvested on 28 July in BRk soil. The yield and its quality were analyzed during all vegetation period. Biochemical analyses were performed at the Latvia University of Agriculture, Institute of Soil and Plant Science. The results showed the tendency that the higher yield of artichoke heads was obtained in ANt soil, but the content of ascorbic acid, chlorophylls and phenols was higher in heads grown in BRk soil.

Key words: artichoke, soil, ascorbin acid, phenols, yield.

Ievads

Artišoki (*Cynara cardunculus* L.) ir daudzgadīgi dārzeņi. Latvijas apstākļos tos visbiežāk audzē kā viengadīgu vai divgadīgu kultūraugu. Artišoki Latvijā nav tik izplatīti kā, piemēram, Francijā, Itālijā un citās Rietumeiropas valstīs. Artišoku ēdamo daļu „galviņu” raksturo augsta uzturvērtība. Pēc literatūras datiem artišoku galviņas vidēji satur 13.5–20.4% sausas, 1.7–2.3% olbaltumvielu, 8.3–15.7% ogļhidrātu, 1.0–3.3% kokšķiedras, 0.8–1.5% pelnu. Salīdzinājumā ar citiem dārzeņiem artišokiem ir augsta enerģētiskā vērtība, 44.2–71.8 kcal 100 g⁻¹. No vitamīniem

visvairāk artišokos ir A vitamīna provitamīns – 1.5 mg %, B1 – 0.2 mg %, PP – 0.7 mg % un P3 – 0.3 mg %. Artišokiem ir zems tauku saturs, bet augsts minerālvielu saturs (kālijs, nātrijs, fosfors), C vitamīns, šķiedrvielas, polifenoli, flavonoīdi, inulīns un hidroksikanēļskābes atvasinājumi (Christaki *et al.*, 2012).

Pārtikā tiek izmantotas līdz galam neatvērušās auga ziedkopas, savukārt ārstnieciskos nolūkos var izmantot visas auga daļas. Artišokus var ēst gan svaigus, gan ceptus, gan vārītus. Artišoki tiek plaši pielietoti medicīnā, gatavojot no tiem dažāda veida preparātus. Tiek uzskatīts, ka artišoka ekstrakts labi attīra aknas un nieres, stimulē žults veidošanos. Tautas medicīnā no artišoka lapām un saknēm gatavo uzlējumus holesterīna līmeņa samazināšanai (Christaki, Bonos, Paneri, 2012; Durazzo, Foddai, Temperini *et al.*, 2013).

Latvijā artišoki komerciālās platībās nav audzēti, vien mazdārziņos. Ziemai ir raksturīga zema augsnes un gaisa temperatūra un ilgi bezsniega periodi. Šo apstākļu dēļ artišokus audzē kā viengadīgu kultūraugu (Daudzgadīgie dārzeņi, 1967).

Pētījuma mērķis bija izvērtēt artišoku ražu un kvalitāti, audzējot tos kā viengadīgu kultūraugu.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums ierīkots SIA „Pūres Dārzkopības pētījumu centrs” izmēģinājumu laukā 2014. gada pavasarī. Lai iegūtu ražu, veikta sēklu jarovizācija. Izmēģinājumā iekļauta šķirne ‘GreenGlobe’. Martā samitrinātas sēklas dīdēšanai tika novietotas siltā telpā, 20–25°C. Kad lielākā daļa sēklu bija saknitušas, tās uz divām nedēļām ievietoja ledusskapī 2–3°C temperatūrā. Pēc tam dīgļstus izpiķēja kasetēs. Parādotes dīgļlapām, dēstus pārpiķēja podiņos. 19. maijā iegūtos stādus izstādīja uz lauka divās dažādās augsnēs četros atkārtojumos (atkārtojumā 4 augi) 70 × 90 cm attālumā: kultūraugsnē (augsnē I) ar kopējo slāpekli 0.21%, P₂O₅ – 352.1 mg kg⁻¹, K₂O – 133.5 mg kg⁻¹ un organisko vielu saturu 5.44%. Otra bija relikarbonātiska brūnaugsne (augsnē II): kopējais slāpeklis 0.10%, P₂O₅ – 190.4 mg kg⁻¹, K₂O – 191.8 mg kg⁻¹ un organisko vielu saturs 2.97%. Tā kā artišokiem vēlama irdena un auglīga augsnē, tad augsnē I ir piemērotāka artišoku audzēšanai.

Hlorofilu, fenolu un C vitamīna satura noteikšana veikta LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūta Augu fizioloģijas laboratorijā. Bioķīmiskie parametri svaigās artišoku galviņās tika analizēti 5 dažādos periodos: 1) < 90 dienas pēc iestādīšanas, 2) 91–100 dienas pēc iestādīšanas, 3) 101–110 dienas pēc iestādīšanas, 4) 111–120 dienas pēc iestādīšanas un 5) 121–130 dienas pēc iestādīšanas.

Lai noteiktu hlorofilu saturu, blenderī sasmalcinātu artišoku masu ievietoja piestiņā un saberza, līdz masa kļuva homogēna. Vienu ± 0.1 gramu iegūtās masas pārnesa graduētā mēģenē un uzpildīja ar etilspirtu līdz 10 mL atzīmei. Paraugus ievietoja uz 10 minūtēm kratītājā ar 150 apgriezieniem minūtē, pēc tam 3 minūtes centrifugēja (2000 apgriezieni minūtē). Spektrofotometriski noteica absorbciju pie 665 nm (A₆₆₅) un 649 nm (A₆₄₉) viļņu garumiem un aprēķināja hlorofilu daudzumu (C) mg L⁻¹ pēc 1. vienādojuma (Lichtenthaler, Buschmann, 2001):

$$C = 6.1 \times A_{665} + 20.04 \times A_{649} \quad (1)$$

Hlorofilu saturs auga materiālā izteikts mg 100 g⁻¹ svaigas masas.

Asorbēnskābes saturs noteikts titrimetriski (Duma *et al.*, 2014). Artišoku galviņu vidējos paraugus samala, sasmalcināja piestā. 50 mL stobriņā iesvāra 1 ± 0.1 g auga parauga, pievienoja 50 mL 1% HCl un 5% HPO₃ šķīdumu (v:v = 1:1), rūpīgi sajauc. Pēc 30 minūtēm filtrēja un 10 mL filtrāta titrēja ar 0.0005M 2,6-dihlorfenolindolfenola šķīdumu līdz vāji sārta krāsai. C vitamīna saturu augu materiālā mg 100g⁻¹ aprēķināja, izmantojot 2. vienādojumu

$$m = \frac{V_{titr} \times 0.044 \times V_{kop} \times 100}{V_{an} \times m_{iesvars}} \quad (2)$$

kur V_{titr} – titrēšanai izmantotais dihlorfenolindolfenola šķīduma tilpums, mL

V_{kop} – kopējais šķīduma tilpums, mL

V_{an} – analizētais šķīduma tilpums, mL

m_{iesvars} – parauga iesvars, g

Fenolu noteikšanai 1 ± 0.1 g sasmalcināta artišoka masu ievietoja graduētā mēģenē, pievienoja 10 mL metanola-ūdens-sālsskābes šķīduma (79:20:1 v/v/v), kratīja 30 minūtes, tad centrifugēja. Šķīduma gaismas absorbcija tika nolasīta pie viļņa garuma 320 nm (A_{320}). Fenolu saturu augu materiālā ($\mu\text{g g}^{-1}$) aprēķināja, izmantojot 3. vienādojumu

$$m = \frac{16.05 \times A_{320}}{m_{\text{iesvars}}} \quad (3)$$

kur A_{320} – absorbcija, kas eksperimentāli noteikta pie 320 viļņu garuma;

m_{iesvars} – parauga iesvars, g (AOAC, 1990).

Iegūtais fenolu saturs pārrēķināts uz sausu, mg g^{-1} .

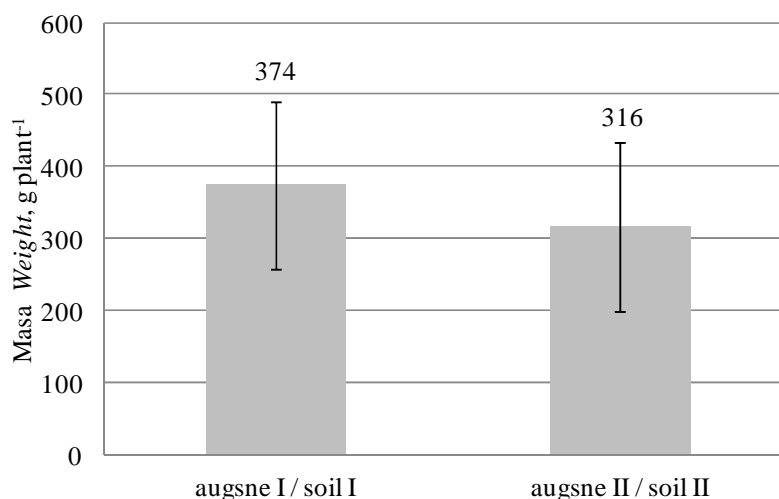
Izmēģinājumos iegūto datu matemātiskajā apstrādē veikta dispersijas analīze, izmantojot Stjūdenta kritēriju.

Rezultāti un diskusijas

Novērojot artišoku augšanu divās dažādās augsnēs, izteikti labāk tie auga un attīstījās kultūraugsnē, kur bija ļoti labs barības vielu nodrošinājums, jo zināms, ka artišoki labāk aug auglīgās augsnēs (Velez *et al.*, 2012). Daudzus gadus šajā laukā tika audzēti dažādi dārzeņi, tas ticis bagātīgi mēslojts, laika gaitā izveidojot ļoti auglīgu augsnes virskārtu. Otrajā laukā, kur bija relikarbonātiska brūnaugsne, augi neveidojās tik kupli un raženi, arī galviņas veidoja mazāk.

Pirmās artišoku galviņas tika novāktas 78 dienas pēc iestādīšanas kultūraugsnē augušajiem augiem, bet nedēļu vēlāk tās bija vācamas arī no relikarbonātiskā brūnaugsnē augošajiem augiem. No ražošanas sākuma līdz augusta II dekādei, kad bija augstākas vidējās gaisa temperatūras, artišoku galviņas grieza ik pēc dažām dienām. Pie labvēlīgākiem apstākļiem tās veidojās ātrāk un intensīvāk. Sākot ar augusta III dekādi, samazinoties gaisa temperatūrai, artišoku galviņas tika ievāktas vidēji ik pēc nedēļas. Pēdējās artišoku galviņas grieztas 132 dienas pēc iestādīšanas. Kultūraugsnē augušajiem augiem kopējā ražība bija 6.90 t ha^{-1} , bet relikarbonātiskā brūnaugsnē augošajiem augiem 5.84 t ha^{-1} .

Izvērtējot artišoku audzēšanu visā veģetācijas periodā, kultūraugsnē iegūta augstāka raža, lai arī tās atšķirība no brūnaugsnē augošu augu ražas ir statistiski nebūtiska (1. att.). Vidējā raža no viena auga bija 374 grami, t. i., vidēji sešas galviņas. Otrā laukā, relikarbonātiskā brūnaugsnē, vidējā raža no viena auga bija 316 grami, t. i., četras galviņas. Atsevišķu ievāktu galviņu masa svārstījās lielā amplitūdā, vidēji no 30 līdz pat 100 gramiem.



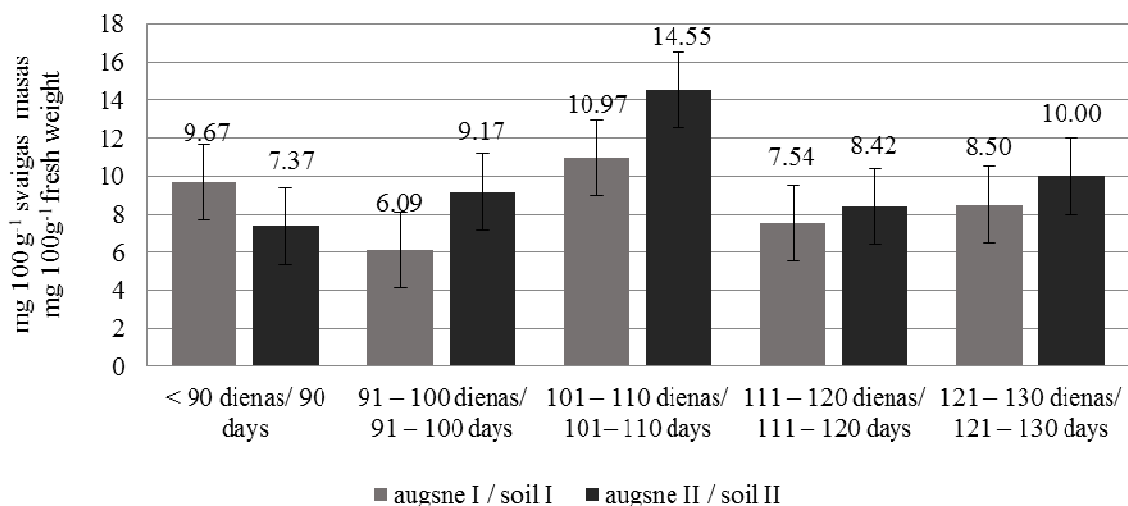
1. att. Videjā artišoku galviņu raža divos augsnes tipos.

Fig.1. Average yield of artichoke heads in two types of soils.

Svarīgs parametrs, kas liecina par augu uzturvērtību, ir hlorofilu saturs dārzeņos. Tas ļauj spriest gan par fotosintēzes intensitāti, gan augu veselīgumu (Arjonaki *et al.*, 2012). Izvērtējot hlorofilu satura izmaiņas artišoku galviņās dažādos laika periodos pēc iestādīšanas, novērotas tā

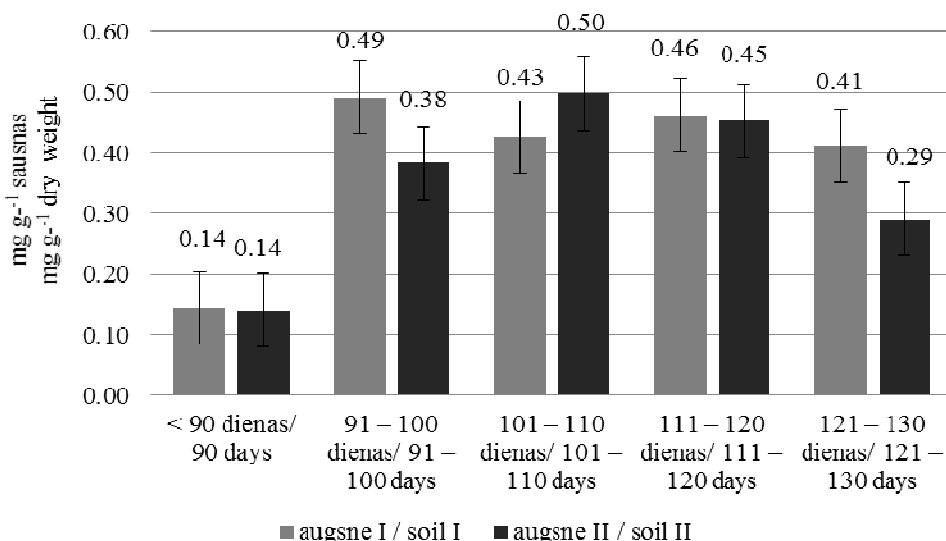
būtiskas atšķirības gan starp augsnēm ($p = 0.04$), gan paraugu ņemšanas laikiem ($p = 0.4 \times 10^{-3}$) (2. att.).

Hlorofilu saturs artišoku galviņās svārstās robežās no 6.09 līdz 14.55 mg 100 g⁻¹. Salīdzinot kopējo hlorofilu daudzumu artišoku galviņās, vērojams, ka tas vairāk veidojies relikarbonātiskā brūnaugsnē, izņemot pirmo paraugu ņemšanas reizi (< 90 dienas pēc iestādīšanas), kad vairāk hlorofilu bija kultūraugsnē augušajiem artišokiem. Izteikti vairāk hlorofilu uzkrājās ražas novākšanas periodā, kas bija 101–110 dienu periodā pēc iestādīšanas. Šajā desmit dienu periodā bija visvairāk nokrišņu, gandrīz 56 mm. Tā kā artišoki vislabāk aug siltā un saulainā laikā, tad tas varētu vedināt uz pieņemumu, ka palielināts mitrums artišokiem ir bijis stresa faktors un sekmējis hlorofilu pastiprinātu veidošanos. Hlorofilu pastiprināta veidošanās kā reakcija uz stresa faktoru ir minēta arī citos pētījumos (Brown, 2008).



2. att. Hlorofilu satura izmaiņas artišoku galviņās.
 Fig. 2. The changes of chlorophyll content in artichoke heads.

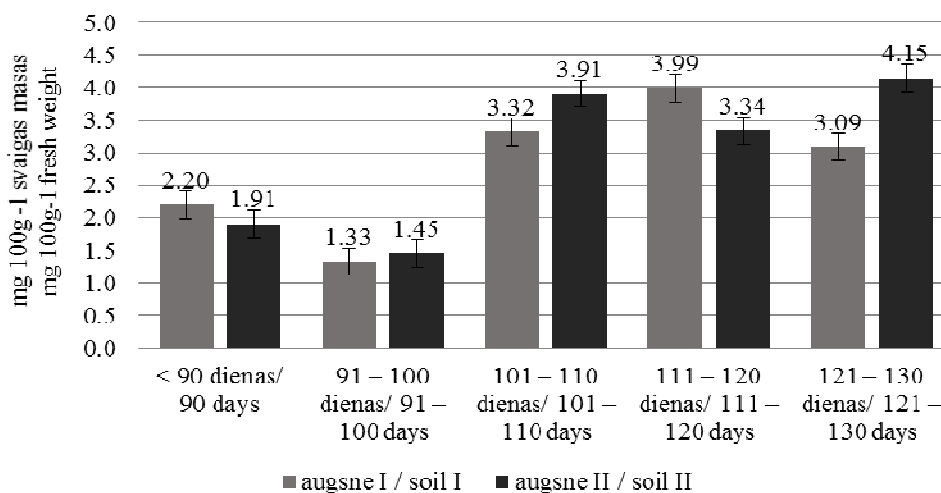
Artišokus raksturo augsts fenolu saturs (Christaki *et al.*, 2012). Analizējot iegūtos rezultātus, secināts, ka augsnes tipam nav būtiskas ietekmes uz fenolu saturu, bet to būtiski ietekmēja augu vecums ($p = 2.71 \times 10^{-6}$) (3. att.).



3. att. Fenolu satura izmaiņas artišoku galviņās.
 Fig. 3. The changes of phenols content in artichoke heads.

Pirmajā periodā fenolu saturs paraugos bija vismazākais, vien 0.14 mg g^{-1} sausas. Pārējās analizēšanas reizēs tas bija trīs līdz četras reizes lielāks, no 0.29 līdz 0.50 mg g^{-1} sausas. Portugālē veiktā pētījumā fenolu saturs artišoku galviņās bija ap 2.62 mg g^{-1} sausas (Velez *et al.*, 2012), tomēr šos datus grūti salīdzināt, jo nav minēts, kādā izvilkumā fenoli noteikti. Literatūrā ir atrodami fakti, ka fenolu daudzums atsevišķās augu daļās ir atšķirīgs, kā arī tas atšķiras dažādās augu attīstības stadijās (Falleh *et al.*, 2008). Mūsu pētījumā visvairāk fenolu relikarbonātiskā brūnaugsnē augušajiem augiem bija ražošanas perioda vidū (101–110 dienas pēc iestādīšanas). Kultūraugsnē augušajiem artišokiem fenolu saturs vairāk svārstījies pa atsevišķiem analizēšanas periodiem veģetācijas perioda laikā, salīdzinājumā ar brūnaugsnē augušajiem, kuriem vērojams vienmērīgs fenolu satura paaugstinājums veģetācijas perioda vidusposmā, kam seko vienmērīgs kritums līdz veģetācijas perioda beigām (3. att.).

Analizējot C vitamīna saturu artišoku galviņās, būtiskas atšķirības starp atšķirīgās augsnēs augušiem augiem nav konstatētas, bet ir starp augu vecumu ($p = 7.54 \times 10^{-7}$) (4. att.).



4. att. C vitamīna satura izmaiņas artišoku galviņās.
Fig. 4. The changes of C vitamin content in artichoke heads.

Būtisku augsnes tipa ietekmi uz C vitamīna veidošanos neizdevās konstatēt. Vērojams, ka pirmajos divos analizēšanas periodos tas bija vien 1.33 – $2.20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ svaigas masas. Pārējās analizēšanas reizēs konstatēts gandrīz divas reizes augstāks C vitamīna saturs (3.09 līdz $4.15 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ svaigas masas). Grieķijā, kur artišoku audzēšana ir izplatīta un kur tiem ir labvēlīgāki augšanas apstākļi, C vitamīna saturs galviņās bijis $10 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ svaigas masas (Christaki, Bonos, Florou-Paneri, 2012).

Secinājumi

Vairāk artišoku galviņu no viena auga veidojas kultūraugsnē augušajiem artišokiem, bet artišokos, kas audzēti relikarbonātiskā brūnaugsnē, konstatēts augstāks hlorofilu un C vitamīna saturs.

Izmantotā literatūra

1. AOAC (1990). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Fifteen editions. Arlington VA, Association of Official Analytical Chemists, p. 1058–1059.
2. Arjanoki F. G., Jabbari R., Morshedi A. (2012). Evaluation of drought stress on relative water content, chlorophyll content and mineral elements of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *In: International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, Vol. 4, p. 726–729.
3. Baumanē M. (1967) *Daudzgadīgie dārzeņi*. Rīga: Liesma. 94 lpp.
4. Brown L. (2008). *Applied principles of horticultural science: third edition*. Oxford; Burlington, M. A. Butterworth-Heinemann, 324 p.
5. Christaki E., Bonos E., Florou-Paneri P. (2012). Nutritional and functional properties of Cynara crops (globe artichoke and cardoon) and their potential application: a review. *In: International Journal of Applied Science and Technology*, Vol. 2, No 2, p. 64–70.

6. Duma M., Alsina I., Zeipina S., Lapse L., Dubova L. (2014). Leaf vegetables as source of phytochemicals. **In:** *FOODBALT 2014: 9th Baltic conference on food science and technology: "Food for consumer well-being": Conference proceedings, Jelgava, Latvia, May 8–9, 2014 / Latvia University of Agriculture. Faculty of Food Technology, Jelgava*, p. 262–265.
7. Durazzo A., Foddai M. S., Temperini A., Azzini E., Eugenia V., Lucarini M., Finotti E., Maiani G., Crino P., Saccardo F., Maiani G. (2013). Antioxidant properties of seeds from lines of artichoke, cultivated cardoon and wild cardoon. **In:** *Antioxidant*, Vol. 2, Issue 2, p. 52–61.
8. Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. **In:** *Comptes Rendus Biologies*, Vol. 331, Issue 5, p. 372–379.
9. Lichtenthaler H. K., Buschmann C. (2001). *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 606 p.
10. Velez Z., Campinho M. A., Guerra A. R., Garcia L., Ramos P., Guerreiro O., Felicio L., Schmitt F., Duarte M. (2012). Biological characterization of *Cynara cardunculus* L. methanolic extracts: antioxidant, anti-proliferative, anti-migratory and anti-angiogenic activities. **In:** *Agriculture*, Vol. 2, Issue 4, p. 422–492.

ĀBOLU RŪGTĀ PUVE – DAŽĀDI IEROSINĀTĀJI, DIVAS DAŽĀDAS SLIMĪBAS

BITTER ROT OF APPLE: DIFFERENT CAUSAL AGENTS, TWO DISEASES

Jūlija Volkova¹, Karīna Juhņeviča-Radenkova²

¹Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs, ²Latvijas Valsts augļkopības institūts,
julija.volkova@laapc.lv

Abstract. *Bitter rot of apples and pears is one of the most important diseases in all apple growing areas. Traditionally it has been considered to be the disease with several causal agents. Nowadays many researchers divide bitter rot into two different diseases – bitter rot caused by fungi belonging to genus Colletotrichum and bull's eye rot caused by genus Neofabraea. Rotten apples for the research were collected in two different locations: in the open field and in the storage. Morphological symptoms of bitter rot and bull's eye rot were observed; fungi causing symptoms were grown in pure culture and identified by both classical and molecular methods of plant pathology. Both causal agents were identified: fungi, belonging to Colletotrichum acutatum species complex, and Neofabraea alba, causing bull's eye rot, were detected in the samples from apples in the field and in the storage.*

Key words: *Colletotrichum, Neofabraea, storage, field.*

Ievads

Attīstoties ābolu un bumbieru ražošanai Latvijā, rodas nepieciešamība pēc padziļinātām zināšanām nozarē, tajā skaitā par augu aizsardzību. Audzētājiem problēmas rada slimības (tajā skaitā augļu puves), jo to veiksmīgai ierobežošanai ir nepieciešama precīza slimību identifikācija un zināšanas par attīstības īpatnībām.

Latvijā ir plaši pazīstama ābolu rūgtā puve, taču pēdējo gadu pētījumi pierāda, ka zem šī nosaukuma slēpjas divas dažādas slimības ar atšķirīgiem ierosinātājiem un tādējādi arī ar atšķirīgu pieeju slimības ierobežošanai. Pēc literatūras datiem ar nosaukumu rūgtā puve (*bitter rot*) ābelēm un bumbierēm apzīmē slimību, ko ierosina *Colletotrichum* (teleomorfa *Glomerella*) ģints sēnes (Sutton *et al.*, 2014). Rūgto puvi ābelēm izraisa vairākas šīs ģints sēnes, biežāk sastopamas *C. acutatum* un *C. gloeosporioides* sugu kompleksi (Damm *et al.*, 2012). Otrās slimības ierosinātājs ir sēnes no *Neofabraea* ģints. Pēc agrākas sistemātikas šīs sēnes vairāk pazīstamas kā *Pezicula* spp. vai *Gloeosporium* spp., pēc jaunākajiem sistemātikas pētījumiem (Verkley 1999; Abeln *et al.*, 2000; Jong *et al.*, 2001) lietojamie nosaukumi ir šādi: *N. alba* (anamorfa – *Phlyctema vagabunda*, agrāk lietotie sinonīmi – *Gloeosporium album*, *Pezicula alba*), *N. malicorticis* (anamorfa *Cryptosporiopsis curvispora*), *N. perennans* (anamorfa *Cryptosporiopsis perennans*). Pasaulē, arī Eiropā, šo slimību apzīmē ar nosaukumu *Bull's eye rot* (Spotts, 1990; Maxin *et al.*, 2012; Børve *et al.*, 2013; Sutton *et al.*, 2014), ko latviešu valodā varētu tulkot kā

Vēršacs vai Bulla acs puve. Agrākā literatūrā atrodami mēģinājumi nošķirt šo otru slimību un to dažkārt dēvē par Gleosporiozo puvi.

Raksta mērķis ir pievērst agronomu, audzētāju, nozares zinātnieku un ierēdņu uzmanību izmaiņām sistemātikā un pieejā abu slimību atšķiršanā, tā nozīmīgumam. Abu sēņu ierosināto augļu puves diferencēšana un apzīmēšana ar dažādiem nosaukumiem ļauj objektīvāk novērtēt šķirņu ieņēmību, atšķirības starp tām, kā arī precīzāk veikt augu aizsardzības pasākumus. Lai atvieglotu orientēšanos dažādos literatūras avotos, ir doti visi zināmie patogēnu nosaukumi – gan sinonīmi, gan iepriekšējai sistemātikai atbilstoši nosaukumi.

Materiāli un metodes

Āboli ievākti ražas laikā 2013. gada rudenī, Valmieras novadā. Āboli ar puves pazīmēm ievākti tieši no koka un glabātavā. Papildus analizēti dažādu šķirņu āboli, kas ievākti martā, augļu glabātavā Latvijas Valsts augļkopības institūtā (LVAI), Dobelē.

Ja uz bojātajiem āboliem novērota sporulācija, veikta mikroskopēšana, jo sporu uzbūve un lielums ir patogēna identifikācijas pazīmes. Pārējie āboli ievietoti mitrajā kamerā, lai veicinātu sporu veidošanos. No bojātajiem audiem veikta patogēno sēņu izdalīšana un iegūtas tīrkultūras. Izmantotas kartupeļu dekstrozes (PDA) un iesala dekstrozes barotnes.

Neofabraea spp. sugas precizētas, veicot rDNS sekvenēšanu, izmantojot ITS1 (Gardes, Bruns, 1993), un ITS4 (White, 1990) praimerus, iegūtās sekvences salīdzinātas datubāzē BLASTn pret NCBI GenBank nukleotīdu datubāzi aptuvenai taksonomiskās piederības noteikšanai. *Colletotrichum* spp. izolātiem sekvenētas trīs gēnu daļas (ITS, TUB2 un GAPDH). Iegūtie dati papildus pārbaudīti, veicot filoģenētisko analīzi un izmantojot CBS (CBS-KNAW Fungal Biodiversity centre) references izolātu sekvences no NCBI *GeneBank*.

Rezultāti un diskusijas

Rūgtās puves (ier. *Colletotrichum* spp.) izplatība, pazīmes un ierosinātāji. Rūgtā puve visbiežāk sastopama tad, ja ir ieņēmīgas šķirnes un labvēlīgi mikroklimatiskie apstākļi – it īpaši paaugstināts gaisa mitrums, ko veicina ciešas ābeļu rindas un ilgstoša ēna. Bieži šī slimība atrodama piemājas dārzos, kur aug veci, vāji kopti augļu koki.

Rūgtā puve sastopama gan augļu dārzos, gan glabātavās. Šīs slimības simptomi var variēt, bet tipiski ir tumši plankumi, uz kuriem novērojamas oranžas sporu kopas, ābolu pārgriežot, redzams V veida bojājums iekšpusē. Retāk uz bojāto augļu virsmas redzami sporu sakopojumi – apmāļi.

Laboratorijā ir salīdzinoši viegli panākt *Colletotrichum* konīdiju veidošanos mitrajā kamerā, oranža sporu masa veidojas jau divu triju dienu laikā. Uz PDA barotnēm patogēns aug ātri, raksturīgs pelēcīgi samtainis līdz gaisīgs micēlijs. Sēnes vielmaiņas produkti barotni krāso gaiši pelēku – vieglā persiku krāsā. Konīdijas ir lielā masā, tām ir tipiska vārpstveida forma (1. b. att.).

Tīrkultūrā to izmēri bija vidēji 14–16 μm (n=100; ±2.8), platums 5 μm (n=100; ±0.6). Trīs gēnu sekvenēšanas datu apvienotajā filoģenētiskajā analīzē noteikts, ka izdalītie *Colletotrichum* izolāti pieder *C. acutatum* sēņu kompleksam, un precīza suga ir *C. godetiae*.

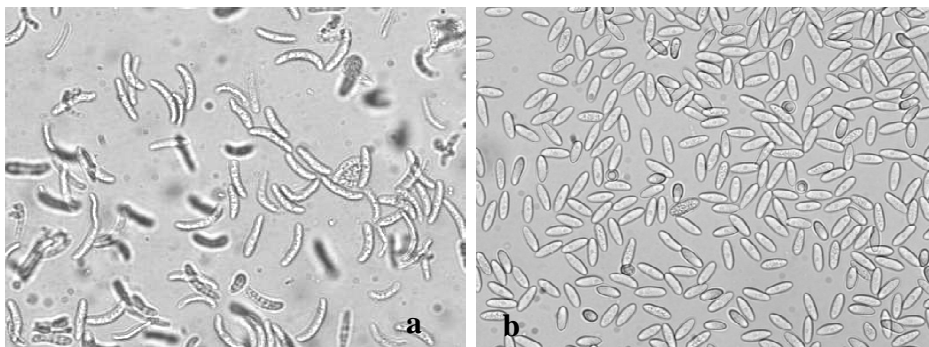
Rūgtās puves (alternatīvs nosaukums – Vēršacs jeb Bulla acs), (ierosinātājs *Neofabraea* spp.) izplatība, pazīmes un ierosinātāji. Šī puve uz āboliem kokos novērojama reti, parasti to atrod uz pilnīgi gataviem, jau nokritušiem āboliem. Glabātavās tumšo plankumu vidū ir gaišāk iekrāsots centrs, bet sporas parasti veidojas, ābolus pēc izņemšanas no glabātuvēm paturot siltumā. Sporu veidošanās ātrums ir atkarīgs no ābolu gatavības pakāpes, bet parasti tas notiek nedēļas laikā. Sporu masa ir viegli rozā līdz krēmkrāsā.

Uz mākslīgajām barotnēm *Neofabrae* spp. micēlijs aug lēni, kolonijas mala ir nelīdzena. Micēlijs klājenisks, samtainis, gaiši rozā vai krēmkrāsas ar smilškrāsas nokrāsu. Petri platē aizņem tikai 30–40%, bet *Colletotrichum* spp. plati aizpilda pilnībā. Konīdijas nedaudz izliektas, bet izliekuma pakāpe mēdz būt dažāda (1. a. att.). To izmēri tīrkultūrā vidēji 18–22 μm (n=100; ±1.4), platums 3–4 μm (n=100; ±0.4).

Sekvenēšanas rezultātu analīze pierāda, ka izdalītie *Noefabraea* izolāti vairumā gadījumu pieder *N. alba*, bet vienā gadījumā izdalītais izolāts klasificēts kā *N. malicorticis*.

Ierobežošanas iespējas. *Neofabraea* sēņu ierosinātus bojājumus palīdz samazināt strauja ābolu atdzēsēšana uzreiz pēc novākšanas (Henriquez *et al.*, 2008). Tā kā strauja ābolu atdzēsēšana var radīt fizioloģiskos bojājumus, jo īpaši svarīgi saprast, tieši kāds puves

ierosinātājs ir izplatīts stādījumā. Vairākos pētījumos novērots, ka 10 min ilgas karsta ūdens (+45°C) vannas palīdz samazināt puves bojājumus ābolu glabāšanas laikā (Neri *et al.*, 2009; Maxin *et al.*, 2012). LVAI veikti pētījumi par ābolu uzglabāšanu modificētā vidē (vide ar samazinātu skābekļa saturu $O_2=1.5-2.5\%$ un paaugstinātu oglekļa dioksīda saturu $CO_2=1.5-2.5\%$). Modificētās vides samazinātais skābekļa saturs aizkavē mikroskopisko sēņu attīstību, tajā skaitā arī tādām sēnēm kā *Neofabraea* spp. un *Colletotrichum* spp. (Juhneviča *et al.*, 2011). Ne tikai uzglabāšana modificētā vidē samazina *Neofabraea* spp. mikroskopisko sēņu attīstību, bet arī ābolu apstrāde ar 1-MCP (augļu hormons, kas palēnina augļu novecošanās procesu) pirms uzglabāšanas (Spotts *et al.*, 2007; Lafer, 2010). Arī pētījumos Vācijā gadījumus ar izteikti zemu ābolu bojāšanos ar puvi, ko ierosina *Neofabraea* ģints sēnes, skaidro ar uzglabāšanu modificētā vidē (Weber, 2011).



1. att. Rūgtās puves divu ierosinātāju konīdijsporas, a – *Neofabraea alba*, b – *Colletotrichum godetiae*, 400 × palielinājums.

Fig. 1. Conidial spores of two causal agents of bitter rot, a – *Neofabraea alba*, b – *Colletotrichum godetiae*, 400 × magnification.

Nepieciešami turpmāki pētījumi, lai skaidrotu patogēnu izplatīšanās likumsakarības un ierobežošanas iespējas Latvijas apstākļos.

Secinājumi

1. Konstatēts, ka ābolu puvi, ko pašreiz sauc par rūgto puvi, ierosina sēnes no *Colletotrichum* un *Neofabraea* ģintīm. Slimības simptomi, attīstības īpatnības un ierobežošanas iespējas ir atšķirīgas, tādēļ nepieciešams steidzīgi uzsākt diskusiju par šo slimību latviskajiem nosaukumiem.
2. Jāveic pētījumi, lai noskaidrotu precīzu puves ierosinātāju spektru atkarībā no šķirnes, meteoroloģiskajiem apstākļiem un audzēšanas apstākļiem.

Izmantotā literatūra

1. Abeln E. C., Pagter M. A., De Verkley G. J. M. (2000). Phylogeny of *Pezizula*, *Dermea* and *Neofabraea* inferred from partial sequences of the nuclear ribosomal RNA gene cluster. *Mycologia*, 92(4), p. 685–693.
2. Børve J., Røen D., Stensvand A. (2013). Harvest Time Influences Incidence of Storage Diseases and Fruit Quality in Organically Grown “Aroma” Apples. *European Journal of Horticultural Science*, 78(5), p. 232–238.
3. Cannon P., Damm U., Johnstonn P., Weir B. (2012). *Colletotrichum* – current status and future directions. *Studies in Mycology*, Vol. (73(1): p. 181–213.
4. Damm U., Cannon P., Woudenberg J., Crous P. (2012). The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology*, Vol. 73(1): p. 37–113.
5. Henriquez J. L., Vegeta, D. D. S. (2008). Effects of Environmental Factors and Cultural Practices on Bull’s Eye Rot of Pear. *Plant Disease*, Vol. 92 (3), p. 421–424.
6. Juhneviča K., Skudra G., Skudra L. (2011). Evaluation of microbiological contamination of apple fruit stored in a modified atmosphere. *Environmental and Experimental Biology*, Vol. 9, p. 53–59.

7. Jönsson Å. H., (2007). *Organic Apple Production in Sweden: Cultivation and Cultivars*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences.
8. Maxin P., Weber R. (2012). Control of a wide range of storage rots in naturally infected apples by hot-water dipping and rinsing. *Postharvest Biology and Technology*, 70, p. 25–31.
9. Lafer G. (2010). Storability and fruit quality of organically grown 'Topaz' apples as affected by harvest date and different storage conditions. *Acta Horticulturae*, Vol. 877, p. 795–798.
10. Neri F. *et al.*, (2009). Control of *Neofabraea alba* by plant volatile compounds and hot water. *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 51(3), p. 425–430.
11. Spotts A. (1990). Bull's eye rot. In *Compendium of Apple and Pear diseases*. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, 56 p.
12. Spotts R. A., Sholberg P. L., Randall P., Serdani M., Chen P. M. (2007). Effects of 1-MCP and hexanal on decay of d'Anjou pear fruit in long-term cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 44, p. 101–106.
13. Sutton T. B. *et al.*, (2014). *Compendium of apple and pear diseases and pests* Second edition. St. Paul, MN: APS Press, 218 p.
14. Valiuškaitė A. *et al.* (2006). Post-harvest fruit rot incidence depending on apple maturity. *Agronomy research*, 4 (special issue), p. 427–431.
15. Verkley G. (1999). A monograph of the genus *Pezicula* and its anamorphs. *Studies in Mycology*, 44, p. 180.
16. Weber R. W. S. (2009). Betrachtung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf Schadpilze im Obstbau am Beispiel von Fruchtfäuleerregern an Äpfeln. *Erwerbs-Obstbau*, 51, S.115–120.
17. Weber R. W. S. (2011). *Phacidiopycnis washingtonensis*, cause of a new storage rot of apples in Northern Europe. *Journal of Phytopathology*, Vol. 159, p. 682–686.
18. White T. J., Bruns T., Lee S., Taylor J. (1990). *PCR protocols: a guide to methods and applications*. In Academic Press, p. 315–19.

ZEMEŅU SAKŅU PUVES ATTĪSTĪBAS PAKĀPE ATKARĪBĀ NO ŠĶIRNES *SEVERITY OF STRAWBERRY ROOT ROT DEPENDING ON CULTIVARS*

Irina Petroveca^{1,2}, Jūlija Volkova^{3,4}, Biruta Bankina¹

¹Latvijas Lauksaimniecības universitāte, ²Valsts augu aizsardzības dienests, ³Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs, ⁴Latvijas Universitāte
irina.petroveca@vaad.gov.lv

Abstract. *Strawberry growing in Latvian has undergone some significant changes in last decade. After joining EU, very often strawberry planting material comes from nurseries in Netherlands, and some other countries. Other important change is growing popularity of the high tunnel use for strawberry production. It has been noted, that more often there are problems with the strawberry root rot in plantations where imported planting material used. In this study four different cultivars Honeoye, Darselect, Sonata and Rumba evaluated and scored according they health condition and affectedness by root rot, in FGV type tunnels. Differences between both tunnels were not statistically significant; however differences between cultivars were significant. Most affected by root rot was cv. Rumba, it had a highest number of plants with damaged root necks and root rot symptoms – stunting, partial dieback of plant. The healthiest was cv. Darselect, it had a lowest number of damaged plants and lowest damage scores among all tested cultivars. Other evaluated cultivars – Sonata and Honeoye were in between, with slightly worse results for cv. Sonata. It is necessary to continue evaluation of main causal agents, their spectre and dominating species.*

Key words: *high tunnels, imported planting material, cv. Rumba,*

Ievads

Zemeņu audzēšana Latvijā ir piedzīvojusi dažādas izmaiņas. Nozīmīgs pavērsiens bija Latvijas iestāšanās Eiropas Savienībā, kas deva iespēju importēt zemeņu stādāmo materiālu no Nīderlandes un citām Eiropas valstīm, ko audzētāji arī aktīvi izmanto. Arvien vairāk Latvijā

zemeņu audzēšanai izmanto pasaulē populāros augstos tuneļus (Lamont, 2009), lai nodrošinātu agrāku vietējo ražu vai tieši pretēji – lai iegūtu vēlāku ražu ārpus zemeņu ogu sezonas (Volkova, 2012; Laugale, Strautiņa, 2013).

Novērots, ka galvenā ar ievesta stādāmā materiāla audzēšanu saistītā problēma ir zemeņu sakņu puves. Īpaši vairāk sakņu puves novērotas stādījumos, kur tiek izmantoti ievestie zemeņu stādi un zemes tiek audzētas uz kādas no plēves mulčas. Zemeņu sakņu un sakņu kakla puves ir sastopamas visos Latvijas reģionos lielākajā daļā saimniecību, tomēr izplatība un nozīmība ir ļoti atšķirīga (Laugale *et al.*, 2009; Volkova, 2012). Sakņu puves pazīmes izpaužas kā augu atpalikšana augumā, nīkuļošana, ogas veidojas sīkas, bieži augs iet bojā. Augu atpalikšana augumā sāk izpausties pirmajā ražošanas gadā, un ar katru gadu slimojošo augu daudzums un bojājumu apjoms palielinās (Ellis, 2008; Morocko *et al.*, 2006; Thomson, Ockey, 1998).

Lauka apstākļos lielākoties novērojama kompleksa inficēšanās, ko parasti dēvē par „melno sakņu puvi” jeb „sakņu slimību kompleksu”, kas izraisa zemeņu atpalikšanu augumā un ražas samazināšanos. Slimības ierosinātāji var būt dažādi, tajā skaitā patogēni no *Phytophthora*, *Gnomonia*, *Verticillium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium* u. c. ģintīm. Līdzīgus bojājumus izraisa arī nematodes un dažādi abiotiski faktori (Laugale *et al.*, 2009; Morocko *et al.*, 2006). Novērots, ka dažādām zemeņu šķirnēm ir atšķirīga ieņēmība pret sakņu puvi (Spornberger *et al.*, 2006).

Šī darba mērķis ir noskaidrot zemeņu sakņu kakla sēņu izraisīto slimību attīstības pakāpi atkarībā no šķirnes augstajos tuneļos, kur izmantots ievestais zemeņu stādāmais materiāls.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumu vietas apraksts. Lauka novērojumi veikti Dobelē, Latvijas Valsts auglīkopības institūtā (LVAI) pirmās ražas zemeņu stādījumā. Zemes stādītas 2012. gada rudenī, paaugstinātās dubultrindās uz melnās plēves mulčas, FGV (*Folien-Vertriebs GmbH*) tipa tuneļos 200 m² platībā.

Stādāmais materiāls ievests no Nīderlandes, no sertificētas stādaudzētavas, kailsakņu stādi iegūti no SE2 (superelite 2) klases mātesaugiem, ar atbilstoši kvalitātes sertifikātiem. Pirms stādīšanas veikta augsnes dziļirdināšana, priekšaugi – sēkleņķoku kokaudzētava. Stādījumā organizēta pilienvēda laistīšana, kas izvietota zem melnās plēves seguma.

Zemes stādītas vidēji smaga smilšmāla augsnē ar organisko vielu saturu 2.3–4.6%, augsnes pH (KCl šķīdumā) 7.2, augiem pieejamais P un K: P₂O₅ – 346 mg kg⁻¹ un K₂O – 224–267 mg kg⁻¹. Apstākļi bija piemēroti zemeņu audzēšanai, smagāka granulometriskā sastāva augsne ielabota atbilstoši zemeņu bioloģiskajām vajadzībām.

Stādījumā ierobežoti kaitēkļi, izmantoti gan bioloģiskie, gan ķīmiskie augu aizsardzības līdzekļi: plēsējērces (*Phytoseiulus persimilis*), 60000 īpatņi ha⁻¹, un Fastac 50 EC (50.0 g L⁻¹ alfa-cipermetrīns), atbilstoši lietošanas instrukcijām. Ražas periodā aizvāktas bojātās ogas, lai ierobežotu slimību izplatību.

Sakņu puves attīstības pakāpes novērtēšana. Novērojumi veikti 2013. gada septembrī, divos tuneļos. Izmēģinājums iekārtots randomizēti, trijos atkārtojumos, katrā atkārtojumā ietverti 20 augi. Pētījumā iekļautas četras komercšķirnes: ‘Honeoye’, ‘Darselect’, ‘Sonata’ un ‘Rumba’.

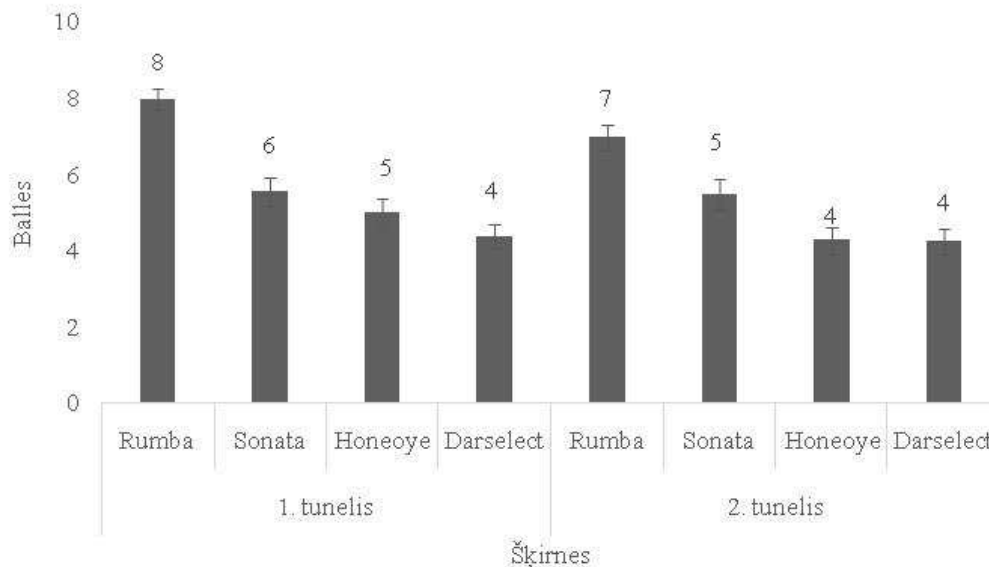
Sakņu puves attīstības pakāpe noteikta, novērtējot augu attīstību un slimības pazīmju esamību. Izmantota deviņu ballu skala, kur: 9 balles – augs izkritis vai pilnībā gājis bojā, 8 balles – augs gandrīz gājis bojā, 2–3 dzīvas lapas, 7 balles – augi stipri atpalikuši augumā, sīkām lapām vai ¾ no auga gājusi bojā, 6 balles – augs stipri atpalicis augumā, puse no auga gājusi bojā, 5 balles – augs atpaliek augumā, var būt redzamas sakņu puves pazīmes, 4 balles – slimības pazīmju nav, bet dažas lapas ir sīkākas, augs mazāks, 3 balles – slimības pazīmju nav, bet atpaliek augumā, 2 balles – slimības pazīmju nav, bet mazāk lapu, 1 balle – augs bez slimības pazīmēm, labi attīstīts.

Lai noskaidrotu zemeņu sakņu kakla puves ierosinātājus, no katras šķirnes ievākti vismaz 10 bojāti vai augumā stipri atpalikuši augi. No šiem augiem laboratorijas apstākļos iegūtas patogēnu tūrkultūras un novērtētas to morfoloģiskās pazīmes (koloniju krāsa, sporu esamība un uzbūve, citas pazīmes). Ierosinātāju precīzai noteikšanai izdalīti DNS paraugi tālākām sēņu molekulārām analīzēm. Iegūtās sekvences salīdzinātas ar datubāzē *NCBI GenBank* esošajām references sekvencēm sēņu taksonomiskās piederības precizēšanai.

Datu ticamība novērtēta, izmantojot dispersijas analīzes metodi divfaktoru izmēģinājumam bez atkārojumiem (ticamības līmenis 0.05).

Rezultāti un diskusijas

Vidējā sakņu puves attīstības pakāpe abos tuneļos nedaudz pārsniedza 5 balles – tātad zemes bija manāmi atpalikušas augumā, ar redzamām sakņu puves pazīmēm. Pirmajā tunelī slimības attīstības pakāpe bija nedaudz augstāka – 5.7 balles, otrajā tikai 5.2 balles, šīs atšķirības statistiski nav būtiskas ($F_{crit} 4.16 < F_{fact} 10.13$, $P = 0.13$).



1. att. Vidējā zemeņu sakņu puves attīstības pakāpe atkarībā no šķirnes, ballēs.

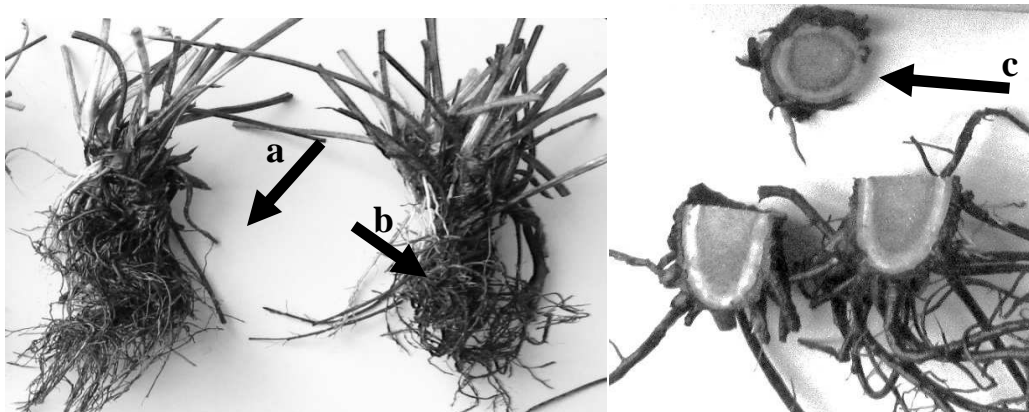
Fig. 1. Severity of strawberry root rot depending on cultivar and tunnel.

Iegūtie rezultāti uzrāda, ka sakņu puves attīstības pakāpe bija atkarīga no šķirnes (1. att.). Augstākā attīstības pakāpe novērota šķirnei 'Rumba', attiecīgi 8 un 7 balles. Šai šķirnei bija izteikti novērojamas raksturīgās pazīmes – sakņu kakla bojājumi. Viszemākā slimības attīstības pakāpe novērota šķirnei 'Darselect', abos tuneļos vidēji četras balles – augi kopumā ir veselīgi, bet ar dažām sīkākām lapām vienā krūma malā. Šķirnēm 'Sonata' un 'Honeoye' bojājumi bija vidēji izteikti, un vērojama tendence, ka šķirnei 'Sonata' bojājumi ir lielāki. Pētījumos Polijā arī novērota līdzīga ieņēmība pret sakņu puves bojājumiem šīm abām šķirnēm (Masny *et al.*, 2009), un šķirnei 'Honeoye' novērots sakņu puves izplatības pieaugums otrajā audzēšanas gadā, kamēr šķirnei 'Sonata' puves izplatība bija līdzīga abos gados. Igaunijā ziņots par šķirnes 'Honeoye' samazinātu ziemcietību attiecībā pret citām zemeņu šķirnēm, piemēram, 'Senga Sengana' un 'Bounty', iespējams, tas saistīts ar sakņu puves bojājumiem (Kikas *et al.*, 2007).

Kopumā zemeņu sakņu puves izplatība abos FGV tuneļos vērtējama kā vidēji augsta, ņemot vērā, ka zemes apsekotas pirmā audzēšanas gada beigās. Vizuālie bojājumi bija pietiekami izteikti (2. att.). Zemeņu stādāmā materiāla inficētība ne vienmēr uzskatāma par primāri nozīmīgu plašas sakņu puves izplatībā. Pētījumos Somijā, apsekojot laukus ar dažādu zemeņu audzēšanas vēsturi, konstatēts, ka lielāka nozīme ir augsnei, tās inficētībai ar sakņu puvi ierosinošiem patogēniem, nevis zemeņu stādāmā materiāla inficētībai (Kukkonen *et al.*, 2004). Tomēr šajā pētījumā zemes audzētas laukā bez iepriekšējas zemeņu audzēšanas vēstures, un augsnes inficētība nav uzskatāma par noteicošo faktoru sakņu puves izplatībā. Augsnes mehāniskais sastāvs ir viens no abiotiskiem faktoriem, kas primāri ietekmē sakņu puves izplatību, vieglākās smilts augsnes sakņu puves izplatība ir mazāka (Wing *et al.*, 1995). Pētījumā zemes auga vidēji smaga smilšmāla augsnē, zem melnās plēves mulčas, lietojot pilienvēda laistīšanas sistēmu, kas, iespējams, veicināja puves attīstību. Tas novērots arī pētījumos ASV un Ziemeļeiropā (Wing *et al.*, 1995; Davik *et al.*, 2000).

Novērtējot slimību ierosinātāju tīrkultūru morfoloģiskās pazīmes, kā arī veicot ģenētiskās analīzes, noskaidrots, ka dominē *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon* spp. un *Rhizoctonia* spp. Pētījumos, kas veikti Latvijā un Zviedrijā, arī atrasti šie paši patogēni. Tomēr pētījumi liecina, ka

sakņu puvi ierosina arī citas patogēnās sēnes, piemēram, *Gnomonia* spp., *Verticillium* spp. u. c. (Morocco *et al.*, 2006).



2. att. Zemeņu sakņu puves pazīmes uz saknēm: a – melnas, mazattīstītas saknes, jauno, gaišo saknīšu trūkums, b – jaunās saknes tikai vienā auga pusē, c – sakņu kakla bojājumu pazīmes viengadīgam zemeņu augam.

Fig. 2. Symptoms of strawberry root rot; a – blackened roots, lacking feeder roots, b – feeder roots formed just at one side of plant, c – early symptoms of root neck damage in the first year plants.

Ir jāturpina uzsāktās analīzes, lai noskaidrotu zemeņu sakņu puves ierosinātāju pilnu spektru un konstatētu dominējošās ģintis un sugas.

Secinājumi

1. Zemeņu sakņu puves attīstības pakāpe ir atkarīga no šķirnes. Šķirne 'Rumba' bija ieņēmīgāka nekā citas izmēģinājumā pārbaudītās šķirnes.
2. Izmēģinājumā zemeņu sakņu puvi galvenokārt ierosināja patogēni no *Fusarium* un *Cylindrocarpon* ģintīm, taču pētījumi jāturpina, jo slimību ierosinātāji var būt arī citi patogēni.

Izmantotā literatūra

1. Davik J., Daugaard, H., Svensson, B. (2000). Strawberry Production in the Nordic Countries. *Advances in Strawberry Research*, 19, p.13–18.
2. Ellis M. A. (2008). Black Root Rot of Strawberry. *Fact Sheet, Agriculture and Natural Resources*. Ohio State University, [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 22. nov.]. Pieejams: http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/HYG_3028_08.pdf
3. Kikas A., Libek A., Kaldmae H. *et al.* (2007). Evaluation of strawberry cultivars in Estonia. *Sidininkyste ir daržininkyste*, Vol. 26 (3), p. 131–137.
4. Kukkonen S. *et al.* (2004). Influence of soil and planting material on the development of strawberry root rot. *Acta Horticulturae (ISHS)*, No. 635, p. 19–24.
5. Lamont W. (2009). Overview of the use of high tunnels worldwide. *HortTechnology*, No.19, p. 25–29.
6. Laugale V., Strautiņa S. (2013). Saldēto stādu izmantošana zemeņu audzēšanā. **No:** *Lauksaimniecības zinātne veiksmīgai saimniekošanai*. Jelgava: LLU, 117.–121. lpp.
7. Laugale V., Lepse L., Vilka L., Rancāne R. (2009). Incidence of fruit rot on strawberries in Latvia, resistance of cultivars and impact of cultural systems. *Sodininkyste ir daržininkyste*, Vol. 28 (3), p. 125–134.
8. Masny A., Zurawicz E. (2009). Yielding of new dessert strawberry cultivars and their susceptibility to fungal diseases in Poland. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(2), p. 191–202.
9. Morocco I., Fatehi J., Gerhardson B. (2006). *Gnomonia fragariae*, a cause of strawberry root rot and petiole blight. *European Journal of Plant Pathology*, No. 114, p. 235–244.

10. Thomson S. V., Ockey S. C. (1998). Black Root Rot of Strawberry. *Utah Plant Disease Control*, No. 38.
11. Spornberger A., Steffek R., Altenburger J. (2006). Testing of Early Ripening Strawberry Cultivars Tolerant to Soil-Borne Pathogens as Alternative to 'Elsanta'. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71(4), p. 135–139.
12. Volkova J. (2012). Jaunākais par zemeņu slimībām. *AgroTops*. Nr. 5 (177), 72.–75. lpp.
13. Wing K., Pritts M., Wilcox W. (1995). Biotic, edaphic, and cultural factors associated with strawberry black root rot in New York. *HortScience*, 30 (1), p. 86–90.

SLIMĪBU ATTĪSTĪBA ZEMEŅU UN PĀKŠAUGU JAUKTAJOS STĀDĪJUMOS DEVELOPMENT OF DISEASES IN STRAWBERRY AND LEGUME INTERCROP

Sandra Dane^{1,2}

¹SIA „Pūres dārzkopības pētījumu centrs”, ²LLU Lauksaimniecības fakultāte
sandra.dane@inbox.lv

Abstract. Strawberries are grown more and more widely. They are one of the most popular berries consumed fresh. Strawberry growers need to produce more marketable yield to satisfy consumer needs. Growing technologies must be improved and developed a new to increase yields. Intercropping as a growing technology is becoming more popular in a wide range of growing systems. This research was based on the trial of strawberry 'Polka' intercropped with legumes, beans of two local genotypes, peas 'Ambrosia' and 'Capella'. This is the first time such research has been conducted in Latvia. The results showed that strawberry leaf spot severity and the degree of damage was significantly lower in intercrop with beans: from 2.2 to 4.9 points for severity, from 24.9 to 54.8% for the degree of damage in vegetation season, followed by intercrop with peas – 2.4 to 5.4 points and 27.2 to 60.2%, respectively; strawberries without intercrop using no nitrogen fertilizers showed 2.6 to 5.5 points and 28.9 to 60.9%, respectively. Grey mold was observed on beans, but no significance was detected between intercrops. The results suggest that further research is required to establish beneficial effect of beans on decreasing leaf spot severity and the degree of damage. In addition, more specific measurements must be done to evaluate intercrop influence on grey mold.

Key words: strawberry leaf spot, pea, bean, degree of damage, severity.

Ievads

Pasaulē pieaug valstu skaits, kurās tiek audzētas zemenes (*Fragaria* × *ananassa*). 2000. gadā zemenes tika audzētas 62 valstīs, bet 2009. gadā – jau 76 valstīs. Pēc FAO (Apvienoto Nāciju Pārtikas un lauksaimniecības organizācija) statistikas datiem vadošā zemeņu audzēšanas lielvalsts ir ASV.

No Baltijas valstīm zemenes visvairāk audzē Lietuvā, kur 2010. gadā zemenes audzēja jau 1600 ha platībā. Igaunijā zemenes ir produktīvākais ogaugs 2012. gadā, saražots vairāk nekā 1600 tonnu, salīdzinājumā ar *Ribes* dzimtu, kas ievākta tikai 675 tonnu apmērā (Food and agriculture ...). Lai gan zemeņu audzēšana Igaunijā samazinās, tomēr to platības joprojām ir lielākas nekā Latvijā. 2010. gadā Igaunijā zemenes audzēja 589 ha platībā, Latvijā – 467 ha, ar vidējo ražību 3–4 t ha⁻¹, kaut gan mācību saimniecībā „Vecauce” pagājušā gadsimta astoņdesmitajos gados ir iegūtas arī ražas līdz pat 20 t ha⁻¹ (Kalniņa, Strautiņa, 2010). Līdz ar to ir jānoskaidro iemesli zemajai ražībai un jāmeklē jaunas audzēšanas tehnoloģijas.

Jaukto stādījumu tehnoloģija ir zināma sen. Tā ir pielietota jau Senajā Romā, kad starp olīvkokiem tika audzēti graudi. Mūsdienās, piemēram, Šrilankā valdība ir izstrādājusi īpašu subsidēšanas sistēmu jauktajiem stādījumiem, kur kā pamata kultūraugs ir gumijkok (*Heveinae brasiliensis*) un rindstarpās tiek stādīti tējas koki (*Camellia sinensis*) (Iqbal, Ireland, Rodrigo, 2006). Jauktie stādījumi ir populāri arī starp citiem dārzaugiem, jo starprindu stādījums nodrošina papildus ienākumus no otra kultūrauga, ja tie tiek audzēti ražai, tiek maksimāli izmantota lauksaimniecībā izmantojamā zeme (LIZ), pārtrauktais stādījums var samazināt kaitēkļu, nezāļu un

slimību izplatību. Viens no populārākajiem jauktajiem sējumiem ir graudaugu mistri ar tauriņziežiem. Šāda tipa stādījumi tiek pētīti arvien plašāk (Bele *et al.*, 2014).

Jaukto stādījumu potenciāls slimību ierobežošanā varētu tikt veiksmīgi pielietots arī augļkopībā – zemeņu stādījumos. Uzmanību pievēršot jaukto stādījumu ietekmei uz baltplankumainības (ierosin. *Mycosphaerella* spp.) izplatību zemenēm un pelēkās puves (ierosin. *Botrytis* spp.) izplatību zemenēm un pupām, kas ir vienas no nozīmīgākajām slimībām zemeņu un pākšaugu stādījumos. Pirmajā audzēšanas gadā zemeņu stādījumos izplatītākā slimība ir baltplankumainība, sevišķi stādījumos, kur netiek izmantoti kvalitatīvi stādi. Baltplankumainība pastiprināti izplatās paaugstinātā gaisa temperatūrā 20–25°C (Fall, 1951) un ar ūdens pilienu palīdzību (Elliott, 1988). Arī pelēkajai puvei labvēlīgi apstākļi ir paaugstināts gaisa mitrums. Par zemeņu audzēšanu jauktajos stādījumos ar pākšaugiem informācijas nav.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot, kā jaukto stādījumu tehnoloģijas pielietošana zemeņu laukā ietekmē slimību izplatību, ja kā starpkultūraugi izmantoti pākšaugi.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts SIA „Pūres dārzkopības pētījumu centrs” izmēģinājumu laukā. Jauktais stādījums ierīkots 2014. gada pavasarī, 6 varianti 4 atkārtojumos. Lauciņa lielums 14 m². Zemeses stādītas tradicionālajā stādīšanas tehnikā uz klāja lauka, kur attālums starp rindām 1 m, starp augiem rindā 0.3 m. Vēlāk formētas rušinātas rindstarpas 0.80 m platumā, lai veidotos paplašinātā zemeņu vāga 0.20 m platumā. Izmēģinājumā ierīkota pilienvēda laistīšanas sistēma.

Ierīkoti izmēģinājuma varianti:

A1; A2 – rindstarpā sētas 3 rindas dārza pupu (*Vicia faba* var. *major*) divi kloni, ar attālumu starp sējas rindām 0.25 m, attālums starp augiem rindā 0.2 m.

A3; A4 – rindstarpās sētas 3 rindas cukurzirņu (*Pisum sativum*) divas šķirnes (A3 – ‘Ambrosia’, A4 – ‘Capella’), ar attālumu starp rindām 0.25 m, attālums starp augiem rindā 0.1 m.

A5; A6 (kontroles varianti) – rindstarpās uzturēta melnā papuve, to rušinot ar rokas augsnes frēzi 0.15 m dziļumā.

Variantos A1–A5 netika lietoti slāpekli saturoši minerālmēsli, bet variantā A6 – lietots kalcijs nitrāts, deva 19.3 kg ha⁻¹ sezonā, kaisīts divas reizes.

Izmēģinājumā novērota zemeņu lapu baltplankumainība (ierosin. *Mycosphaerella* spp.), uz dārza pupām – pelēkā puve (ierosin. *Botrytis* spp.). Baltplankumainība vērtēta ik pa 7 dienām, sākot ar 08.08.2014. līdz aktīvās veģetācijas beigām 29.09.2014. Tehnisku iemeslu dēļ uzskaitē netika veikta 12.09. un 19.09.2014. Pelēkā puve vērtēta 2 reizes: 1. – 08.08.2014. un 2. – pirms augu palieku iestrādes augsnē 13.08.2014.

Slimību attīstības pakāpe vērtēta 9 baļļu skalā: 1 – slimības pazīmju nav; 2 – ļoti maza (< 5%); 3 – maza (6–25%); 5 – vidēja (26–50%); 7 – liela (51–75%); 9 – ļoti liela (76–100%). Baltplankumainībai noteikta arī bojājuma pakāpe. Metodiskie norādījumi darba veikšanai atvasināti no „Augu slimību un kaitēkļu uzskaites metodes” (Turka, Bankina, 2013).

Baltplankumainības attīstības un bojājuma pakāpes būtiskums izvērtēts, lietojot divfaktora dispersijas metodi. Pelēkās puves būtiskums izvērtēts, lietojot vienfaktora dispersijas metodi.

Rezultāti un diskusijas

Pelēkās puves attīstības pakāpe uz pupu lakstiem būtiski neatšķīrās starp variantiem. Tomēr bija lauciņi, kur novērota lielāka bojājuma pakāpe. Lai izvērtētu šo slimību attīstību jauktajos stādījumos, nepieciešams plašāks un specifisks slimību monitorings.

Zemeņu lapu baltplankumainības attīstības pakāpe (1. tab.) būtiski atšķīrās starp izmēģinājuma variantiem un novērojumu reizēm (P=0.05). Visu veģetācijas periodu viena no augstākajām baltplankumainības attīstības pakāpēm saglabājās kontroles variantā bez slāpekļa papildmēslojuma (A5). Variantos ar cukurzirņiem baltplankumainības attīstības pakāpe bija maza, bet savstarpēji salīdzinot tā bija augstāka variantā ar ‘Capella’ (A4), kas šai sezonā bija augumā augstāki nekā cukurzirņi ‘Ambrozija’ (A3).

Iegūtie rezultāti liecina par to, ka būtiski mazāka baltplankumainības attīstības pakāpe veģetācijas sezonā konstatēta variantos ar dārza pupām (A1; A2). Tam par iemeslu varētu būt pupu lakstu nopļaušana augusta sākumā, kas nodrošināja labāku gaisa cirkulāciju nekā variantos ar zirņiem, sāsinot laiku, kad uz lapām ir brīvais ūdens, kas veicina slimības attīstību (Strawberry..., 2004). Arī kontroles variantā ar slāpekļa mēslojumu baltplankumainības attīstības

pakāpe bija maza, augi bija spēcīgāki, veselīgāki: tas varētu būt par iemeslu izteiktākai izturībai pret slimību ierosinātāju.

1. tabula *Table 1*

Baltplankumainības attīstības pakāpe, ballēs
Severity of strawberry leaf spot, points

Variants <i>Variant</i>	Datums <i>Date</i>					
	8.08.	15.08.	20.08.	29.08.	5.09.	29.09.
A1	2.4	4.0	2.6	2.4	4.9	3.8
A2	2.2	4.3	2.7	2.5	4.8	3.8
A3	2.5	4.4	2.7	2.9	5.4	4.5
A4	2.4	4.5	2.9	3.2	5.4	4.4
A5	2.6	4.5	3.0	2.8	5.5	4.2
A6	2.4	4.0	2.7	2.7	4.8	4.1

Baltplankumainības bojājuma pakāpe būtiski atšķīrās starp izmēģinājuma variantiem un novērojumu reizēm ($P = 0.05$). Līdzīgi kā baltplankumainības attīstības pakāpe arī bojājumu pakāpe (2. tab.) veģetācijas sezonā augstāka saglabājās kontroles variantā bez slāpekļa mēslojuma un variantā ar zirņiem 'Capella'.

2. tabula *Table 2*

Baltplankumainības bojājumu pakāpe, %
Degree of damage caused by strawberry leaf spot, %

Variants <i>Variant</i>	Datums <i>Date</i>					
	8.08.	15.08.	20.08.	29.08.	5.09.	29.09.
A1	26.7	44.5	29.0	26.9	54.8	42.0
A2	24.9	48.0	29.5	28.1	53.2	42.2
A3	27.6	49.3	30.5	31.8	59.9	50.1
A4	27.2	50.0	32.6	35.0	60.2	48.5
A5	28.9	49.9	33.7	31.2	60.9	47.1
A6	26.3	44.6	30.5	30.4	53.6	45.8

Šajā gadā iegūtie rezultāti liecina par to, ka būtiski mazāka baltplankumainības bojājumu pakāpe veģetācijas sezonā bija variantos ar dārza pupām (A1; A2): tas skaidrojams ar savlaicīgu pupu lakstu nopļaušanu jau augusta pirmajā dekādē nevis augusta pēdējā dekādē, kā variantos ar zirņiem.

Pelēkā puve tika novērota uz dārza pupām. Attīstības pakāpe pirmajā uzskaites reizē A1 variantā bija 5 balles, A2 – 3.7 balles, pēc 5 dienām A1 – 6 balles, A2 – 5.2 balles, kas neveidoja statistiski būtisku atšķirību starp variantiem. Lai varētu izdarīt konkrētus secinājumus par jaukto stādījumu ietekmi uz slimību izplatību un attīstību, ir nepieciešama detalizētāka uzskaitē, tādēļ pētījumi tiks turpināti, lai novērotu, kā slimības izplatās turpmākajos zemeņu audzēšanas gados.

Secinājumi

Pirmā gada rezultāti liecina, ka zemeņu jauktajos stādījumos variantā ar dārza pupām baltplankumainības izplatība ir būtiski mazāka, bet pelēkās puves attīstības pakāpe uz dārza pupām nebija būtiski atšķirīga. Zemeņu jauktajos stādījumos būtu jāizvairās no liela auguma starpkultūraugiem un kultūraugiem, kas ilgstoši aug uz lauka, jo starpkultūraugi jānovāc līdz augusta sākumam.

Pateicība. Pētījums izstrādāts projekta *EUROLEGUME* ietvaros. Pateicos LLU Lauksaimniecības fakultātes 3. kursa studentei Montai Krūmiņai un Agitai Mednei par tehnisko darbu slimību uzskaitē.

Izmantotā literatūra

1. Bele M., Halim R., Rafii M., Saud H. M. (2014) Intercropping of corn with some selected legumes for improved forage production: A review. *Journal of Agricultural Science*, Vol. 6, No. 3, p. 48–62.
2. Elliott V. J. (1988). Response models for conidiospore germination and germ tube elongation of *Mycosphaerella fragariae* as influenced by temperature and moisture. *Phytopathology*, Vol. 78, p. 645–650.
3. Fall J. (1951). Studies on fungus parasites of strawberry leaves in Ontario. *In: Canadian Journal of Botany*. Vol. 29, p. 301–315.
4. Iqbal S. M. M., Ireland C. R., Rodrigo V. H. L. (2006). A logistic analysis of the factors determining the decision of smallholder farmers to intercrop: A case study involving rubber-tea intercropping in Sri Lanka. *Agricultural systems* Vol. 87. Elsevier, p. 296–312.
5. Kalniņa I., Strautiņa S. (2010). Jauno zemeņu šķirņu vērtēšanas rezultāti. *AgroTops*, Nr. 9., 62–62. lpp.
6. Turka I., Bankina B. (2013). *Augu slimību un kaitēkļu uzskaites metodes*. Jelgava: LLU. 24. lpp.
7. Food and agriculture organization of the united nations [Tiešsaiste] [skatīts: 2014.g. 12. nov.]. Pieejams <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
8. Strawberry disease control guide [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 17. dec.]. Pieejams http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0011/119558/strawberry-disease-control.pdf

KRŪMMELLEŅU SLIMĪBAS LATVIJĀ

BLUEBERRY DISEASES IN LATVIA

Julija Volkova^{1,2}, Līga Vilka³, Regīna Rancāne^{1,3}, Anna Baženova¹

¹Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs, ²Latvijas Universitāte,

³Latvijas Lauksaimniecības universitāte

julija.volkova@laapc.lv

Abstract. Blueberry diseases were investigated in the largest blueberry farms in Latvia. Plantations were evaluated mostly at the harvest time: twigs, leaves, and berries were assessed. The most common diseases found were *Godronia* canker, *Botrytis* flower blight, fruit rot, ripe rot. *Godronia* canker was observed almost in every farm; the most damaged plants were often found in plantations in peat bogs, but less damaged – in mineral soils. *Phomopsis* blight considered to be a common disease in blueberry production was not found to be a significant problem in Latvia. The most important problem is the lack of fungicides for fruit rot management and possible fungicide resistance risks in blueberry plantations due to a low number of products. There are no options for alternation of fungicide sprays, besides, good sanitary practice is essential.

Key words: ripe rot, blight, cultivars, peat bog.

Ievads

Krūmmelleņu audzēšana Latvijā ir samērā jauna augļkopības apakšnozare, kas strauji attīstījies tikai pēdējo 20 gadu laikā, tomēr šobrīd tā ir viena no komerciāli veiksmīgākajām un vairs nav saucama par netradicionālu. Krūmmelleņu audzēšana nav vienkārša, jo krūmmellenes pieder ēriku dzimtai (*Ericaceae*), kas ir savdabīgi augi ar atšķirīgām augsnes un mēslošanas prasībām (Kron *et al.*, 2002). Latvijā krūmmelleņu stādījumu ierīkošanai izmantoti no citiem krūmmelleņu audzēšanas reģioniem (ASV, Polijas, Vācijas) ievestie stādi. Diemžēl kopā ar stādiem ievestas arī krūmmellenēm raksturīgās slimības. Visvairāk augsto krūmmelleņu (*Vaccinium corymbosum* L.) slimības ir izpētītas to dzimtenē – Amerikas Savienotajās Valstīs (ASV) un Kanādā. Eiropā ziņas par krūmmelleņu slimībām nav viennozīmīgas. Dažādās valstīs veiktajiem pētījumiem atšķiras pētījumu metodika, rezultātu interpretācija. ASV un Kanādā par ekonomiski nozīmīgākajām slimībām uzskata pelēko puvi (ierosinātājs *Botrytis cinerea* DeBary) un antraknozi jeb gatavo ogu puvi (ier. *Colletotrichum* ģints sēnes), kas rada līdz pat 100% ogu bojājumu (Cline, 1996; Verma, 2000). Siltākā klimatā nozīmīgus bojājumus rada iedegas, ko ierosina *Phomopsis vaccinii* Shear, izraisot dzinumumu atmiršanu un ogu puvi (Polashock, Kramer, 2006; Baker,

Hancock, 1995; Caruso, Ramsdell, 1995). Kopš 2009. gada Zemkopības ministrijas finansētā projekta ietvaros uzsākts krūmmelleņu slimību monitorings, precīza slimību ierosinātāju noteikšana, izplatības uzskaitē, kā arī veikti novērojumi par krūmmelleņu šķirņu ieņēmību pret dažādām slimībām, un uzsākti izmēģinājumi, lai noteiktu optimālās slimību ierobežošanas iespējas Latvijas apstākļos. Nelielos apmēros slimību izplatības novērojumi tiek veikti katru gadu – atsevišķās saimniecībās un atsaucoties uz audzētāju aicinājumiem, bet lielāki saimniecību apsekojumi veikti 2009. un 2011. gadā. Šajā rakstā apkopotas nozīmīgākās krūmmelleņu sēņu slimības, to izplatība Latvijas apstākļos, un slimību ierosinātāju identificēšanas rezultāti.

Materiāli un metodes

Apsekojumi un paraugu iegūšana. Krūmmelleņu stādījumu apsekojumi veikti 2009. un 2011. gadā visā Latvijas teritorijā ogu ražas laikā augustā, apsekojot attiecīgi 11 un 10 lielākās krūmmelleņu audzētavas. Katrā saimniecībā ievākti dzinumi, lapas un ogas ar sēņu slimību bojājumu pazīmēm. Vismaz astoņos stādījumos, kur krūmi bija bagātīgi sakoplojuši, paraugi ievākti pa šķirnēm, no dažāda vecuma zariem. Ievāktie paraugi uzglabāti +4°C līdz turpmākai analizēšanai laboratorijā.

Paraugu analīze. Laboratoriskai patogēno sēņu noteikšanai sēnes izdalītas tīrkultūrā. Simptomātiskās zaru daļas sterilizētas 2% nātrija hipohlorīta šķīdumā 2 min., tad skalotas ar destilētu ūdeni, nosusinātas ar sterilizētām papīra salvetēm, sagrieztas mazākās vienībās un novietotas uz kartupeļu dekstrozes agara barotnes (PDA) un iesala ekstrakta barotnes (MEA) Petri platēs. Plates ar paraugiem ievietotas termostatā un inkubētas +20°C 5–7 dienas, pēc tam katra sēne pārsēta tīrkultūrā un līdz turpmākai analizēšanai uzglabāta +4°C. Gaismas mikroskopija un sporu mērījumi veikti SIA „Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centra” Augļaugu patoloģijas laboratorijā. Daļai no izdalītajiem izolātiem veikta rDNS sekvenčēšana, izmantojot universālos praimerus ITS 1F (White *et al.*, 1990) un ITS4. Iegūtās sekvenčes apstrādātas, tad izmantotas BLASTn homoloģijas meklēšanā pret NCBI GenBank nukleotīdu datubāzi aptuvenai taksonomiskās piederības noteikšanai. *Colletotrichum* un *Phomopsis* izolātiem tālāk veikta filoģenētiskā analīze, izmantojot references izolātu sekvenčes (Farr *et al.*, 2002; Damm *et al.*, 2012).

Meteoroloģiskie apstākļi. 2009. gada aprīlī laika apstākļi bija sausi un vidējā gaisa temperatūra augstāka par ilggadējo normu. Arī maijā nokrišņu daudzums bija zem normas, bet jūnija I un II dekāde bija mitra, bet III dekādē nokrišņu bija ļoti maz, kas labvēlīgi ietekmēja ogu kvalitāti. 2011. gada pavasarī bija vērojami krūmmelleņu zaru bojājumi pēc ziemas; jūnijs, jūlijs bija samērā karsts, tas varēja vecināt zaru iedegu izplatību.

Rezultāti un diskusijas

Apsekojumu gaitā izdalītas nozīmīgākās krūmmelleņu slimības Latvijas apstākļos, gūts priekšstats par to nozīmību un izplatību. Saimniecību apsekošana ražas laikā ļāva novērtēt arī nozīmīgākās ogu puves. Publikācijā aprakstīto slimību ierosinātāji izdalīti un identificēti laboratorijas apstākļos, izmantojot klasiskās un molekulārās augu patoloģijas metodes.

Zaru vēzis (angļu val. *Godronia canker*), ier. *Godroniacassandrae*, anamorfā stadija *Fusicoccum putrefaciens*. Sēne ierosina zaru nokalšanu un atmiršanu, visbiežāk jau veģetācijas sezonas laikā – inficētie dzinumi atšķirami, jo ir brūni, tiem klāt turas nokaltušās lapas. Ierosinātāja sēne uzskatāma par specifisku slimību, kas nav novērota citiem augļaugiem Latvijā, izņemot vēl vienu *Vaccinium* ģints sugu – lielogu dzērvenes (*Vaccinium macrocarpon* Ait.). No visām apsekotajām saimniecībām tikai vienā netika izdalīta šīs slimības ierosinātāja sēne laboratorijā un novēroti bojājumi uz lauka, pārējās saimniecībās bojājumu izplatība bija dažāda. Vislielākie zaru vēža bojājumi Latvijā novēroti stādījumos kūdras purvos (līdz pat 25% zaru no krūma ar vēža pazīmēm), bet mazāki – audzējot krūmmellenes minerālaugsnē. Purvā izteikti daudz vien- un divgadīgu dzinumu bojājumu, minerālaugsnēs novēro vecāku zaru bojājumus – lapas kļūst sīkas, retas, ogas nelielas, bieži sažūst jau zarā. Ierobežošana ar fungicīdiem nav efektīva, tomēr novērots, ka mazāk zaru vēža bojājumu ir stādījumos, kur lietoti vara preparāti.

Dzinumu iedegas (angļu val. *Twig blight*), ier. *Phomopsis vaccinii*, anamorfā stadija *Diaporthe vaccinii*. Sēne agrāk uzskatīta par karantīnas organismu, slimība ļoti postīga ASV un Kanādā, tomēr krūmmellenēm Latvijā nerada nozīmīgus bojājumus. Apsekojuma laikā izdalīti vairāki *Phomopsis* spp. izolāti no piecām dažādām saimniecībām, tomēr neviens nav identificēts kā

P. vaccinii, bet gan kā citas, mazāk nozīmīgas sugas. Vienā gadījumā sēne izdalīta no bojātas ogas. *P. vaccinii* attīstībai nepieciešama augsta temperatūra no +25 °C līdz +30°C, iespējams tāpēc krūmmelleņu stādījumos šī sēne nav plaši sastopama, bet lielogu dzērveņu stādījumos ir sastopama biežāk, jo purvā tumšā kūdras virskārta vasarā vairāk sasilst, nodrošinot sēnes izplatībai labvēlīgākus apstākļus. Latvijā slimības izplatība varētu būt nozīmīga, audzējot krūmmellenes vai to stādus zem seguma. Norvēģijā novērota plaša iedegu izplatība augstajos tuneļos, un vairāk tajās tuneļa malās, kur netiek veikta vēdināšana (Volkova, personīgi novērojumi).

Pelēkā puve (angļu val. *Grey mould*), ier. *Botrytis cinerea*, teleomorfā stadija *Botryotinia fuckeliana*. Šī sēne ir izplatīta apkārtējā vidē un ierosina slimības dažādiem augiem. Apsēkojumu gaitā krūmmellenēm novēroti gan jauno dzinumumu, gan ogu bojājumi. 2011. gada un 2014. gada pavasarī novēroti arī plaši ziedu bojājumi, kad pusaugsto krūmmelleņu šķirnei 'Northblue' teju visi ziedu ķekari bija inficēti un pārklājās ar pelēku sēnes micēliju. Inficētie jauno dzinumumu gali nobrūnē, noliecas, mitrā laikā pārklājās ar pelēku micēliju. Ogu bojājumi biežāk novērojami gatavām ogām, tomēr dažkārt pelēkās puves bojājumi sastopami arī zaļām ogām. Visnozīmīgākie pelēkās puves bojājumi novēroti ziedēšanas laikā šķirnei 'Northblue', tomēr šādi bojājumi var būt arī citām šķirnēm. Ziedu bojājumu rezultātā samazinās kopējā ogu raža. *Botrytis cinerea* kā ogu puves ierosinātāja sēne nozīmīgus bojājumus rada, ja ogu ražas vākšanas laikā pastāv ilgstoši lietaini, mitri laika apstākļi vai krūmā atstātas nenovāktas ogas.

Gatavo ogu puve (angļu val. *Ripe rot*), ier. *Colletotrichum acutatum* sugu komplekss (*C. fiorianei*), teleomorfa *Gloemerella acutata* stadija. Sastopama 6 no 11 apsekotajām saimniecībām, tomēr ne visur, kur tā atrasta, rada nozīmīgus bojājumus. Atsevišķās saimniecībās, kur ir sēnes attīstībai vēlama apstākļu kombinācija, ieņēmīgas šķirnes (pusaugstās krūmmellenes 'Northblue', 'Northland', 'Chipewa', 'Polaris', augstās krūmmellenes 'Bluecrop' u. c.), virsējā laistīšana un netiek lietoti profilaktiski vara preparātu smidzinājumi, gatavo ogu puves bojājumi novēroti gan uz lauka, gan glabāšanas laikā. Uz lauka bojājumi ir mazāk izteikti, vidēji 2%, maksimāli līdz 30% ogu ir puves pazīmes. Bieži puves pazīmes lauka apstākļos ir vāji izteiktas, turpretī, ogas uzglabājot līdz 30 dienām +5°C, bojājumi var būt pat 90%. Gatavo ogu puve ir nozīmīga slimība, īpaši tajās saimniecībās, kur ogas plāno eksportēt, jo vairāk bojāto ogu konstatētas tieši ogu uzglabāšanas laikā. Plašas infekcijas izplatības gadījumos novērots, ka atmirst jaunie, nepārkoksnējušies dzinumumu gali. Sēne izdalīta gan no bojātām ogām, gan no ziediem ziedēšanas laikā, gan arī no pumpuriem un dzinumiem agri pavasarī un vēlu rudenī. Fungicīdu lietošana pavasarī ziedēšanas laikā ierobežo slimības izplatību, tomēr ierobežošana ir efektīvāka, ja to kombinē ar zaru izgriešanu (Polashock, Kramer, 2006). Visbiežāk gatavo ogu puvi ierosinošā sēne izdalīta no pusaugsto krūmmelleņu (*V. corymbosum* × *V. angustifolium*) šķirnēm, piemēram, 'Northblue' un 'Chippewa'. Augsto krūmmelleņu šķirnēm puves bojājumi novēroti retāk, tomēr arī ir sastopami (Tab.).

ASV un Kanādā gatavo ogu puvi uzskata par nozīmīgāko ogu kvalitāti ietekmējošu slimību. Eiropā slimība sastopama krūmmelleņu stādījumos Polijā, Vācijā, Nīderlandē, Somijā, bet Igaunijā, kur liela daļa stādāmā materiāla pavairota ar meristēmu palīdzību, gatavo ogu puve tikpat kā nav sastopama (Starast, 2009).

Alternarioze (angļu val. *Alternaria rot*), ier. *Alternaria* spp. Šis ģints sēnes ļoti bieži izdalītas no bojātiem dzinumumu galiem, arī pēc ziemas sala bojājumiem, un tās mēdz uzskatīt par saprofītiem. Vienā saimniecībā 2013. gadā ievāktas ogas, kuru puvi primāri ierosinājusi *Alternaria* ģints sēnes, bet citi potenciālie puves ierosinātāji netika izdalīti. Bojātās ogas kļūst nedaudz ūdeņainas, sasprēgā un uz ogas virsmas attīstās tumši olīvzaļa sēņotne. No kopējā ogu daudzuma šādas ogas bija mazāk par 1%. ASV krūmmelleņu alternarioze ir nozīmīgāka slimība nekā Latvijā, un puves ierobežošanai izstrādātas fungicīdu lietošanas programmas (Polaschok, Kramer, 1995), kas Latvijā šobrīd vēl nav aktuālas.

Citas pasaulē nozīmīgas slimības, piemēram, monilioze, ier. *Monilinia vaccinii-corymbosi* (angļu val. *Mummy berry*) sakņu augoņi (ier. *Agrobacterium tumefaciens*), sakņu puves (ier. *Phytophthora* spp.) stādījumos līdz šim nav novērotas. Izolēti dažādi patogēni, kas raksturīgi krūmmellenēm un lielogu dzērvenēm – *Phyllosticta* spp., *Physalospora* spp., *Phoma* spp., *Pestalotia* spp., *Fusarium* spp. – tie izdalīti pārsvarā no bojātiem dzinumiem, retāk no ogām. Šo izdalīto patogēnu nozīme ne vienmēr ir skaidra, jo vēl nav novēroti šo sēņu ierosināti nozīmīgi slimību uzliesmojumi.

Tabula Table

Gatavo ogu puves izplatība (%) uz ogām un riska grupas novērtējums plašāk audzēto krūmmelleņu sugām un šķirnēm
Incidence of ripe rot (%) and assessment of risks for most oftengrown blueberryspecies and cultivars

Šķirne Cultivar	Gatavo ogu puves izplatība (%)		Riska grupa* Risk group
	lauka apstākļos <i>in the field</i>	glabāšanas laikā <i>at the storage</i>	
<i>Pusaugstās krūmmellenes (V.corymbosum × V. angustifolium) Half-high blueberries</i>			
'Chippewa'	<1	7.5	++
'Polaris'	< 1	33.9	++
'Northblue'	~10	70.5	+++
'Northland'	~2	27.4	+++
'North Country'	~3	–	++
<i>Augstās krūmmellenes (V. corymbosum) Highbush blueberries</i>			
'Blue Crop'	< 1	17.8	++
'Blue Gold'	<1	14.1	+
'Blue Ray'	< 1	32.6	++
'Draper'	0	–	+/-
'Patriot'	< 1	13.4	+
'Torro'	<1	19.1	+
<i>Zemās krūmmellenes (V.angustifolium) Lowbush blueberries</i>			
<i>V. angustifolium</i>	~ 2	–	+

* +/- – puve nav novērota Latvijā, tomēr citu valstu pētījumos sastopami ziņojumi par šīs šķirnes inficēšanos; *ripe rot not observed in Latvia, but infection cases of this cultivar reported abroad;*

+ – lauka apstākļos puvi novēro maz, tomēr tā var attīstīties glabāšanā, ja ogas inficētas; *in the field rot observed rarely, but could develop at the storage, if berries infected;*

++ – lauka apstākļos sastopams neliels bojāto ogu daudzums, glabātāvās bojājumi atšķirīgi; *low number of infected berries observed in the field, damages at the storage variable;h*

+++ – šķirne ieņēmīga pret gatavo ogu puvi, plaši bojājumi gan laukā, gan glabātāvās; *cultivar susceptible to ripe rot, high rot severity both in field and storage.*

Slimību ierobežošana. Šobrīd Latvijas Augu aizsardzības līdzekļu reģistrā ir pieejams ļoti šaurs fungicīdu klāsts slimību ierobežošanai krūmmelleņu stādījumos. Viens no tiem ir varu saturošs fungicīds Čempions 50 p. s. (vara hidroksīds 77%), kā arī fungicīdi Signum d. g. (boskalīds 26.7%, piraklostrobīns 6.7%) un Candit 50% d. g. (metilkrezoksīms 500 g kg⁻¹). Visefektīvāk ogu puves ierobežo smidzinājumi pavasarī ar Signum d. g., ko krūmmelleņu audzētāji arī izmanto. Latvijā ir radusies situācija, ka daudzgadīgos krūmmelleņu stādījumos pelēkās puves un gatavo ogu puves ierobežošanai gadu no gada izmanto vienu un to pašu fungicīdu. Signum d. g. efektīvi ierobežo šīs abas puves, tomēr ir būtiski aspekti, kas jāņem vērā: piraklostrobīns pēc FRAC klasifikācijas (FRAC, 2013) ir viela ar augstu rezistences veidošanās risku, bet boskalīds – ar vidēji augstu rezistences veidošanās risku un zināmiem pelēkās puves ierosinošās sēnes *Botrytis cinerea* rezistences gadījumiem (FRAC, 2008). Viens no rezistences veidošanās mazināšanas principiem ir fungicīdu maiņa, tomēr šajā gadījumā tas nav iespējams, jo Candit nav paredzēts ogu puves ierobežošanai, un citi efektīvi līdzekļi reģistrā nav.

Secinājumi

1. Par ekonomiski nozīmīgākajām krūmmelleņu slimībām Latvijā uzskatāma pelēkā puve, gatavo ogu puve un zaru iedegas.
2. Nozīmīgas ir arī dzinumu slimības. Tā kā to ķīmiskai ierobežošanai Latvijā nav pieejami atbilstoši fungicīdi, ir nepieciešami efektīvāki fitosanitārie pasākumi.
3. Apsekojot krūmmelleņu stādījumus secināts, ka potenciāli krūmmelleņu stādījumos pastāv augsts fungicīdu rezistences veidošanās risks, jo ir ierobežotas fungicīdu lietošanas iespējas.

Izmantotā literatūra

1. Baker J., Hancock J. (1995). Screening Highbush Blueberry Cultivars for Resistance to Phomopsis Canker In Vitro. *HortScience*, Vol. 30 (3), p. 586–588.

2. Caruso F. L., Ramsdell D. C. (1995). *Compendium of Blueberry and Cranberry Diseases*, New York: APS Press, p. 87.
3. Cline W. O. (1996). Postharvest Infection of Highbush Blueberries following Contact with Infested Surfaces. *Phytopathology*, Vol. 31, p. 981–983.
4. Damm U., Cannon P., Woudenberg J., Crous P. (2012). The *Colletotrichum acutatum* species complex. *StudMycol*, 73 (1), p. 37–113.
5. Farr D., Castlebury L., Rossman A. (2002). Morphological and molecular characterization of *Phomopsis vaccinii* and additional isolates of *Phomopsis* from blueberry and cranberry in the eastern United States. *Mycologia*, 94 (3), p. 494–504.
6. Kron K. A., Powell E. A., Luteyn J. L. (2002). Phylogenetic relationships within the blueberry tribe (*Vaccinieae*, *Ericaceae*) based on sequence data from MATK and nuclear ribosomal ITS regions, with comments on the placement of *Satyria*. *American Journal of Botany*, Vol. 89(2), p. 327–36.
7. Polashock J., Kramer M. (2006). Resistance of Blueberry Cultivars to Botryosphaeria Stem Blight and Phomopsis Twig Blight. *HortScience*, 41(6), p. 1457–1461.
8. Starast M., (2009). Blueberry diseases survey in Estonia. *Agronomy research*, 7 (Special issue I), p. 511–516.
9. Verma N. (2000). Epidemiology of *Colletotrichum acutatum*, cause of anhracnose in British Columbia. Master thesis, University of British Columbia, p. 81.
10. White T. J. Bruns T., Lee S., Taylor J. (1990). PCR protocols: a guide to methods and applications. In Academic Press.
11. FRAC "SDHI fungicides, 2008". [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 23. nov.]. Pieejams: http://www.frac.info/work/work_sdhi.htm
12. FRAC "FRAC Code List: Fungicides sorted by mode of action, 2013". [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 22. nov.]. Pieejams: <http://www.frac.info/publication/anhang/FRACCodeList2013-updateApril-2013.pdf>

NEZĀĻU IEROBEŽOŠANAS IESPĒJAS KRŪMELLEŅU STĀDĪJUMĀ POSSIBILITIES OF WEED CONTROL IN BLUEBERRY PLANTATION

Dace Šterne, Edgars Cirša, Marta Liepniece, Mīnauts Āboliņš
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
dace.sterne@llu.lv

Abstract. Weed control has long been a challenge in agricultural production. Weed problems are mentioned in almost all production areas in the survey of commercial blueberry producers. Weed management is critical in young plantations when bushes are not fully established and most susceptible to any competition for resources including water and nutrition. A one-year study in Jelgava investigated the effectiveness of application of three types of mulch (peat, bark mulch, weed mat) as the weed control method in highbush blueberry (*Vaccinium corymosum* L.) plantation. The primary results showed that weed mat proved to be the most effective in suppressing weed growth.

Key words: *Vaccinium corumbosum* L., weeds, organic mulch, plastic mulch

Ievads

Krūmelleņu ir kļuvas par nozīmīgu augļaugu pasaules un arī Latvijas tirgū. Krūmelleņu audzēšanā pasaules līderpozīcijā joprojām ir Amerikas Savienotās Valstis un Kanāda, kurās šī augļauga platības 2012. gadā sasniedza 31.4 un 36.9 tūkst. ha. Eiropā lielākās krūmelleņu stādījumu platības ir Polijā (3.1 tūkst. ha), Francijā (2.4 tūkst. ha) un Vācijā (1.8 tūkst. ha). Pārējās Eiropas valstīs krūmelleņu platības ir daudz mazākas. Pēc FAO datiem Latvijā krūmelleņu platības 2012. gadā sastādīja 82 ha vien⁶. Pasaulē visvairāk audzētās augsto krūmelleņu

⁶ <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, [tiešsaiste] [skatīts 17.11.2014.]

(*Vaccinium corymbosum* L.) šķirnes ir 'Bluecrop' un 'Duke', bet ziemeļu reģionos audzē arī citas šķirnes, kuras izceļas ar augstāku ziemcietību (Strik, 2005).

Neskatoties uz statistikas datiem, interese par krūmmelleņu audzēšanu Latvijā ar katru gadu pieaug un platības palielinās. Nezāļu ierobežošana kultūraugu stādījumos jau sen ir izaicinājums, un problēmas pastāv joprojām, pat plaši izmantojot herbicīdus. Apmeklējot krūmmelleņu audzētāju stādījumus, visbiežāk pieminētā problēma ir cīņa ar nezālēm (personiska komunikācija ar audzētājiem). Šī problēma pastāv visur, jo arī krūmmelleņu audzēšanas lielvalstī Ziemeļamerikā veiktajā aptaujā problēmas ar nezālēm krūmmelleņu audzētāji piemin visbiežāk (Strik, 2006).

Galvenais mērķis nezāļu ierobežošanai stādījumos ir optimizēt ražas potenciālu un līdz minimumam samazināt konkurenci starp kultūraugu un nezālēm. Nezāļu konkurence pēc ūdens un slāpekļa ir cēlonis krūmmelleņu veģetatīvās augšanas un ražas potenciāla samazināšanai, kā arī pierādīts, ka nezāļainos stādījumos pavasarī aizkavējas veģetatīvā augšana. Nezāles starp krūmiem rada paaugstināta mitruma apstākļus, kas veicina slimību izplatību (Libik, Wojtaszek, 1973; Rosel, Smit, 2001). Nezāļu ierobežošana sevišķi svarīga ir jaunos stādījumos, kad krūmi vēl nav pilnībā izveidojušies un ir jutīgi pret jebkuru konkurenci pēc mitruma un barības vielām (Hanson, Havens, 1992). Nezāļu ierobežošana ir liels izaicinājums, audzējot krūmmellenes arī bioloģiskajā sistēmā (Burkhard *et al.*, 2009). Alternatīva ir organiskas mulčas (zāģu skaidas, kūdra, priežu skuju) izmantošana (Hanson, 1992; Burkhard *et al.*, 2009, Albert *et al.*, 2010). Ņemot vērā, ka Latvijā krūmmelleņu stādījumos nezāļu apkarošanai var izmantot tikai vienu kontaktiedarbības herbicīdu Basta (darbīgā viela amonija glifosināts), tad jāseko līdzi informācijai, kādus panākumus gūst citu zemju pētnieki, izmantojot dažādus mulčas materiālus.

Pētījuma mērķis bija noteikt trīs dažādu mulčas veidu izmantošanas efektivitāti nezāļu ierobežošanai krūmmelleņu stādījumos.

Materiali un metodes

Pētījums veikts LLU LF Agrobiotehnoloģijas institūta mācību – pētījumu bāzē Jelgavā, Strazdu ielā 1. Izmēģinājums ierīkots 2013. gada septembrī, viengadīgus augus stādot iepriekš sagatavotā augsnē (kultūraugsne sajaukta ar skābu kūdru attiecībā 1:1), augsnes pH KCl 4.53 (atbilstoši krūmmelleņu audzēšanai). Pētījumā iekļautas 2 augsto krūmmelleņu *V. corymbosum* L. šķirnes: 'Bluecrop' (populārākā šķirne) un 'Bluegold' (perspektīva šķirne), stādīšanas attālums 3 × 0.8 m. Izmantoti 3 dažādi mulčas veidi: 1. – kūdra (kontrolē) 5–7 cm slānis, 2. – mizas mulča (frakcija 5–30 mm) 5–7 cm slānis, 3. – melnais augsnes pārklājs (100% polipropilēns, 50 g m⁻²), 3 atkārtojumos. Izmēģinājuma lauciņa platība 4.8 m², nezāles tika uzskaitītas visā lauciņa platībā.

Veģetācijas periodā uzskaitīts nezāļu skaits un sugas. Uzskaitē sāka 23. aprīlī, parādoties pirmajām nezālēm, 2. uzskaitē veikta pēc 22 dienām, pārējās – ik pēc 14 dienām, pēdējā uzskaitē veikta 16. oktobrī. Pēc katras uzskaites nezāles izravēja. Veģetācijas perioda sākumā noteica krūmmelleņu ziemcietību, vērtējot to 10 ballu skalā, kur 9 – nav bojājumu pazīmju, 1 – augs gājis bojā līdz sniega līnijai, 0 – augs gājis bojā.

Rakstā aprakstīti pirmā gada rezultāti un datu matemātiskā apstrāde netika veikta.

Rezultāti un diskusijas

Pēc pirmā izmēģinājuma gada ziemas tikai viens no stādiem bija gājis pilnībā bojā ('Bluegold' variantā ar mizas mulču), pārējiem augiem ziemcietība bija vērtējama ar 8 ballēm (apsaluši viengadīgie nenobriedušie dzinumu gali). Pirmā gada rezultāti uzskatāmi parāda, ka lielākais nezāļu skaits ir variantā ar kūdras mulču, bet vismazākais nezāļu skaits ir variantā ar augsnes pārklāju (Tab.). Savukārt mizas mulča efektīvāk nomāc un neļauj augt atsevišķām nezālēm (šajā gadījumā – virza, portulaks, balanda), tāpēc mizas mulčas variantā nezāļu sugu skaits ir mazāks nekā variantā ar kūdras mulču.

Nezāļu daudzums un sugu skaits visā uzskaites periodā bija atšķirīgs. Veģetācijas perioda vidū lielākoties dominēja tīruma kosa (*Equisetum arvense* L.), kas ir izplatītākā nezāle vasarā. Pavasarī un rudenī dominēja ārstniecības pienene (*Taraxacum officinale* L.), parastā virza (*Stellaria media* L.), ložņu vārpata (*Elytrigia repens* L.), ložņu gundega (*Ranunculus repens* L.) un citas. Izmēģinājuma laukā viena no izplatītākajām nezālēm bija dāržeņu portulaka (*Portulaca oleracea* L.). Nezāļu sugu skaits variantā ar mizas mulču nedaudz palielinās pēdējās uzskaites reizēs (oktobra sākumā – vidū), kas varētu būt izskaidrojams ar to, ka ravējot mizu mulča tiek

sajaukta ar kūdru un tā vairs nepilda mulčas funkcijas. Pirmā gada rezultāti liecina, ka visefektīvāk nezāļu izplatību ierobežo augsnes pārklājs (Tab.), arī sugu daudzveidība šajā variantā ir maza (1 līdz 2 nezāļu sugas). Izmantojot nezāļu ierobežošanai augsnes pārklāju, ir jārēķinās, ka nezāles tomēr augs krūma tuvumā.

Tabula Table

Vidējais nezāļu un nezāļu sugu skaits (gb. 4.8 m²) uzskaites reizēs atkarībā no seguma veida
The average amount of weeds and weed species depending on the mulch type

Uzskaites reizes Registration time	Seguma veids Mulch type					
	kūdra peat		mizu mulča bark mulch		augšnes pārklājs weed mat	
	nezāļu skaits amount of weeds, gb.	sugu skaits amount of species, gb.	nezāļu skaits amount of weeds, gb.	sugu skaits amount of species, gb.	nezāļu skaits amount of weeds, gb.	sugu skaits amount of species, gb.
1	20	5	3	2	0	0
2	19	4	3	2	0	0
3	43	4	40	3	1	1
4	61	6	54	3	3	1
5	55	6	46	2	2	1
6	68	6	65	3	3	1
7	42	3	42	2	0	0
8	1407	3	75	1	4	1
9	1052	2	50	1	4	1
10	431	3	56	1	4	1
11	355	3	28	1	2	1
12	13	2	15	3	2	1
13	9	2	7	3	1	1
Vidēji Average	275	4	37	2	2	1
Standartnovirze Standard deviation	450.0	1.6	24.0	0.7	1.4	0.3

Liels nezāļu skaits, mulčējot stādījumu ar kūdru, varētu būt izskaidrojams ar mulčas slāņa biezumu. Iepriekš veiktajos pētījumos ir norādīts, ka mulčas kārtas biezumam ir liela nozīme, jo nezāļu sēkļu dīģšana ir pretēji proporcionāla sēklas dziļumam (Ozores-Hampton, 1998), līdz ar to, palielinot mulčas kārtas biezumu, palielinās arī nezāļu ierobežošanas efektivitāte. Pētījumi pierāda, ka augsnes pārklājs labi nomāc nezāles, zem pārklāja augsnei saglabājas skāba reakcija, paaugstinās augsnes temperatūra, bet samazinās K, Ca un Mg saturs, kā arī var ieviesties grauzēji (Strik *et al.*, 2012). Pētījumā Kanādā secināts, ka priežu skuju mulčas izmantošana krūmmelleņu stādījumā nezāļu izplatību ierobežoja par 55% salīdzinājumā ar kontroli (Burkhard *et al.*, 2009), bet gadu vēlāk šis mulčas materiāls zaudēja daļu efektivitātes.

Mulčas veida izvēle nezāļu ierobežošanai krūmmelleņu stādījumā atkarīga no izejmateriālu pieejamības un saimnieka rocības. Ir vērts analizēt arī mulčas izvēles ekonomisko pusi ilgtermiņā, jo pētījumā konstatēts, ka, izmantojot komposta + zāģu skaidas mulču un augsnes pārklāju, divu gadu laikā krūmmelleņu šķirņu 'Duke' un 'Liberty' raža bija augstāka salīdzinājumā ar zāģu skaidu mulču, bet ilgtermiņa ekonomiskais efekts vēl nav aprēķināts (Julinan *et al.*, 2012).

Pasaulē turpinās pētījumi par mulčas veida un biezuma ilgtermiņa ietekmi uz krūmmelleņu ražu un barības vielu nodrošinājumu, mikorizas sēņu attīstību, kā arī slimību un kaitēkļu izplatību krūmmelleņu stādījumos. Šādi pētījumi ir aktuāli arī krūmmelleņu stādījumos Latvijas apstākļos, līdz ar to izmēģinājums jāturpina.

Secinājumi

Pirmā gada rezultāti norāda, ka nezāļu ierobežošanā efektīva bija augsnes pārklāja izmantošana, bet izmēģinājums vēl turpinās, lai noteiktu mulčas ietekmi arī uz krūmmelleņu šķirņu veģetatīvo attīstību, kā arī augsnes reakcijas izmaiņām.

Izmantotā literatūra

1. Albert T., Karp K., Starast M., Paal T. (2010). The effect of mulching and pruning on the vegetative growth and yield of the half-high blueberry. *Agronomy research*, Vol. 8 (1), p. 759–769.
2. Burkhard N., Lynch D., Persival D. and Sharifi M. (2009). Organic much impact on vegetation Dynamics and productivity of highbush blueberry under organic production. *HortScience*, Vol. 44 (3), p. 688–696.
3. Hanson E. J. and Havens D. (1992). Weed management. *In: Highbush blueberry production guide*. Pritts M. P. and Hancock J. F. (eds.). Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, NY.
4. Libik A. and Wojtaszek T. (1973). The effect of mulching on the behaviour of some nutrient compounds in the soil. *Acta Horticulturae*, Vol. 29, p. 395–404.
5. Rosel M. A., Smith E. (2001) MULching Landscape Plants. *Ohio State University Extention Fact Sheet*. Pieejams: <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/1000/1083.html>.
6. Strik B. (2005). Blueberry: an expanding world berry crop. *Chronica Horticulturae*, Vol. 45, p. 7–12.
7. Strik B. (2006). Blueberry production and research trends in North America. *Acta Horticulturae*, Vol. 715, p. 173–183.
8. Ozores-Hampton M. (1998). Compost as an alternative weed control method. *HortScience*, Vol. 33, p. 938–940.
9. Strik B., Bryla D., Larco H., Julian, J. (2012). Organic highbush blueberry production systems research – management of plant nutrition, irrigation requirements, weeds and economic sustainability. *Acta Horticulturae*, Vol. 933, p. 215–220.

METEOROLOGISKO APSTĀKĻU IETEKME UZ LIELOGU DZĒRVEŅU (*VACCINIUM MACROCARPON* AIT.) ŠĶIRNES 'STEVENS' ZIEDU FENOLOGISKO ATTĪSTĪBU
EFFECT OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON LARGE CRANBERRY (*VACCINIUM MACROCARPON* AIT.) VARIETY 'STEVENS' FLOWERING PHENOLOGICAL PHASE DEVELOPMENT

Baiba Tikuma, Marta Liepniece

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
batiprojekti@gmail.com

Abstract. *Large cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) is the world's most popular cranberry cultivated species. However, climate factors affect cranberry growing due to risks and losses for farmers. The aim of the study was to assess the impact of meteorological conditions on cranberry variety 'Stevens' flowering phenological phases. The study was carried out from 2012 to 2014 at the training and research farm of the Institute of Agrobiotechnology, the Latvia University of Agriculture. The analysis of the collected data shows that the meteorological conditions affect the beginning and the end of flowering phase of the variety 'Stevens'. The duration of flowering phase (beginning, full bloom, end) depends on the average temperature, showing a moderate negative correlation.*

Key words: *cranberries, weather, flowering phenological phase*

Ievads

Lielogu dzērvene (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) ir ēriku dzimtas mūžzaļš augs. Pazīstama kā Amerikas lielogu dzērvene. Tā ir pasaulē populārākā kultivētā dzērveņu suga. Šobrīd par lielogu dzērveņu audzēšanu ir pietiekami liela interese, jo pasaules un Eiropas tirgū pēc šī īpaši veselīgā produkta pieprasījums apsteidz piedāvājumu. Tajā pašā laikā audzētājiem lielogu dzērveņu audzēšana ir saistīta ar izmainītā klimata faktoru radītajiem riskiem un zaudējumiem (Alberts *et al.*, 2012).

Parasti ražas datus salīdzina ar klimatiskajiem datiem, un tiek meklētas savstarpējas sakarības. Pētījumā Masačūsetsas pavalstī par temperatūras un ražas attiecību secināts, ka

temperatūrai bijusi neliela ietekme uz dzērveņu ražu. Tika atrasta vāja korelācija starp aukstu marta mēnesi un ražu virs vidējā. Savukārt pārmērīgs karstums maijā, jūnijā un augustā tika saistīts ar sliktu ražu (Franklin, Cross, 1948). Pētījumā, kur, izmantojot 79 gadu ražas un klimata datus, izveidots modelis, lai prognozētu bāzes ražu un klimata saistību, secināts, ka 91% no ražas mainīguma izskaidrojams ar tehnoloģiskajiem sasniegumiem, un tikai 2% bija saistīti ar klimatu (Morzuch *et al.*, 1983).

Dzērveņu attīstības periodos, augu attīstības fenoloģiskajās fāzēs, ir jābūt noteiktai gaisa temperatūrai, piemēram, pumpuru plaukšanas laikā diennaktī jābūt vidēji 8 °C, bet pumpuru diferencēšanās laikā ne mazāk par 15 °C. Tomēr vairumam augu veģetācijas periods sākas, ja diennakts vidējā temperatūra ir virs 5 °C (Āboliņš *et al.*, 2012).

Gaisa temperatūrai un saules spīdēšanas ilgumam ir liela ietekme uz dzērveņu augšanu un ražību. Palielināta ogu ražība ir saistīta ar temperatūru no maija vidus līdz jūnija beigām. Latvijas Lauksaimniecības universitātes pētījumi par purva dzērveņu fenoloģisko fāzu attīstību rāda, ka 34% gadījumu fenoloģisko fāzu mainība ir atkarīga no efektīvo temperatūru summas. Pēc fenoloģisko fāzu ilguma var prognozēt ražas novākšanas laiku. Piemēram, 60 dienas pēc dzērveņu noziedēšanas parādās pirmās gatavās ogas. Atsevišķos gados zemu ražību izraisa sausums maijā un jūnijā, intensīvās dzinum augšanas, ziedēšanas un augu aizmetņu veidošanās laikā, kā arī salnas dzērveņu pilnziedā, kad gaisa temperatūra mēdz pazemināties līdz –6, –8 °C (Āboliņš *et al.*, 2009).

Sakarības starp augu fenoloģiskajām fāzēm un meteoroloģiskajiem apstākļiem pērtas saistībā ar temperatūru, mitruma un saules režīmu. Pasaulē gaisa temperatūras (minimālā un maksimālā) datu izmantošana ir augu fenoloģiju standarta novērošanas metodoloģija. Atmosfēras cirkulācija kontrolē temperatūras režīmu, kas ir vissvarīgākais impulss augu fenoloģisko fāzu norisē (Hopkins, 1918; Schnelle, 1955; Schwartz, 2003). Augu fenoloģiskie dati ir subjektīvi, jo novērošanas metodika nav vienota visās valstīs (Aasa *et al.*, 2004). Pētnieki A. T. Degaetano un M. D. Šulmans, strādājot ar Ņūdžersijā iegūtiem datiem, atrada statistisku korelāciju starp meteoroloģiskajiem apstākļiem un dzērveņu ogu ražu (Degaetano, Shulman, 1987). Pētījumā konstatēta temperatūras un saules ietekme uz dzērveņu augšanu un ražošanu.

Meteoroloģiskie apstākļi būtiski ietekmē fenoloģisko fāzu attīstību. Pētījumos atzīmēta dzērveņu fenoloģisko fāzu un klimatisko apstākļu saistība ar ogu ražu (Franklin, Cross, 1948). Maz pērtā kādas atsevišķas lielo dzērveņu šķirnes fenoloģiskās attīstības fāzes un klimatisko apstākļu savstarpējā saistība, gaisa temperatūras (°C), saules spīdēšanas ilguma (h) un nokrišņu daudzuma (mm) ietekme uz dzērveņu ziedēšanas fenoloģisko fāzu norisi.

Pētījuma mērķis bija izvērtēt meteoroloģisko laika apstākļu ietekmi uz lielo dzērveņu šķirnes 'Stevens' ziedēšanas fenoloģisko attīstību.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts no 2012. līdz 2014. gadam, Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes Agrobiotehnoloģijas institūta Dārzkopības un apiloloģijas laboratorijas mācību-pētījumu bāzē. Izmēģinājumā izmantota lielo dzērveņu šķirne 'Stevens' – vidēji agrīna šķirne, veido daudz stīgu, intensīva dzinum augšana un šķirnes mazprasīgums augsnes ziņā paver iespējas to audzēt augsnēs ar zemu organisko vielu saturu, ogas ienākas septembra otrajā dekādē (Ripa, 1996). Pētījumā fenoloģiskās fāzes noteiktas, sākot ar veģetācijas perioda sākumu – lapu krāsas maiņu un jauno dzinum augšanu (pagarinās dzinumi): 1. fāze, ziedpumpuru briešana (pumpurs sāk uzbriest, lielākā daļa pumpuru vēl saglabā tumši sarkano krāsojumu); 2. fāze, ziedēšanas sākums (dzērveņu ziedi atveras, ziedlapiņas sāk uzlikties); 3. fāze, pilnzieds (zied 50% no kopīgā ziedu skaita); 4. fāze, ziedēšanas beigas (zied 5% no ziedu skaita); 5. fāze, ogu nogatavošanās (sēklas ogās krāsojas brūnas); 6. fāze (Workmaster, Palta, Roper, 1995). Fenoloģiskās fāzes sākums tiek reģistrēts, kad 5% augu stādījumā ir noteiktajā attīstības fāzē.

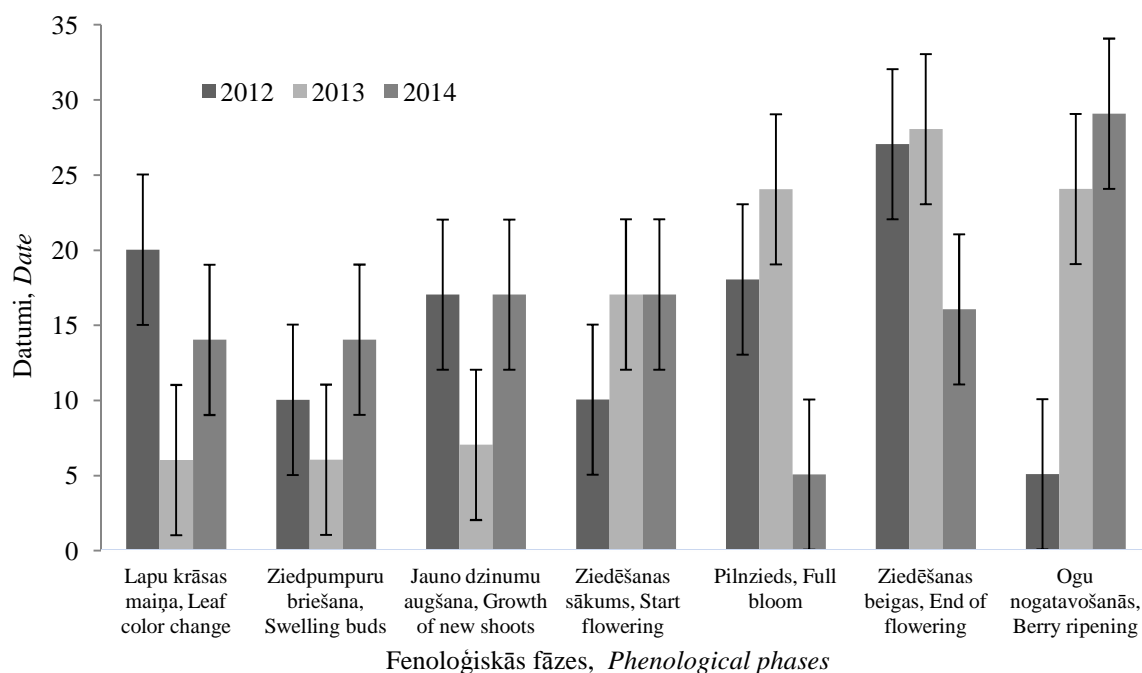
Izmēģinājuma laikā veikta meteoroloģisko datu (maksimālās un minimālās gaisa temperatūras) un nokrišņu uzskaitē, aprēķināta vidējā diennakts temperatūra, un uzskaitīts saules spīdēšanas ilgums (skat. tab.). Dati iegūti, izmantojot gaisa temperatūru reģistratoru *MicroLite USB*, kas ik pēc stundas veic digitālu datu reģistru, kā arī izmantoti Latvijas Vides ģeoloģijas un meteoroloģiskā centra dati. Laika apstākļi izmēģinājuma gados bija svārstīgi. Pētījuma pirmajā gadā (2012) dzērveņu veģetācijas sākumā pirms ziedēšanas fāzes (2. fāze) vidējā temperatūra bija 12.25°C, 2013. gadā tā bija augstāka par 8.21°C, 2014. gadā – par 3.59°C augstāka nekā pirmajā pētījuma gadā (2012). Arī saules spīdēšanas stundu skaits pa gadiem bija dažāds, 2012. –

10.52 stundas, 2013. gadā par 3% un 2014. – par 33.36% mazāk saules nekā 2012. gadā. Nokrišņu daudzums bija līdzīgs pirmajā (2.39 mm) un trešajā pētījuma gadā (2.17 mm), 2013. gadā nokrišņu bija par 45.18% mazāk nekā iepriekšējos gados.

Meteoroloģiskie apstākļi ziedēšanas fenoloģiskajās fāzēs (3.–5. fāze) bija mainīgi, vidējā gaisa temperatūra atšķīrās par 2 līdz 3 °C. Vidējais saules spīdēšanas stundu skaits ir līdzīgs (2012. – 8.32; 2013. – 8.65; 2014. – 8.90 stundas), pastāv minimāla tendence tām pieaugt ar katru gadu par vidēji 0.3 stundām. 2012. gadā bija lielākais vidējais nokrišņu daudzums 2.57 mm, ar katru gadu nokrišņi samazinājās: 2013. – 1.64 mm un 2014. – 0.36 mm dzērveņu ziedēšanas fenoloģiskajās fāzēs (3.–5. fāze). Pētījumu datu statistiskajai apstrādei lietota datorprogramma *MS Excel*. Rezultātu sakarību ciešuma noteikšanai izmantots korelācijas koeficients.

Rezultāti un diskusijas

Pētījuma trīs gadu (2012–2014) rezultāti parāda atšķirības dzērveņu ziedēšanas fenoloģisko fāžu norisē (Att.).



Att. Šķirnes 'Stevens' fenoloģiskās attīstības fāzes, 2012.–2014. gads.

Fig. The variety 'Stevens' phenological phases, 2012–2014.

Veģetācijas periods līdz ziedēšanas fāzei bija atšķirīgs starp gadiem, 2012. gadā – 52 dienas, 2013. – 66, 2014. gadā 76 dienas pirms ziedēšanas (3.–5. fāze). Šķirnei 'Stevens' 2012. gadā dzērveņu ziedēšanas sākums (3. fāze) ilgst līdz 8 dienām, nakts gaisa temperatūra (vidēji fāzē –10.5 °C) ir zema. Ziedi atveras lēni. Dzērveņu pilnziedā (7 dienas) atsevišķās naktīs (20.06. – 8 °C) temperatūra pazeminās, ir maz saules spīdēšanas stundu. Dzērveņu pilnziedā (4. fāze) 75% dienu ir nokrišņi (3.69 mm). Ziedēšanas beigās (6 dienas) atsevišķās naktīs temperatūra pazeminās zem 10 °C (3.07.–8.35 °C), lai gan dienā maksimālā temperatūra paaugstinās līdz 29.60 °C (30.06.), pieaug nokrišņu daudzums. 2013. gadā dzērveņu ziedēšanas sākums ir 7 dienas, pilnzieds – 7 dienas, ziedēšanas beigu fāze – 4 dienas. Ziedēšanas sākumā (3. fāze) meteoroloģiskie apstākļi ir līdzīgi 2012. gadam, bet pilnziedā – vidējā gaisa temperatūra ir 22.99 °C, nokrišņi – 0.69 mm. Ziedēšanas beigās (5. fāze) vidējā temperatūra pazeminās vidēji par 4 °C un palielinās nokrišņu daudzums līdz 3.45 mm. 2014. gads ir atšķirīgs, ziedēšana (3. fāze) sākas jūnija beigās (28.06) un ilgst 7 dienas, pilnzieds (4. fāze) un ziedēšanas beigu fāze (5. fāze) katra ilgst 7 dienas. Ziedēšana šķirnei 'Stevens' beidzas 16.07., taču atsevišķi ziedi vēl turpina ziedēt piecas dienas. Ziedēšanas sākumā daudz lietainu dienu un nakts temperatūra ir zem 10 °C.

Ziedēšanas beigās (5. fāze), pieaugot maksimālajai gaisa temperatūrai, samazinās fāzes norises ilgums (dienas). Trīs gadu pētījumos, neatkarīgi no meteoroloģiskajiem apstākļiem (gaisa temperatūras, saules spīdēšanas ilguma, nokrišņu daudzuma), pilnzieda laikā (4. fāze) norises ilgums bija vienāds (septiņas dienas).

Pēc savstarpējo sakarību aprēķināšanas var secināt, ka lieloģu dzērveņu ziedēšanas sākumu ietekmē maksimālā gaisa temperatūra šīs fāzes laikā ($r = -0.995$, $p < 0.05$), tas nozīmē, jo augstāka temperatūra, jo īsāks ziedēšanas sākuma laiks. Analizējot ziedēšanas sākuma fāzes saistību ar saules spīdēšanas ilgumu ($r = 0.513$, $p < 0.05$) un nokrišņu daudzumu ($r = 0.856$, $p < 0.05$), novērota vidēji cieša pozitīva korelācija. Tas liecina, ka saule un nokrišņi ietekmē ziedēšanas sākuma fāzi: atkarībā no intensitātes, tie kavē vai paātrina ziedēšanas norisi.

Ziedēšanas beigu fāzes ilgums, intensīvi spīdot saulei, samazinās, bet nokrišņiem bagātās dienās – palielinās: to apliecina datu matemātiskā analīze, uzrādot ciešu pozitīvu korelāciju ($r = 0.991$, $p < 0.05$). Analizējot maksimālās gaisa temperatūras ietekmi uz ziedēšanas beigu fāzes (5. fāze) norises ilgumu, konstatēts: jo tā augstāka, jo fāze norit ātrāk, veidojot vāji negatīvu korelāciju ($r = -0.136$, $p < 0.05$). Dzērveņu ziedēšanas fenoloģiskās fāzes ilgumu ietekmē vidējā gaisa temperatūra. Temperatūrai paaugstinoties, fāze noris ātrāk, matemātiski to apliecina vidēji cieša korelācija ($r = -0.427$, $p < 0.05$).

Gaisa temperatūras svārstību ietekmi uz dzērveņu ziedēšanu apliecina pētījums dienvidaustrumu Masačūsetsā. Dzērveņu komerciālajā purva stādījumā noskaidrots, ka dzērveņu augus ietekmē temperatūras izmaiņas. Gaisa temperatūras paaugstināšanās ziedēšanas laikā virs normas par $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ paātrina dzērveņu ziedēšanu par aptuveni 2 dienām (Ellwood *et al.*, 2013). Tas sakrīt ar šajā pētījumā iegūtajiem datiem, bet nepieciešams turpināt pētījumu, jo trīs gadu dati sniedz tikai ieskatu. Turpmākajos pētījumos nepieciešams arī analizēt efektīvo temperatūru summas ietekmi uz dzērveņu ziedēšanu.

Vairumam introducēto lieloģu dzērveņu šķirņu veģetācijas periods sākas maija otrajā dekādē – dzērvenes zied no jūnija vidus līdz jūlija otrajai dekādei. Parasti ziedēšanas beigas ilgst vienu nedēļu, turpretī atsevišķos gados tikai četras dienas. Pētījuma rezultāti apliecina dzērveņu ziedēšanas fāzes saistību ar meteoroloģiskajiem apstākļiem. Turpmākajos pētījumos nepieciešams analizēt citu Latvijā audzēto dzērveņu šķirņu meteoroloģiskās prasības. Tas sniegs iespēju prognozēt dzērveņu veģetatīvo un fenoloģisko fāzu attīstību.

Secinājumi

1. Meteoroloģiskie apstākļi, gaisa temperatūra, saules spīdēšanas ilgums un nokrišņu daudzums ietekmē dzērveņu šķirnes 'Stevens' ziedēšanas fenoloģiskās fāzes sākumu un beigas.
2. Gaisa temperatūra ziedēšanas sākumā veido ciešu negatīvu korelāciju ar maksimālo gaisa temperatūru, ietekmējot ziedēšanas sākuma laiku. Arī saules spīdēšanas ilgums un nokrišņu daudzums ietekmē fāzes norisi, novērota vidēji cieša korelācija.
3. Ziedēšanas fenoloģiskās fāzes ilgums atkarīgs no vidējās gaisa temperatūras, pastāv vidēji cieša negatīva korelācija.

Meteoroloģisko apstākļu uzskaitē dzērveņu ziedēšanas laikā 2012.–2014. gadā
Weather records per year during cranberry flowering 2012–2014

Gadi, Year	Attīstības fāzes, Phenological phase											
	2012				2013				2014			
	Rādītāji Indicator	pirms ziedēšanas before flowering	ziedēšana bloom			pirms ziedēšanas before flowering	ziedēšana bloom			pirms ziedēšanas before flowering	Ziedēšana bloom	
sākums beginning			piln zieds full bloom	beigas end	sākums beginning		piln zieds full bloom	bei- gas end	sākums beginning		piln zieds full bloom	bei- gas end
Maksimālā gaisa temperatūra, °C <i>Maximum temperature of the air</i>	16.43	23.57	24.04	26.25	29.22	27.44	32.60	29.08	23.45	27.00	33.03	29.26
Vidējā gaisa temperatūra, °C <i>Average temperature of the air</i>	12.25	17.50	17.85	18.85	20.46	18.44	22.99	21.00	15.84	18.60	23.67	20.98
Minimālā gaisa temperatūra, °C <i>Minimum temperature of the air</i>	7.22	10.71	11.79	10.8	12.32	9.04	12.51	15.05	9.01	13.70	14.33	13.72
Saules spīdēšanas ilgums, stundas <i>Sunshine hours</i>	10.52	11.43	6.41	7.10	10.18	11.31	9.90	4.73	7.01	4.50	14.47	7.72
Nokrišņi, mm <i>Precipitation</i>	2.39	1.53	3.26	2.92	1.31	0.79	0.69	3.45	2.17	0.00	0.00	1.08
Laika periods, dienas <i>Time period, days</i>	52	8	7	6	66	7	7	4	76	7	7	7

Izmantotā literatūra

1. Aasa A., Jaagus J., Ahas R., Sepp M. (2004). The influence of atmospheric circulation plant phenological phases in Central and Eastern Europe. *Royal Meteorological Society*. Vol. 24, p.1551–1564.
2. Āboliņš M., Liepniece M., Šterne D., Vilka L., Apenīte I., Sausserde R. (2012) *Lielogu dzērveņu audzēšana*. Rīga: Zvaigzne, 85 lpp.
3. Āboliņš M., Sausserde R., Liepniece M., Šterne D. (2009). Dzērveņu un krūmelleņu audzēšanas situācijas izpēte Latvijā. *Agronomijas vēstis*, 9.–13. lpp.
4. Alberts M., Brūns P., Grīnbergs U., Kreišmane Dz., Špats A., Tikuma B. (2012). Liela rādiusa sensoru lietošanas iespējas dzērveņu stādījumu pasargāšanai no salnām. *No: Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija*: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti (2012. gada 23.–24. februāris), Jelgava: LLU, 158.–162. lpp.
5. Degaetano A. T., Shulman M. D. (1987). A statistical evaluation of the relationship between cranberry yield in New Jersey and meteorological factors. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 40, p. 323–342.
6. Ellwood E. R., Playfair S. R., Polgar C. A., Primack R. B. (2013). Cranberry flowering times and climate change in southern Massachusetts. *Biometeorol*, Vol. 58 (7), p. 1693–7.
7. Franklin H. J., Cross C. E. (1948). Weather in relation to cranberry production and condition. *In: Bulletin – Massachusetts Agricultural Experiment Station*, p. 60.
8. Hopkins A. D. (1918). Periodical events and natural law as guides to agricultural research and practice. *Monthly Weather Review*, Vol. 9, p. 5–42.
9. Morzuch B. J., Kneip J., Smith D. C. (1983). An econometric approach to modeling the effects of weather and technology on cranberry yields. *In: Massachusetts Agricultural Experiment Station*, College of Food and Natural Resources, University of Massachusetts at Amherst, p. 26.
10. Ripa A. (1996). *Amerikas lielogu dzērvene*. Rīga : Latvijas Zinību biedrība. 75. lpp.
11. Schnelle F. (1955). *Pflanzen-Phänologie*. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig KG., 299 S.
12. Schwartz M. D. (2003). Phenoclimatic measures. Assessment of the onset of spring. *In: Phenology: An Integrative Environmental Science*, Kluwer Academic Publishers, p. 331–343
13. Workmaster B. A., Palta J. P., Roper T. R. (2014). Terminology for cranberry bud development and growth. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 23. okt.]. Pieejams: <http://longbeach.wsu.edu/cranberries/documents/terminologyforcranberrybuddevelopmentandgrowth.pdf>

LOPKOPĪBA

LATVIJAS TUMŠGALVES ŠĶIRNES JĒRU AUGŠANAS PAZĪMJU ANALĪZE LATVIA DARK HEAD BRED LAMBS GROWTH PARAMETER ANALYSIS

Dace Bārzdiņa, Daina Kairiša
LLU Agrobiotehnoloģijas institūts
dace.barzdina@llu.lv

Abstract. Sheep farming in Latvia experienced a positive development trend: the number of farms raising sheep and the total number of sheep recorded in them have increased recently. Meat and meat products are one of the main sources of protein in diet. Sheep meat is considered to be an ecologically clean product of high quality because natural ingredients are used in animals' nutrition. The aim of the research was to analyze the growth parameters and evaluate feed costs for fattening lambs. In 2014 sixty-nine male lambs of Latvian dark head breed were purchased and fattening results were tested. The 2nd experimental group lambs (25.7 kg) had the smallest live weight before starting fattening. Significant differences in live weight before starting fattening were observed in the 1st control, 2nd and 3rd experimental groups. The greatest increase in the average live weight per day was observed in the 2nd experimental groups of lambs (331.3 g). The greatest live weight before slaughter (50.8 kg) was found in the 3rd experimental group of lambs. The obtained results confirm that later generations of German Blackhead breed have preserved positive effects on the productive characteristics of meat.

Key words: live weight, Latvian dark head lambs, growth, feed costs.

Ievads

Latvijā pēdējo gadu laikā aitkopības nozarē vērojamas pozitīvas tendences: palielinās saimniecību skaits, kurās audzē aitas, un kopējais reģistrēto aitu skaits. Aitu skaita izmaiņas ietekmē pieaugošais pieprasījums pēc aitu gaļas gan vietējā, gan ārējā tirgū, kā arī dzīvu aitu eksports.

Aitkopji un ciltsdarba speciālisti Latvijā rūpīgi strādā pie aitu gaļas produktivitātes rādītāju uzlabošanas. Pamatā kā mātes šķirni audzē vietējās Latvijas tumšgalves (LT) šķirnes aitas. Pagājušajā gadsimtā, palielinoties pieprasījumam pēc jēra gaļas, Latvijā tika ievesti Vācijas melngalves (turpmāk tekstā VM), Il-de-Franc (IF) un Tekselas (T) šķirnes teķi, ar mērķi uzlabot LT šķirnes aitu produktivitāti. Veicot pētījumus par ātraudzības un gaļas īpašību uzlabošanu LT šķirnes aitām, pielietojot krustošana IF, VM un T šķirnes vaisliniekus, AS „Lopkopības izmēģinājumu stacija Latgale” ir secināts, ka līdz 8 mēnešu vecumam lielāku dzīvmasas pieaugumu diennaktī sasniedza jēri ar 50% T, 25% IF un tikai 25% LT šķirnes asinību, bet otru labāko rezultātu ieguva jēri ar 50% LT un 50% IF asinību. Jēri ar 50% LT un 50% VM asinību sasniedza par 13 g lielāku dzīvmasas pieaugumu diennaktī, salīdzinot ar LT tīršķirnes jēriem (Norvele, 1999). Veicot pētījumus par VM un IF šķirņu izmantošanas efektivitāti kvalitatīvu kaujamo jēru ieguvei, tika iegūti līdzīgi rezultāti (Kairiša, 2005). Abos pētījumos tika uzsvērti jēru barošanas nozīme ātraudzības nodrošināšanā, ko apstiprina arī zinātnieka Kristiāna Mendela pētījumos iegūtā zema vai vidēja iedzimstamība jēru dzīvmasas pieaugumam diennaktī ($h = 0.15-0.30$), tas norāda, ka galvenokārt šo pazīmi ietekmē ārējās vides faktori (Mendel, 2008).

Aitas (*Ovis aries*) ir atgremotājdzīvnieki, un tādēļ ir tipiski ganību dzīvnieki. Aitas slikti pārcieš vienus ēdināšanu. Ziemā aitu barības pamatā ir pēc botāniskā sastāva dažādā laikā ievākta, labas kvalitātes rupjā barība, bet vasarā dabīgo vai kultivēto ganību zelmenis.

Mūsdienās aitu ēdināšanas normās sabalansē 18–20 un vairāk barības vielu (Кормление ..., 2007), par svarīgāko norādot olbaltumvielas. Tās ir svarīgas muskuļu un kaulu attīstībai, ķermeņa uzturēšanai un dzīvmasas pieauguma ieguvei. Zema proteīna uzņemšana samazina aitām apetīti (Self-teaching ..., 1985). Aitu organisma funkciju nodrošināšanai nepieciešams un īpaši nozīmīgs ir spureklī nenoārdāmais proteīns, kā arī augsta proteīna un enerģijas attiecība (Flock nutritional ..., 2012). Spureklī sagremojamais proteīns tiek sintezēts ar tur esošo mikroorganismu palīdzību. Tie noārda uzņemto proteīnu no olbaltumvielām līdz bezproteīna slāpekļa vielām (Esads, 2000).

Prasības pēc enerģijas nodrošinājuma aitām atšķiras atkarībā no vides apstākļiem un ražošanas līmeņa. Enerģijas nepieciešamības izmaiņas ietekmē vecums, ķermeņa stāvoklis, vides apstākļi, slimības, parazīti un fizioloģiskais stāvoklis, piemēram, grūsnība vai laktācija (Essential Nutrient ..., 2013).

Enerģijas nepietiekamība aitām veidojas no barības trūkuma vai arī izmantojot barībai nekvalitatīvu lopbarību. Šādos apstākļos samazinās ķermeņa uzturei un produkcijas ražošanai nepieciešamo sastāvdaļu sintēze, izmainās sintezēto vielu sadalījums, īpaši mobilizējas ķermeņa tauku krājumu izmantošana (Esads, 2000).

Pēc jēru atšķiršanas no mātēm barības devai jābūt sabalansētai, lai tā nodrošinātu jēriem dzīvmasas pieaugumu no 180 g līdz 220 g dienā un vairāk. Šādu dzīvmasas pieaugumu var iegūt, barības devā iekļaujot kvalitatīvu zāles lopbarību un papildus izbarojot spēkbarību (Sheep nutrition ..., 2014).

Pētījuma mērķis bija analizēt Vācijas melngalves šķirnes ietekmi uz Latvijas tumšgalves šķirnes jēru gaļas produktivitāti raksturojošām pazīmēm.

Materiāli un metodes

Sadarbībā ar biedrību Latvijas Aitu audzētāju asociācija stacijā „Klimpas” 2014. gadā tika iepirkti un intensīvi nobaroti 69 vīriešu kārtas jēri. Nobarošanai iepirka 3–4 mēnešus vecus jērus un ievietoja pa 4 vienā aizgaldā. Tiem tika nodrošināti vienādi turēšanas un ēdināšanas apstākļi. Nobarošanu veica, līdz jēri sasniedza vismaz 40 kg dzīvmasu. Visā nobarošanas laikā reizi mēnesī tika kontrolēta jēru dzīvmasa, tos sverot ar elektroniskiem svariem.

Kombinētā spēkbarība un siens nobarojamiem jēriem bija pieejami neierobežoti, papildus nodrošināts sāls un minerālbarība. Ūdeni nodrošināja no automātiskām dzirdnēm. Jēru nobarošanai stacijā tiek iepirkta Vācijā ražota spēkbarība, tās cena 0.528 EUR kg⁻¹ (bez PVN), bet siens tiek sagatavots saimniecībā, iepirkuma cena 0.089 EUR kg⁻¹ (bez PVN).

Pēc siena ķīmisko analīžu rezultātiem varēja secināt, ka tam bija zems proteīna (8.57%), enerģijas (5.80 MJ kg⁻¹), kā arī minerālvielu saturs (Ca: 0.59%; P: 0.23%). Kvalitatīva siena 1 kg sausnai jā satur vismaz 16% proteīna, bet vidējas kvalitātes – vismaz 10% proteīna (Walberg, 2002).

Jēriem, atbilstoši intensīvas nobarošanas prasībām, bija nodrošināta kombinētā spēkbarība ar augstu kopproteīna (24.42%) un enerģijas (7.67 MJ kg⁻¹) saturu.

Iegūto rezultātu analīzei izveidoja 3 jēru grupas (1. tab.). Nobarošanas laikā tika uzskaitīta dzīvmasa, izmantotās spēkbarības un siena daudzums.

1. tabula *Table 1*

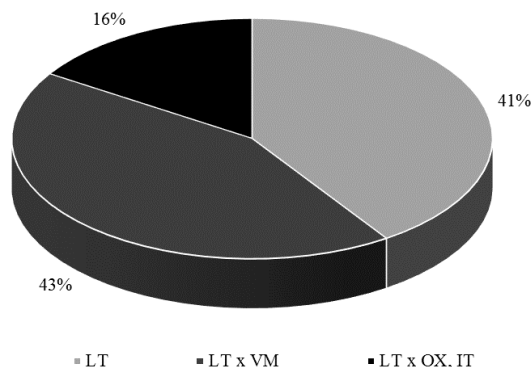
Pētījuma shēma
The research scheme

Pētījuma grupas <i>Research groups</i>	Jēra šķirne un tā asins piejaukums <i>The lambs breed and its blood adulterant</i>	Jēru skaits <i>The number of lambs</i>
1. kontroles <i>1st control</i>	LT 100% <i>LT 100%</i>	28
2. pētījuma <i>2nd research</i>	LT ar VM asiņu piejaukumu no 6.25% līdz 17.80% <i>LT with VM blood adulterant from 6.25% to 17.80%</i>	30
3. pētījuma <i>3rd research</i>	LT ar OX un IT asiņu piejaukumu no 6.25% līdz 15.60% <i>LT with OX and IT blood adulterant from 6.25% to 15.60%</i>	11

Pētījuma laikā iegūtie dati tika apstrādāti, izmantojot datu matemātiskās apstrādes metodes. Aprēķinātas uzskaitīto pazīmju vidējās vērtības, standartklūda un variācijas koeficients. Vidējo vērtību starpību būtiskums noteikts ar t-testu, bet faktoru ietekme – ar vienfaktora dispersijas analīzi. Starpību būtiskuma apzīmēšanai izmantoti latīņu alfabēta burti, kur a, b un c norāda uz starpību būtiskumu starp pētījuma grupām, bet A un B uz starpību starp pētījuma periodiem ($p \leq 0.05$).

Rezultāti un diskusijas

Visi iepirktie jēri bija Latvijas tumšgalves šķirnes, jo Vācijas melngalve, Oksforddaunas un Igaunijas tumšgalves šķirnes pēc Zemkopības Ministrijas apstiprinātās kārtības tiek iedalītas pirmajā radniecīgajā grupā (Kārtība aitū šķirnes ..., 2007). Pētījumā vislielākais skaits jēru – 30 (43%) bija iekļauti 2. pētījumu grupā (LT ar VM šķirnes asinību). Otru lielāko grupu veidoja tīršķirnes LT jēri – 28 (41%), bet mazākā (16%) bija jēru grupa ar LT, Oksforddaunas (OX) un Igaunijas tumšgalves (IT) šķirņu asinību (1. att.).



1. att. Iepirkto jēru procentuālais dalījums pēc asinības, %.
 Fig. 1. Percentage distribution of purchased lambs according to blood.

Iepērkot jērus no dažādām aitū audzēšanas saimniecībām, saskārāmies ar problēmu, ka jēri bija neizlīdzināti gan pēc dzīvmasas, gan pēc vecuma, jo katrā saimniecībā ir savs ēdināšanas un turēšanas veids. Līdz ar to vecums, uzsākot nobarošanu, kontroles un pētījuma grupām būtiski atšķīrās. Informācija par jēru vecumu un dzīvmasu, uzsākot nobarošanu, apkopota 2. tabulā.

2. tabula Table 2

Informācija par jēriem, uzsākot nobarošanu
 Lamb information before starting fattening

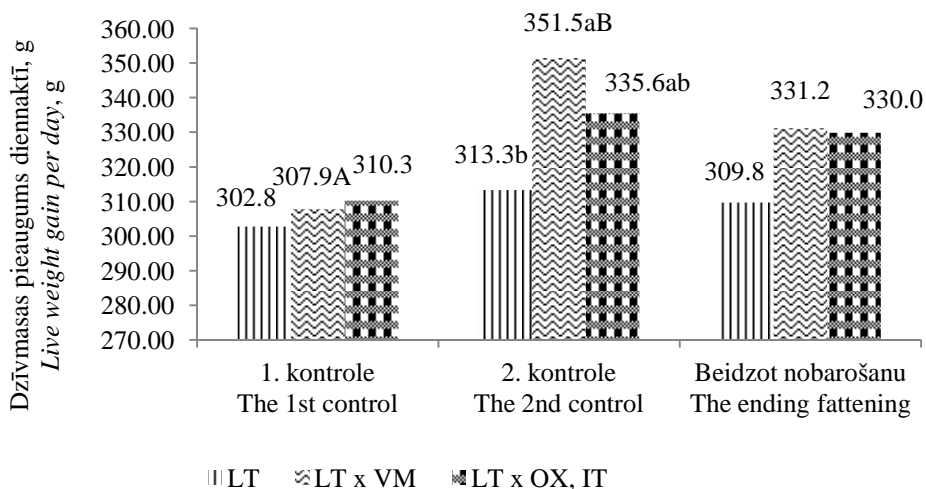
Pētījuma grupas Research groups	Vecums, uzsākot nobarošanu, dienas Age of lambs before starting fattening, days		Dzīvmasa, uzsākot nobarošanu, kg Live weight before starting fattening, kg	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %
1. kontroles 1 st control	105.1 ± 2.48 ^a	12.46	29.4 ± 0.75 ^a	13.56
2. pētījuma 2 nd research	96.2 ± 2.46 ^b	14.00	25.7 ± 0.75 ^b	15.98
3. pētījuma 3 rd research	95.6 ± 3.77 ^b	13.08	26.8 ± 1.30 ^b	16.16
Vidēji Average	99.8 ± 1.65	13.77	27.4 ± 0.53	16.03

^{a, b} p ≤ 0.05

Pēc iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka būtiski vecāki (105.1 diena), kā arī būtiski smagāki (29.4 kg), uzsākot nobarošanu, bija kontroles grupas (LT) jēri. Vērtēto pazīmju variācija visās grupās bija vidēja – no 12.46% līdz 16.16%. Pamatojoties uz Vācijā iegūtajiem jēru kontrolnobarošanas rezultātiem, var secināt, ka pētījumam iepirktie jēri bija vidēji par 4 nedēļām jeb 1 mēnesi vecāki (Mendel, 2008).

Viens no galvenajiem jēru ātraudzības rādītājiem ir dzīvnieka dzīvmasa konkrētā augšanas periodā. Izmantojot jēru svēršanas laikā iegūto dzīvmasu, tika aprēķināts vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī (2. att.), no kā var secināt, ka 1. nobarošanas periodā tas bija lielāks 3. pētījuma grupas jēriem (310.9 g). Dzīvmasas pieaugums diennaktī šajā periodā starp pētījuma grupu jēriem būtiski neatšķīrās. Pētījumos noskaidrots, ka visintensīvākā muskuļaudu augšana

nobarošanas laikā ir bijusi jēriem 3 līdz 4 mēnešu vecumā (Dobos, 2000), taču mūsu pētījumā vislielāko dzīvmasas pieaugumu diennaktī nobarojamie jēri sasniedza 120–130 dienu vecumā laikā no 1. līdz 2. kontrolei.



a;b:A $p \leq 0.05$

2. att. Vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī jēriem nobarošanas laikā, g.
 Fig. 2. Average lamb live weight gain per day during fattening, g.

Būtiski lielāku dzīvmasas pieaugumu diennaktī 2. nobarošanas periodā (2. kontrole) sasniedza 2. pētījuma grupas jēri (351.47 g). Starp šīs grupas jēru un 1. kontroles grupas jēru dzīvmasas pieaugumu diennaktī novērotas būtiskas atšķirības (+38.2 g, $p \leq 0.05$). Lielāko vidējo dzīvmasas pieaugumu diennaktī visā nobarošanas laikā ieguva 2. pētījuma grupas jēri (331.3 g), kas bija par 21.5 g ($p \leq 0.05$) lielāks nekā 1. kontroles grupas jēriem un par 1.3 g ($p \leq 0.05$) lielāks nekā 3. pētījumu grupas jēriem.

Veicot korelācijas analīzi starp jēru vecumu un sasniegto dzīvmasas pieaugumu diennaktī, novērojama vidēji cieša negatīva korelācija ($r = -0.44$), kas apstiprina jau iepriekš publicētos rezultātus, ka jēriem pēc 7 mēnešu vecuma samazinās dzīvmasas pieaugums diennaktī un to turpmākā nobarošana ir ekonomiski neizdevīga (Kairiša, 2005).

Lielā saimnieciskā nozīme jēru nobarošanā ir ātraudzībai, ko raksturo vecums, kurā jēri sasniedz plānoto realizācijas dzīvmasu, un augšanas ātrums, ko raksturo dzīvmasas pieaugums diennaktī. Jēru vidējie nobarošanas rezultāti apkopoti 3. tabulā.

3. tabula Table 3

Jēru vidējie nobarošanas rezultāti
 Average fattening results of lambs

Pētījuma grupas The research groups	Vecums, noslēdzot nobarošanu, dienas The age at the end of fattening, days		Nobarošanas ilgums, dienas The duration of fattening, days		Dzīvmasa pirms kaušanas, kg Live weight before slaughter, kg	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	V, %
1. kontroles 1 st control	183.8±4.06	11.70	67.7±2.45	19.16	48.3±0.70 ^b	7.62
2. pētījuma 2 nd research	176.6±3.43	10.65	69.4±2.13	16.83	47.3±0.90 ^b	10.40
3. pētījuma 3 rd research	185.6±5.83	10.42	77.9±4.33	18.45	50.8±1.26 ^a	8.21
Vidēji Average	180.9±2.42	11.12	70.0±1.56	18.49	48.2±0.53	9.19

a;b $p \leq 0.05$

Nobarošanas beigās vecākie bija 3. pētījuma grupas jēri (185.6 dienas), bet jaunākie – 2. pētījuma grupas jēri (176.6 dienas), starpība nav būtiska – vidēji 9 dienas. Nobarošanas periods ilga vidēji 70 dienas jeb 10 nedēļas, starp grupām netika novērotas būtiskas atšķirības nobarošanas ilgumā.

Lielāko dzīvmasu pēc 12 stundu badināšanas uzrādīja 3. pētījuma grupas jēri (50.8 kg), bet mazāko 2. pētījuma grupas jēri (47.3 kg). Starp grupām novērotas būtiskas atšķirības (-3.5 kg, $p \leq 0.05$)

Jēru nobarošanas laikā tika uzskaitīts silēs ieliktais spēkbarības un siena daudzums. Izmantojot uzskaitītos datus, ir aprēķināts dienā un viena kg dzīvmasas pieauguma ieguvei patērētais barības daudzums un izmaksas. Iegūtie rezultāti apkopoti 4. tabulā.

4. tabula *Table 4*

Vidējais barības patēriņš un izmaksas jēru nobarošanas laikā
Average feed consumption and fattening costs of lambs

Barības līdzeklis <i>Feed type</i>	Patērētā barība, kg <i>Consumed feed, kg</i>		Izmaksas, EUR <i>Costs, EUR</i>	
	dienā <i>per day</i>	1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei <i>per 1 kg of live weight gain</i>	dienā <i>per day</i>	1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei <i>per 1 kg of live weight gain</i>
Spēkbarība <i>Fodder</i>	1.46	4.70	0.59	2.48
Siens <i>Hay</i>	0.92	3.00	0.06	0.26

Jēru nobarošanas laikā vidēji dienā tika patērēti 1.46 kg spēkbarības un 0.92 kg siena. Spēkbarības izmaksas dienā bija 0.59 EUR, bet viena kg dzīvmasas pieauguma ieguvei 2.48 EUR, siena izmaksas attiecīgi 0.06 EUR un 0.26 EUR. Barības izmaksas kopā viena kg dzīvmasas pieauguma ieguvei – 2.73 EUR. Ņemot vērā stacijā iegūtos vaislas teķu pēcnācēju kontrolkaušanas rezultātus, kas LT šķirnes jēriem ir vidēji 43% kautiznākuma, var aprēķināt, ka 1 kg kautmasas ieguvei tiks izlietoti 6.37 EUR. Iegūtie rezultāti norāda, ka pie kautuvju piedāvātās iepirkuma cenas 4.50 EUR par kautmasas kg, saimniecībās, iepērkot dārgu kombinēto spēkbarību, jēru nobarošana būs ekonomiski neizdevīga. Tāpēc ir jāveic pētījumi par lētākas proteīnbagātas barības, piemēram, pupu, zirņu un lucernas, izmantošanu jēru nobarošanai.

Secinājumi

1. Mazākā dzīvmasa, uzsākot nobarošanu, bija Latvijas tumšgalves krustojuma jēriem ar Vācijas melngalves šķirni (LT×VM) (25.7 kg), bet būtiski vecākie un smagākie bija tīršķirnes Latvijas tumšgalves (LT) jēri.
2. Noslēdzot nobarošanu, būtiski lielāku dzīvmasu sasniedza Latvijas tumšgalves krustojuma jēri ar Oksforddaunas šķirni (LT×OX) – 50.8 kg, bet mazāko – LT×VM šķirņu krustojuma jēri – 47.3 kg, starpība 3.5 kg ($p \leq 0.05$).
3. Lielāko dzīvmasas pieaugumu diennaktī nobarošanas laikā ieguva LT×VM jēri – 331.3 g, kas bija par 21.5 g lielāks nekā LT jēriem ($p \leq 0.05$) un 1.3 g lielāks nekā LT×OX jēriem ($p \leq 0.05$).
4. Iegūtie rezultāti apstiprina, ka arī vēlākās paaudzēs Vācijas melngalves šķirnes pozitīvā ietekme uz gaļas produktīvajām īpašībām ir saglabājusies.

Izmantotā literatūra

1. Dobos G (2000). *Zeitgemässe Schafhaltung*. Lepold Stocker Verlag, Stuttgart, 185 S.
2. Esads P. (2000). *The role of protein supplementation in manipulation of body composition of lamb*. A thesis submitted in total fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. 148 p.
3. *Essential Nutrient Requirements of Sheep* (2013). New Mexico state university. [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. dec.]. Pieejams: <http://aces.nmsu.edu/newmexicosheep/essentialnutrientrequire.html>.
2. *Flock nutritional requirements* (2012). A Beginner's guide to raising sheep. [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. dec.]. Pieejams: <http://www.sheep101.info/201/nutritionreq.html>.

3. Kairiša D. (2005). *Kvalitatīvas jēru gaļas ieguves zinātniskais pamatojums Latvijā*. Promocijas darbs zinātniskā grāda ieguvei. Jelgava, 132 lpp.
4. *Kārtība aitū šķirnes noteikšanai un tās norādīšanai datu bāzē* (2007). Latvijas Republikas Zemkopības ministrija. [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. dec.]. Pieejams: <http://www.ldc.gov.lv/upload/doc/26.03.2007.Nr.14.pdf>
5. Mendel C. (2008). *Zucht. Praktische Schafhaltung*. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 25–46 S.
6. Norvele G. (1999). Ātraudzības un gaļas īpašību uzlabošana Latvijas tumšgalves aitām, pielietojot krustošanā Il-de-France, Vācijas melngalves un Tekselas šķirnes vaislas materiālu. *No: Latvijas Lauksaimniecības zinātniskie pamati*. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. 16.52–16.55. lpp.
7. *Self-teaching manual in hair sheep production* (1985). FAO Technical Cooperation Programme Project TCP/RLA/4402(T). [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. dec.]. Pieejams: <http://www.fao.org/docrep/009/ah651e/AH651E00.htm#Contents>.
8. *Sheep nutrition and feeding* (2014). Animal Nutrition Handbook. Section 16. [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. dec.]. Pieejams: <http://www.ag.auburn.edu/~chibale/an16sheepfeeding.pdf>.
9. Walberg M. L. (2002). *Alternative Feeds for Sheep*. Virginia – North Carolina [tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. dec.]. Pieejams: http://www.apsc.vt.edu/extension/sheep/programs/shepherds-symposium/2002/12_alternative_feeds.pdf
10. Кормление (2007). *Овцеводство*. [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. dec.]. Pieejams: <http://www.flok.vsau.ru/eat.php>.

SLAUCAMO GOVJU ĶERMEŅA KONDĪCIJAS IETEKME UZ PIENA PRODUKTIVITĀTI LAKTĀCIJĀ

BODY CONDITION SCORE INFLUENCE ON MILK YIELD PRODUCTIVITY IN LACTATION

Solvita Petrovska, Daina Jonkus

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultāte
solvitapetrovska@inbox.lv, daina.jonkus@llu.lv

Abstract. *Body condition score is an important factor affecting the metabolic process of dairy cows. If backfat thickness decreases, body condition score and live weight decrease as well. The research place was the Study and Research Farm "Vecauce". The data were collected from September 2013 to August 2014 from 16 primiparous and 14 multiparous cows. Body condition score and live weight were not significantly different. Lower values of body condition score and live weight were in primiparous group. Milk yield was greater in the 2nd recording in multiparous group (48.9 kg), but greater milk yield of primiparous cows was in the 3rd recording (38.0 kg). Milk yield was significantly different in the first five recordings ($p < 0.05$). Somatic cell count was greater in primiparous group mostly. Fat content was greater in the 1st recording in both groups (4.20% and 4.72%). Fat content was significantly different in the first three recordings ($p < 0.05$). Protein content was not significantly different, but it increased in the research period. Milk fat-protein ratio was not affected significantly by body condition score. Fat: protein ratio values were optimal only in the 1st recording (1.43 in group with body condition score less than 2.5 points and 1.33 in the group with body condition score more than 2.6 points). Fat: protein values in other recording were 0.98 – 1.15.*

Key words: *body condition score, dairy cows, fat: protein ratio.*

Ievads

Govs vielmaiņas procesi ietekmē gan ķermeņa kondīciju, gan govju produktivitāti laktācijas laikā. Mainoties zemādas tauku slānim, mainās arī ķermeņa kondīcija. Katrā laktācijas fāzē ir vēlama optimālā ķermeņa kondīcija. Ja tā ir pārāk zema vai lielāka par optimālo vērtību, tiek ietekmēta gan piena produktivitāte, gan reprodukcijas spējas. Ķermeņa kondīcija cietsāves periodā un atnesoties ir saistīta ar ķermeņa kondīciju visā laktācijas laikā. Govis ar zemāku ķermeņa kondīciju atnesoties uzrāda zemāku kondīcijas vērtību visā laktācijas laikā (Bernabucci

et al., 2005). Zinātnieku pētījumos noskaidrots, ka Holšteinas šķirnes teles, kuru ķermeņa kondīcija bija lielāka par 3.55 punktiem, neuzrādīja augstāku produktivitāti, tas ļāva secināt, ka telēm optimālā ķermeņa kondīcija ir 3.0–3.5 punkti un vidējā optimālā dzīvmasa ap 660 kg (Hoffman, 1997). Kopumā liellopiem kā ekstremālas ķermeņa kondīcijas vērtības tiek uzskatītas tās, kuras ir mazākas par 2.5 punktiem un lielākas par 4.0 punktiem. Govīm cietstāves periodā ķermeņa kondīcija nedrīkstētu pārsniegt 3.5 punktus, bet optimālā vērtība atnesoties ir 2.75 līdz 3.25 punkti (Burkholder, 2000). S. Lokers ar kolēģiem atklāja, ka palielinoties ķermeņa kondīcijai, samazinās piena izslaukums un vērojama tendence, ka palielinās piena tauku un olbaltumvielu saturs (novērota pozitīva korelācija), taču starp ķermeņa kondīciju un tauku un olbaltumvielu attiecību novērota vāja negatīva korelācija ($r_p = -0.12$), kas ļauj secināt, ka govīm ar augstāku ķermeņa kondīciju vērojama neliela tauku un olbaltumvielu vērtības samazināšanās (Loker *et al.*, 2012).

Pētījuma mērķis bija analizēt slaucamo govju ķermeņa kondīciju laktācijas pirmajā fāzē un vērtēt tās ietekmi uz piena produktivitāti laktācijā.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts LLU mācību un pētījumu saimniecībā „Vecauce”. Dati analizēti par 16 pirmpienēm un 14 vecāko laktāciju govīm, kuras atnesās un noslēdza standartlaktāciju no 2013. gada septembra līdz 2014. gada augustam. Govis tika turētas vienādos apstākļos, ēdinātas ar pilnīgi samaisīto barības devu, slauktas trīs reizes dienā laktācijas sākumā (līdz 100. laktācijas dienai), bet pārējo laktācijas laiku divas reizes dienā.

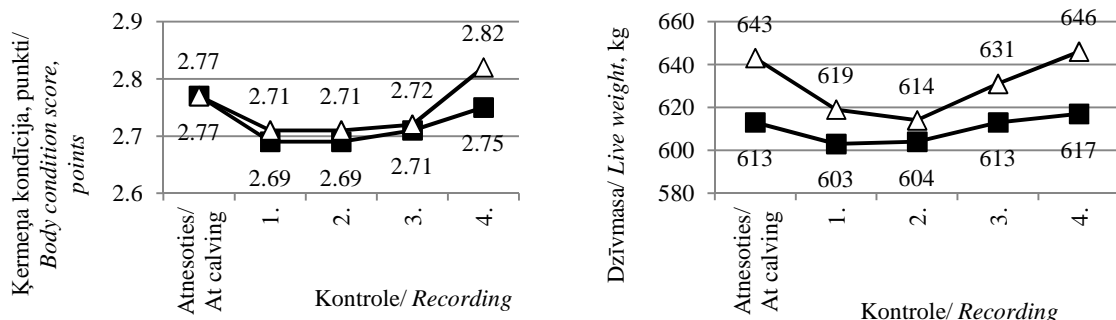
Govju izslaukums, tauku un olbaltumvielu saturs pienā iegūts no pārraudzības rezultātiem, analizējot datus par standarta laktāciju. Dzīvmasa tika noteikta, izmantojot īpašu mērlenti ar dzīvmasas vērtībām. Ķermeņa kondīcija tika vērtēta vizuāli 5 punktu sistēmā. Dzīvmasa un ķermeņa kondīcija noteikta atnesoties un pārraudzības kontroles dienā pirmajās četrās kontrolēs. Pirmā kontrole vidēji veikta 18. laktācijas dienā, bet katra nākamā ik pēc 30 dienām. Analizēti dati par 10 pārraudzības kontrolēm. Lai noskaidrotu ķermeņa kondīcijas ietekmi uz piena produktivitāti, govīs tika sadalītas pēc ķermeņa kondīcijas atnesoties divās grupās: 1. – ≤ 2.5 ($n=11$) un 2. – ≥ 2.75 ($n=19$) punktiem. Analizēta ķermeņa kondīcijas ietekme uz izslaukumu un tauku un olbaltumvielu attiecību.

Lai noteiktu būtiskās atšķirības starp pētījuma grupām, izmantots t-tests ar būtiskuma līmeni 0.05. Izmantotas *SPSS* un *MS Excel* programmas.

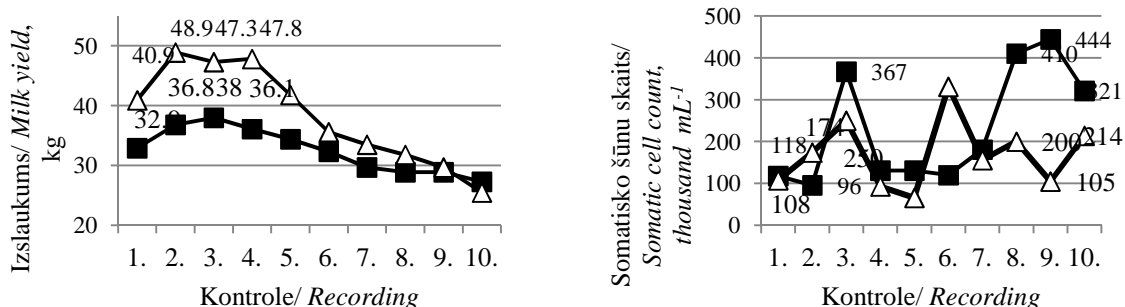
Rezultāti un diskusijas

Ķermeņa kondīcijas izmaiņas atspoguļo zemādas tauku slāņa izmaiņas, kā rezultātā mainās arī dzīvmasa. Atnesoties ķermeņa kondīcija gan pirmpienēm, gan vecāko laktāciju govīm bija 2.77 punkti. Pirmpienēm varēja novērot lielāku kondīcijas samazinājumu 1. un 2. kontrolē, kad vidējais kondīcijas vērtējums bija 2.69 punkti. Turpmākajās kontrolēs vērojama pakāpeniska kondīcijas vērtējuma palielināšanās līdz 2.75 punktiem. Vecāko laktāciju govīm vērojamas līdzīgas kondīcijas vērtējuma izmaiņas pirmajās trijās kontrolēs, bet 4. kontrolē vērtējums palielinājās līdz 2.82 punktiem. Līdzīga tendence vērojama arī dzīvmasas izmaiņām laktācijas pirmajā fāzē. Zemākā dzīvmasa novērota pirmpienēm, kas atnesoties bija 613 kg, bet 1. kontrolē tā samazinājās līdz 603 kg. Vecāko laktāciju govīm atnesoties, dzīvmasa vidēji bija 643 kg (1. att.).

Analizējot izslaukumu un enerģētiski korigētā piena daudzumu, varēja novērot tendenci, ka būtiski zemāki rādītāji bija pirmpienēm. Augstākais izslaukums gan pirmpienēm, gan vecāku laktāciju govīm bija no 2. līdz 4. kontrolei. Pirmpienēm augstākais izslaukums bija 38.0 kg, bet vecāko laktāciju govīm 48.9 kg. Pirmajās piecās kontrolēs gan pirmpienēm, gan vecāku laktāciju govīm izslaukums bija būtiski lielāks nekā turpmākajos laktācijas mēnešos ($p < 0.05$). Somatisko šūnu skaitu palielinājumu daži zinātnieki novēroja laktācijas sākumā, bet vēlāk veselām govīm somatisko šūnu skaits samazinās (Dohoo, Meek, 1982). Mūsu pētījumā novērots, ka šādas tendences nav. Augstāks somatisko šūnu skaits vairākumā kontroļu bija pirmpienēm. Laktācijas sākumā augstākais tas bija trešajā kontrolē (pirmpienēm 367, bet vecāko laktāciju govīm 250 tūkst mL^{-1}). Pēdējās kontrolēs somatisko šūnu skaits palielinājās pirmpienēm, sasniedzot pat 444 tūkst. mL^{-1} . Neveicot padziļinātu cēloņu meklēšanu un analīzi, nevar nosaukt konkrētu iemeslu, kas varētu būt izraisījis tik izteiktas somatisko šūnu skaita svārstības. Tie varētu būt gan ārējas vides faktori, dažādi stresori, gan arī kāda dzīvnieka saslimšana (2. att.).



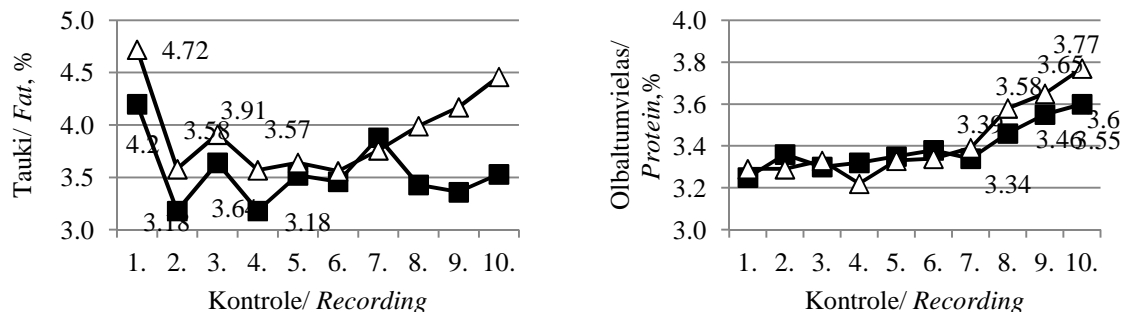
1. att. Ķermeņa kondīcijas un dzīvmasas izmaiņas laktācijas sākumā:
 ■ pirmpienes *primiparous*; Δ vecāko laktāciju govīs *multiparous*.
 Fig. 1. Changes of body condition score and live weight in early lactation stage.



2. att. Izslaukuma un somatisko šūnu skaita izmaiņas laktācijā:
 ■ pirmpienes *primiparous*; Δ vecāko laktāciju govīs *multiparous*.
 Fig. 2. Changes of milk yield and somatic cell count in lactation.

Būtiski augstāks tauku saturs abu vecuma grupu govīm bija pirmajā un pēdējās divās kontrolēs ($p < 0.05$). Pirmajā kontrolē pirmpienēm tas bija 4.20%, bet vecāko laktāciju govīm 4.72%. Zemākais tauku saturs gan pirmpienēm, gan vecāko laktāciju govīm bija no 2. līdz 6. kontrolei, tas ir laikā, kad bija augstākais izslaukums. Pēdējās trijās kontrolēs vecāko laktāciju govīm tauku saturs palielinājās, bet pirmpienēm – samazinājās 8. un 9. kontrolē, bet 10. kontrolē nedaudz palielinājās. Šādas tauku satura izmaiņas pirmpienēm var skaidrot ar to, ka atsevišķiem dzīvniekiem kādā no pārraudzības kontrolēm, piemēram, 7. kontrolē, bija paaugstināts tauku saturs.

Olbaltumvielu saturs būtiski neatšķīrās starp pētījuma grupām, taču varēja novērot tendenci, ka olbaltumvielu saturs straujāk palielinājās pēc 7. kontroles.



3. att. Tauku un olbaltumvielu satura izmaiņas laktācijā:
 ■ pirmpienes *primiparous*; Δ vecāko laktāciju govīs *multiparous*.
 Fig. 3. Changes of fat and protein content in lactation.

Saskaņā ar zinātnieku pētījumiem visaugstāko izslaukumu govīs sasniedz no 50. līdz 70. laktācijas dienai. Šajā periodā piena tauku un olbaltumvielu saturs samazinās (Roche *et al.*, 2006). Mūsu pētījumā augstākais izslaukums bija no 2. līdz 4. kontrolei, kas vidēji bija no 48. līdz 108. dienai.

Vērtējot izslaukumu un tauku olbaltumvielu attiecību atkarībā no ķermeņa kondīcijas vērtējuma atnesoties (Tab.), noskaidrojām, ka gan izslaukums, gan tauku un olbaltumvielu attiecība būtiski neatšķīrās. Izslaukums pirmajās trijās kontrolēs augstāks bija govju grupai, kuru ķermeņa kondīcija atnesoties bija ≥ 2.75 punkti. Trešajā kontrolē bija augstākais izslaukums šajā pētījuma grupā – 42.8 ± 1.86 kg. Savukārt pētījuma grupā ar ķermeņa kondīciju līdz 2.5 punktiem augstākais izslaukums bija ceturtajā kontrolē – 43.3 ± 2.92 kg. Sākot ar ceturto kontroli, šī pētījuma grupa uzrādīja augstākas izslaukuma vērtības. Līdzīgu tendenci savā pētījumā atklājuši Čehijas zinātnieki (Jílek *et al.*, 2008).

Tabula Table

Izslaukums un tauku un olbaltumvielu attiecība atkarībā no ķermeņa kondīcijas atnesoties
Milk yield and fat-protein ratio according by body condition score at calving

Kontrole Recordig	Kondīcijas vērtējums <i>Body condition score</i>			
	≤ 2.5 (n=11)		≥ 2.75 (n=19)	
	Izslaukums <i>Milk yield</i> , kg	T:O	Izslaukums <i>Milk yield</i> , kg	T:O
1.	35.4 ± 1.66	1.43 ± 0.04	37.3 ± 1.91	1.33 ± 0.05
2.	42.1 ± 2.88	0.98 ± 0.06	42.6 ± 2.17	1.04 ± 0.03
3.	41.6 ± 2.54	1.15 ± 0.07	42.8 ± 1.86	1.14 ± 0.06
4.	43.3 ± 2.92	0.99 ± 0.05	40.6 ± 2.39	1.05 ± 0.05
5.	40.3 ± 2.37	1.02 ± 0.06	36.4 ± 2.04	1.10 ± 0.06
6.	36.7 ± 1.96	1.08 ± 0.07	32.2 ± 1.75	1.03 ± 0.04
7.	33.7 ± 2.25	1.09 ± 0.04	30.2 ± 1.44	1.17 ± 0.08
8.	32.7 ± 1.82	0.97 ± 0.06	28.8 ± 1.36	1.09 ± 0.05
9.	30.6 ± 1.80	1.06 ± 0.06	28.2 ± 1.39	1.01 ± 0.06
10.	28.2 ± 1.82	1.05 ± 0.04	24.6 ± 1.84	1.09 ± 0.07

Novērojām, ka govju grupai ar kondīciju līdz 2.5 punktiem bija lielākas svārstības tauku un olbaltumvielu attiecībai. Kā norāda zinātnieki, pirmajā laktācijas nedēļā tauku un olbaltumvielu attiecība var būt pat 1.6, bet pirmajās četrās laktācijas nedēļās tā var samazināties līdz 1.2. Zinātnieki norāda, ka zemākā attiecība ir 7. laktācijas nedēļā, kad tā var samazināties pat līdz 1.08 (Ducháček *et al.*, 2012).

Mūsu pētījumā zemākā tauku un olbaltumvielu attiecība bija 0.98, kas tika novērota 2. kontrolē govīm, kuru ķermeņa kondīcijas vērtējums bija < 2.5 punktiem. Pirmajā kontrolē tauku un olbaltumvielu attiecība abām pētījuma grupām bija optimālās robežās (1.43 un 1.33). Laktācijas sākuma posmā samazināto tauku un olbaltumvielu attiecību var skaidrot ar to, ka samazinās tauku saturs pienā, bet olbaltumvielu saturam nenovēro tik lielu samazinājumu.

Laktācijas laikā mainās savstarpējā korelācija starp ķermeņa kondīciju un tauku un olbaltumvielu attiecību. Līdz 125. laktācijas dienai šī korelācija ir negatīva. No 125. laktācijas dienas līdz 275. laktācijas dienai šo pazīmju savstarpējā sakarība ir pozitīva, taču laktācijas beigās tā atkal kļūst negatīva. Laktācijas sākumā govīs, ja ar barību netiek uzņemts pietiekami daudz enerģijas, pārsvarā izmanto enerģiju tikai no taukaudiem, līdz ar to samazinās arī piena tauku saturs, bet vēlākā laktācijas laikā, ja negatīvā enerģijas bilance turpinās, tiek mobilizētas arī olbaltumvielu rezerves (Loker *et al.*, 2012). Katrā laktācijas posmā mainās vielmaiņas procesi dzīvnieka organismā, kas arī nosaka, kādas savstarpējās sakarības pastāv starp dažādiem rādītājiem.

Vecāko laktāciju govīs saskaņā ar zinātnieku pētījumiem uzrāda augstāku tauku un olbaltumvielu attiecību, taču šī attiecība var variēt no 1.10 līdz 1.20. Laktācijas sākumā (līdz 60. laktācijas dienai) starp ķermeņa kondīciju pastāv ciešāka korelācija ($r=0.23$), bet visā laktācijas laikā korelācija starp šiem rādītājiem ir vāja ($r=0.08$). Tas ļauj secināt, ka ķermeņa kondīcija piena produktivitāti vairāk ietekmē laktācijas sākumā, bet vēlākā laktācijas posmā to ietekmē citi apstākļi – ēdināšana u. c. (McParland *et al.*, 2011). Zinātnieki dažādos pētījumos nosauc dažādas

tauku un olbaltumvielu attiecības. Vienā no šādiem pētījumiem kā optimālā tauku un olbaltumvielu attiecība tiek minēta 1.2 līdz 1.4. Ja šī attiecība ir mazāka par 1.2, tas liecina par subklīnisko acidozi, bet ja lielāka, par subklīnisko ketozi (Čejna, Chládek, 2005). Mūsu pētījuma rezultāti liecina, ka govīm varētu būt palielināts risks saslimt ar acidozi. Lai novērstu šādu situāciju, būtu nepieciešams vispirms izvērtēt ēdināšanu.

Secinājumi

1. Vidējā ķermeņa kondīcija atnesoties gan pirmpienēm, gan vecāku laktāciju govīm bija 2.77 punkti, bet laktācijas laikā zemāku kondīcijas vērtējumu uzrādīja pirmpienes. Pirmpienēm atnesoties, dzīvmasa bija mazāka nekā vecāku laktāciju govīm (attiecīgi 613 kg un 643 kg) un šāda tendence saglabājās laktācijas pirmajā fāzē.
2. Vecāko laktāciju govīs augstāko izslaukumu uzrādīja otrajā kontrolē – 48.9 kg, savukārt pirmpienes trešajā kontrolē – 38.0 kg. Izslaukums būtiski atšķīrās pirmajās piecās kontrolēs ($p < 0.05$).
3. Augstāko tauku saturu novēroja pirmajā kontrolē gan pirmpienēm, gan vecāko laktāciju govīm – attiecīgi 4.20% un 4.72% ($p < 0.05$). Olbaltumvielu saturs pienā laktācijas pirmajā fāzē būtiski neatšķīrās abu vecuma grupu govīm.
4. Netika novērota ķermeņa kondīcijas būtiska ietekme uz tauku un olbaltumvielu attiecību, taču varēja novērot to, ka govīm ar kondīcijas vērtējumu 2.5 punkti un mazāk laktācijas laikā bija lielākas tauku un olbaltumvielu attiecības svārstības.

Izmantotā literatūra

1. Bernabucci U., Ronchi B., Lacetera N., Nardone A. (2005). Influence of Body Condition Score on Relationships between Metabolic Status and Oxidative Stress in Periparturient Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 88, p. 2017–2026.
2. Burkholder W. J. (2000). Use of body condition scores in clinical assessment of the provision of optimal nutrition. *Vet Med Today: Timely Topics in Nutrition*, Vol. 217, p. 650–654.
3. Čejna V., Chládek G. (2005). The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in Holstein cows during lactation. *Journal of Central European Agriculture*, Vol.6, p. 539–546.
4. Dohoo I. R., Meek A. H. (1982). Somatic cell count in bovine milk. *Canadian Veterinary Journal*, Vol. 23, p. 119–125.
5. Ducháček J., Vacek M., Stádník L., Beran J., Okrouhlá M. (2012). Changes in milk fatty acid composition in relation to indicators of energy balance in Holstein cows. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 21. okt.]. Pieejams: <http://acta.mendelu.cz/pdf/actaun201260010029.pdf>
6. Hoffman P. C. (1997). Optimum body size of Holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science*, Vol. 75, p. 836–845.
7. Jílek F., Pytloun P., Kubešová M., Štípková M., Bouška J., Volek J., Frelich J., Rajmon R. (2008). Relationships among body condition score, milk yield and reproduction in Czech Fleckvieh cows. *Czech Journal of Animal Science*, Vol. 53, p. 357–367.
8. Loker S., Bastin C., Miglior F., Sewalem A., Scheaffer L. R., Jamrozik J., Ali A., Osbornell V. (2012). Genetic and environmental relationships between body condition score and milk production traits in Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, Vol 95, p. 410–419.
9. McParland S., Bonos G., Wall E., Coffey M. P., Soyeurt H., Veerkamp R. F., Berry D. P. (2011). The use of mid-infrared spectrometry to predict body energy status of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 94, p. 3651–3661.
10. Roche J. R., Berry D. P., Kolver E. S. (2006). Holstein-Friesian Strain and Feed Effects on Milk production, Body Weight, and Body Condition Score Profiles in Grazing Dairy Cows. *Journal of dairy Science*, Vol. 89, p. 3532–3543.

SLAUCAMO GOVJU PRODUKTIVITĀTE UN PIENA KVALITĀTE ATKARĪBĀ NO CIETSTĀVES PERIODA GARUMA

THE EFFECT OF DRY PERIOD LENGTH ON DAIRY COW PRODUCTIVITY AND MILK QUALITY

Lāsma Cielava^{1,2}, Daina Jonkus², Līga Paura²

¹Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, ²Latvijas Lauksaimniecības universitāte
lasma.cielava@lkc.lv

Abstract. A dry period is the main factor affecting cow udder health and milk productivity in the next lactation. The aim of this study was to assess how the length of a dry period affects the productivity and milk quality of dairy cows. In this study the data of the Agricultural Data Centre on 84 dairy cows (34 Latvian brown and 50 Holstein black and white cows) from one farm were used, which had at least 4th lactation. The data regarding the dry period length was distributed in 3 different groups. The highest milk yield in the next lactation – 6801.2 kg – was obtained from cows with the average dry period length of 53.9 days. Milk productivity gradually increased until the 4th lactation in cows with average first dry period length of 64.6 days. The highest milk fat and protein content was from cows with the first dry period length of 0–20 days. The highest milk fat and protein content (4.16% and 3.45%) was obtained in cow group where the first dry period was shorter than 45 days. In this cow group the tendency was evident until the 4th lactation.

Key words: dry period, milk productivity and quality

Ievads

Cietstāves perioda garums ir viens no nozīmīgākajiem saimniecības atražošanas rādītājiem. Tā laikā norit intensīva augļa augšana, govys sagatavošana nākamajai laktācijai, kā arī cietstāves periods tiek izmantots, lai ārstētu slaucamās govys no dažādām tesmeņa saslimšanām.

Cietstāves perioda garums ir atkarīgs no dažādiem ārējās vides faktoriem – ēdināšanas, turēšanas apstākļiem, kā arī no govju fizioloģiskā stāvokļa, veselības un piena produktivitātes un mazāk no iedzimstamības (Ayied, 2011).

Palielinot cietstāves perioda garumu, samazinās slaukšanas dienu skaits gadā, kā arī saimniecībā iegūtā piena produktivitāte no vienas slaucamās govys, turklāt, ja cietstāves periods ir bijis pagarināts pirmajā laktācijā, arī nākamajās laktācijās tam ir tendence būt garākam nekā ieteicamās 45–60 dienas (Sewalem, 2000; Sorensen, 1991).

Lauksaimniecības datu centrā apkopotā informācija liecina, ka Latvijā vidējais cietstāves perioda garums no 69 dienām 2002. gadā ir samazinājies līdz 63 dienām 2013. gadā. Šāds cietstāves perioda garums ir atbilstošs govys fizioloģiskajam ciklam, tomēr, veicot piena pārraudzību, kā optimālais rādītājs tiek ieteiktas 45 dienas. ASV vadošie pētnieki ir noskaidrojuši, ka slaucamajām govīm ir nepieciešams tieši šāds laika periods, lai pilnībā atjaunotos tesmeņa dziedzerādi (Kuhn *et al.*, 2007).

Latvijā cietstāves perioda garums kā piena produktivitāti un govju veselību ietekmējošs faktors pēdējos gados netiek plaši pētīts, tomēr Eiropā un pasaulē ir veikti pētījumi, lai skaidrotu šī faktora ietekmi uz slaucamo govju piena produktivitāti.

Pētījuma mērķis bija skaidrot cietstāves perioda garuma ietekmi uz slaucamo govju izslaukumu un piena sastāvu.

Materiāli un metodes

Pētījumā tika izmantoti dati par 84 Latvijas brūnās (34 govys) un Holšteinas melnraibās (50 govys) šķirnes govīm, kas noslēgušas vismaz ceturto laktāciju. Visas pētījumā iekļautās govys atradās vienā saimniecībā Tērvetes novadā. Pētījuma datubāze veidota, izmantojot Lauksaimniecības datu centrā apkopoto informāciju par slaucamo govju:

- vecumu;
- izslaukumu, kg;
- piena tauku un olbaltumvielu saturu;
- cietlaišanas datumu;
- atnešanās datumu.

Lai noteiktu govju izslaukuma izmaiņas pa laktācijām, izslaukums 2. laktācijā pieņemts par 100%. Cietstāves perioda ietekme uz piena produktivitātes pazīmēm noteikta ar *Bonferroni* testu.

Būtiskās atšķirības atzīmētas ar dažādiem alfabēta burtiem ($p < 0.05$). Datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot aprakstošās statistikas rādītājus.

Cietstāves perioda garuma ietekme uz piena produktivitāti noteikta ar vienfaktora dispersijas analīzi, izveidojot trīs grupas atkarībā no cietstāves perioda garuma starp 1. un 2. laktāciju (1. tab.).

1. tabula *Table 1*

Govju skaits dažādās cietstāves perioda grupās
The number of the cows in different dry period groups

Grupa <i>Group</i>	Cietstāves perioda garums, dienas <i>Length of dry period, days</i>	Govju skaits <i>Cow count</i>
1	0–45	9
2	46–60	55
3	>61	20

Datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot IBM SPSS 20.0 datu apstrādes paketi.

Rezultāti un diskusijas

Saimniecībā esošajām govīm vidējais izslaukums otrajā laktācijā bija 6712.8 kg un nākamajās laktācijās izslaukumam bija tendence palielināties, augstāko izslaukumu 7733.8 kg sasniedzot 4. laktācijā. Slaucamo govju vidējie piena produktivitātes rādītāji aplūkojami 2. tabulā.

2. tabula *Table 2*

Slaucamo govju vidējā piena produktivitāte un cietstāves periods dažādās laktācijās
Average milk productivity in different lactations

Pazīmes <i>Traits</i>	Laktācijas <i>Lactations</i>		
	2.	3.	4.
Izslaukums <i>Milk yield, kg</i>	6712.8 ± 154.24	7456.9 ± 142.98	7733.8 ± 175.32
Piena tauku saturs <i>Milk fat content, %</i>	4.28 ± 0.05	4.19 ± 0.05	4.02 ± 0.05
Piena olbaltumvielas <i>Milk protein, %</i>	3.29 ± 0.02	3.28 ± 0.02	3.32 ± 0.03
Cietstāves perioda garums, dienas <i>Length of dry period, days</i>	54.2 ± 1.16	55.6 ± 1.33	53.3 ± 2.06

Piena tauki saimniecībā esošajām govīm, palielinoties to vecumam, pakāpeniski samazinās, tomēr piena olbaltumvielām ir tendence pakāpeniski palielināties. Cietstāves periods kā faktors būtiski ietekmē piena produktivitāti ne tikai nākamajā laktācijā, bet arī vēlākos dzīves posmos, turklāt pētījumos noskaidrots, ka pirmā cietstāves perioda garums būtiski ietekmē cietstāves perioda garumu arī vēlākās laktācijās (Sorensen *et al.*, 1991; Lefebvre, 2012). Vidējais cietstāves periods slaucamajām govīm visgarākais ir no otrās uz trešo laktāciju (55.6 dienas), bet īsākais no trešās uz ceturto laktāciju (53.3 dienas).

Vidējā piena produktivitāte atkarībā no cietstāves perioda garuma apkopota 3. tabulā.

Analizējot piena produktivitāti otrajā laktācijā atkarībā no cietstāves perioda garuma, iezīmējās tendence augstāko izslaukumu (6801.2 kg) iegūt no 2. grupas govīm, kam cietstāves periods bija 46–60 dienas jeb vidēji 53.9 dienas garš. Arī nākamajā laktācijā augstākais izslaukums iegūts no šīs grupas govīm (7595.1 kg), tomēr ceturtajā laktācijā augstāko izslaukumu (8308.3 kg) ieguva no pirmās grupas govīm, kam cietstāves periods starp trešo un ceturto laktāciju bija vidēji 53.9 dienas. Polijā veikta pētījumā noskaidrots, ka augstākā produktivitāte nākamajā laktācijā ir iegūta no govīm, kam cietstāves periods bija 61–91 dienu garš (Weglarzy, 2009).

Stabilākais cietstāves periods bija 2. grupas govīm, jo arī starp otro un trešo un trešo – ceturto laktāciju cietstāves perioda garums būtiski neatšķīrās un bija no 52.9 līdz 53.9 dienām. Turpretī pirmās grupas govīm, kurām starp pirmo un otro laktāciju bija īsākais cietstāves periods (32.8 dienas), nākamajās laktācijās tas bija būtiski ($p < 0.05$) garāks (attiecīgi 59.6 un 53.9 dienas).

Govīm, kurām bija garākais cietstāves periods starp pirmo un otro laktāciju (64.6 dienas), ar katru nākamo laktāciju tas saīsinājās (attiecīgi 58.4 un 53.7 dienas).

No iegūtajiem rezultātiem varam secināt, ka cietstāves periods no laktācijas uz laktāciju mainās, un govīm, kurām pirmais cietstāves periods bija īsākais vai garākais, līdzīgu tendenci nenovērojām nākamajos cietstāves periodos.

3. tabula Table 3

Vidējais izslaukums atkarībā no cietstāves perioda garuma
Average milk yield depending of the length of dry period

Grupa Group	Cietstāves perioda garums, dienas Dry period length, days	Izslaukums, kg Milk yield, kg	Relatīvais izslaukums, % Relative milk yield, %
Otrā laktācija <i>Second lactation</i>			
1	32.8 ± 4.67 ^A	6321.6 ± 691.40	100
2	53.9 ± 0.62	6801.2 ± 186.40	100
3	64.6 ± 0.98 ^A	6645.6 ± 263.33	100
Trešā laktācija <i>Third lactation</i>			
1	59.6 ± 5.11 ^B	7419.3 ± 264.09	117
2	53.9 ± 1.68	7595.1 ± 180.76	112
3	58.4 ± 2.15 ^B	7093.7 ± 311.04	106
Ceturta laktācija <i>Fourth lactation</i>			
1	53.9 ± 3.45 ^C	8308.3 ± 806.26	131
2	52.9 ± 2.52	7553.8 ± 203.36	111
3	53.7 ± 5.08 ^B	7970.4 ± 319.58	120

^{ABC} – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras (P<0.05)

^{ABC} – traits with different superscriptions are significantly different (P<0.05)

Pieņemot otrās laktācijas izslaukumu par 100%, varam novērot, ka lielākais izslaukuma pieaugums (par 17%) trešajā laktācijā iegūts no 1. grupas govīm. Mazākais izslaukuma pieaugums bija 3. grupas govīm – 6%. Ceturtajā laktācijā, salīdzinot ar otro, lielāko izslaukuma pieaugumu novērojām 1. grupas govīm, par 31%. Arī 3. grupas govīm izslaukums bija palielinājies par 20%. Mazākais izslaukuma pieaugums (11%) ceturtajā laktācijā bija 2. grupas govīm, tas nozīmē, ka šīm govīm ceturtajā laktācijā, salīdzinot ar trešo, izslaukums par 1% samazinājās.

Pētījumos noskaidrots, ka otrajā laktācijā no govīm, kam pirmais cietstāves periods bijis 10–40 dienu garš, tiek iegūts vidēji 450–680 kg piena mazāk nekā no govīm, kam cietstāves periods ir bijis 40 un vairāk dienas (Mansfeld *et al.*, 2012). Mūsu pētītajā saimniecībā 1. grupas govīm izslaukums bija vidēji par 480 kg mazāks nekā pārējām govīm.

Piena tauku un olbaltumvielu saturs atkarībā no cietstāves perioda garuma apkopots 4. tabulā. Būtiski augstāks (p<0.05) tauku (4.16%) un olbaltumvielu (3.45%) saturs pienā bija govīm, kurām cietstāves periods no pirmās uz otro laktāciju bija 0–45 dienas garš, bet zemākais tauku saturs (3.78%) govīm ar cietstāves periodu garāku par 61 dienu. Arī Vācijā 2012. gadā veiktā pētījumā noskaidrots, ka, palielinot cietstāves perioda garumu, nākamajā laktācijā pakāpeniski palielinās arī piena tauku saturs, bet piena olbaltumvielas pie pagarināta cietstāves perioda nākamajā laktācijā samazinās (Sawa *et al.*, 2012).

4. tabula Table 4

Vidējais tauku un olbaltumvielu saturs pienā atkarībā no cietstāves perioda garuma
Average milk fat and protein productivity depending of the length of dry period

Grupa Group	Tauku saturs Fat content, %	Olbaltumvielu saturs Protein content, %
Otrā laktācija <i>Second lactation</i>		
1	4.16 ± 0.09 ^A	3.45 ± 0.10 ^A
2	3.96 ± 0.12	3.20 ± 0.05
3	3.78 ± 0.12 ^A	3.20 ± 0.06

4. tabulas noslēgums *The end of Table 4*

Grupa <i>Group</i>	Tauku saturs <i>Fat content, %</i>	Olbaltumvielu saturs <i>Protein content, %</i>
<i>Trešā laktācija Third lactation</i>		
1	4.28 ± 0.06 ^{AB}	3.25 ± 0.33 ^B
2	4.19 ± 0.06	3.27 ± 0.03
3	4.02 ± 0.07 ^{AB}	3.31 ± 0.03
<i>Ceturtnā laktācija Fourth lactation</i>		
1	4.31 ± 0.13 ^B	3.28 ± 0.04 ^B
2	4.25 ± 0.10	3.34 ± 0.06
3	4.12 ± 0.13 ^B	3.39 ± 0.05

^{AB} – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem būtiski atšķiras (P<0.05)

^{AB} – traits with different superscriptions are significantly different (P<0.05)

Govīm, kam pirmais cietstāves periods bija 0–45 dienas garš, ilgtermiņā (līdz ceturtajai laktācijai) ir novērota tendence piena taukiem un proteīnam būt augstākiem nekā govīm, kam pirmais cietstāves periods bija garāks par 45 dienām.

Secinājumi

- Govīm, kurām pirmais cietstāves periods bija no 46–60 dienām, novērots stabilākais cietstāves perioda garums līdz 4. laktācijai, attiecīgi no 52.9 līdz 53.9 dienām.
- Slaucamām govīm, kurām cietstāves perioda garums starp pirmo un otro laktāciju bija īsāks par 46 un garāks par 61 dienu (vidēji 32.8 un 64.6 dienu garš), izslaukums pakāpeniski palielinājās līdz ceturtajai laktācijai. Ceturtnajā laktācijā šīm govīm izslaukums pieauga par 1986.7 un 1325 kg jeb par 31% un 12%.
- Govīm, kurām pirmais cietstāves periods bija rekomendējamo 45–60 dienu robežās, trešajā laktācijā izslaukums bija par 794 kg jeb 12% lielāks nekā otrajā laktācijā, bet ceturtnajā laktācijā tas samazinājās par 1%.
- Augstākais tauku un olbaltumvielu saturs pienā (4.16% un 3.45%) otrajā laktācijā novērots govīm, kurām pirmais cietstāves periods bija no 0 līdz 45 dienām. Govīm šāda tauku satura tendence saglabājās līdz ceturtnajai laktācijai.

Izmantotā literatūra

- Ayied Y. A., Jadoa J. A., Abdulrada J. A. (2011). Heritabilities and Breeding Values of Production and Reproduction Traits of Holstein Cattle In Iraq. *Journal of Basrah Researches (Sciences)*, Vol. 37 (4A), p. 66–70.
- Kuhn M. T., Hutchinson J. L., Norman H. D. (2006). Dry period length to maximize production across adjacent lactations and lifetime production. *Journal of Dairy Science*, Vol. 89 (5), p. 1713–22.
- Lefebvre D. M., Santschi E. D. (2012). New Concepts in Dry Period Management. *Advances in Dairy Technology*, Vol. 24, p. 203–218.
- Mansfeld R., Sauter-Louis C., Martin R. (2012). Effects of dry period length on milk production, health, fertility, and quality of colostrum in dairy cows. Invited review. *Journal of Dairy Science* Vol. 40(4), p. 239–250.
- Sawa A., Bogucki M., Neja W. (2012). Dry period length and performance of cows in the subsequent production cycle. *Archiv Tierzucht*, Vol. 5, p. 140–147
- Sewalem A., Kistemaker G., Doormaal B. V. (2001). Calving Interval and Dry Period in Canadian Dairy Breeds. *Animal Science Papers and Reports*, Vol. 35, p. 255–259.
- Sorensen J. T., Enevoldsen C. (1991). Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *Journal of Dairy Science*, Vol.74 (4), p. 1277–1283.
- Weglarzy K. (2009). Lactation productivity of dairy cows as affected by the length of preceding dry period. *Animal Science Papers and Reports*, Vol. 27, p. 303–310.

NEBRĪVĒ AUDZĒTU STALTBRIEŽU (*CERVUS ELAPHUS*) BUĻĻU RAGU VĒRTĒJUMA ANALĪZE

ANALYSIS OF CAPTIVE-BRED RED DEER (*CERVUS ELAPHUS*) ANTLERS' ASSESSMENT

Māris Parfianovičs^{1,2}, Daina Kairiša¹

¹Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultāte,

²SIA „LR lauksaimnieku apvienība”

parfianovics@gmail.com

Abstract. *The article analyzes the data, obtained while evaluating the genetic quality of stags during the event “Annual Deer Antler Competition”, which has been held in the farm “Saulstari” in Sigulda region since 2007. The genetic quality of stags is determined by evaluating antlers that animals have cast off in the middle of winter or those that have been cut off live animals before the rut. The research is based on the results that were obtained during the evaluation of antlers from 2011 to 2013. The quality analysis of antlers was carried out by using the data set that provided information on 213 stag antlers. The evaluation of stag antlers was carried out using the CIC (International Council for game and wildlife conservation) trophy evaluation methodology that had been modified by the LWABA (Latvian Wild Animal Breeders Association). The modified methodology prescribes that certain trophy characteristics, such as antler spread and skull mass, are given maximum score. It is not possible to measure these characteristics while farm animals are alive. Morphological characteristics for the research have been determined separately for cast and cut antlers. The quality of antlers has been analyzed according to age groups and bloodline groups. The total number of points for one (pure) bloodline stags exceeded the result of crossbred blood stags by 16.98 points. The final evaluation of trophies in points showed a close correlation with the weight of antlers $r=0.840^{**}$, and a medium close correlation with the length of antlers $r=0.687^{**}$ and the number of tines $r=0.586^{**}$.*

Key words: red deer, cervus elaphus, antlers, evaluation, points.

Ievads

Latvijā 2013. gadā bija reģistrētas 65 staltbriežu audzētavas–briežu dārzi ar aptuveni 10 000 dzīvnieku (Proškina, 2013). No tām par šķirnes saimniecībām atzītas 17. Pamatā dzīvnieki tiek audzēti trofeju tirgum un dzīvu dzīvnieku tirdzniecībai. Staltbriedis tradicionāli ir viens no dižmedījumiem, kuriem tiek noteikta to trofejas vērtība. Latvijā medību sezonā nomedī aptuveni 5000 briežu.

Briežu ragi ir unikāli zīdītāju piedēkļi, kuriem piemīt milzīgs potenciāls kā vērtīgam biomedicīnas pētījumu modelim, piemēram, orgānu reģenerācijas, kaulu attīstības un augšanas kontroles pētījumos (Li, 2012).

Raga attīstību raksturo divas atšķirīgas parādības: augšana un atjaunošanās. Augšana sākas ar stumbenīšiem. Tie ir kaulaini aizmetņi jeb izciļņi uz briežu tēviņu galvaskausa. Kad dzīvnieks tuvojas fizioloģiskajam vaislas vecumam, uz rāgiem notiek aizmetņu transformācija. Aizmetņi sasniedz konkrētai sugai raksturīgu garumu. Staltbriežiem tie ir aptuveni 5 cm un vairāk. Augšana beidzas ar pilnīgu ragu pārkaļķošanos un samta ragu ādas lobīšanos. Atjaunošanās sākas nākamā gada pavasarī ar jaunu mīksto ragu, kas aug no tā paša celma. Pieaugot dzīvniekam, pieaug arī ragu izmērs un masa. Pēc samta ādas nokasīšanas rags pirmajās nedēļās strauji zaudē svaru. Vēlāk svara izmaiņas ir minimālas un korelē ar gaisa mitrumu. Lielākais mitruma zudums ir no raga spongiozās kaulvielas, nevis raga garozas kortikālā slāņa. Mitriem rāgiem salīdzinājumā ar cietiem rāgiem piemīt lielāka elastība, bet mazāka lieces izturība un nesalīdzināmi zemāki rādītāji ir lūzuma gadījumos. Sausiem rāgiem salīdzinājumā ar tā paša dzīvnieka kaulu un mitriem rāgiem piemīt augsta trieciena absorbcijas spēja (Currey, 2009).

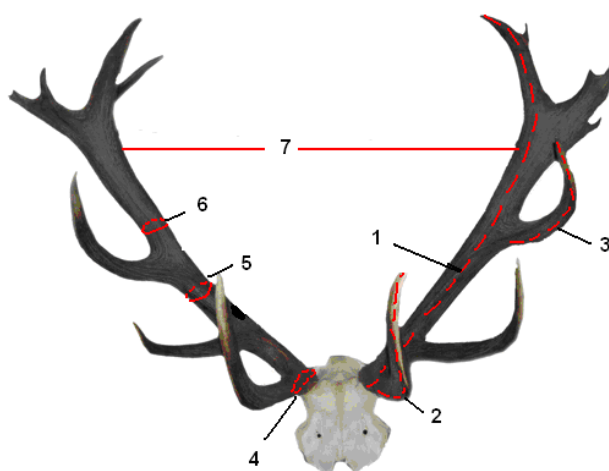
Ir noskaidrots, ka ragu kvalitāte tikai daļēji atkarīga no staltbriežu izcelsmes vai ģenētiskā potenciāla. Ragu attīstību par aptuveni 75% nosaka vecums un dzīvotne (Kruuk, 2002).

Lai nodrošinātu medību trofeju vienotas salīdzināšanas iespējas, trofeju vērtēšanai ir izstrādātas īpašas metodes, ar kurām vērtēšana tiek veikta pēc noteiktas sistēmas.

Dažas no tām ir izstrādātas, lai novērtētu tikai vienas sugas īpatņus ar specifiskām morfoloģiskām īpašībām. Starp plašāk pielietotajām pasaulē ir tā saucamā Duglasa skaitīšanas sistēma (*Douglas score*), Starptautiskā Safari kluba (*Safari Club International – SCI*) un Starptautiskās medību un medījamo dzīvnieku aizsardzības komitejas (*International Council for game and wildlife conservation – CIC*) izstrādātās metodikas. Eiropā populārākā un plašāk pielietotā ir CIC izstrādātā medību trofeju vērtēšanas metodika, kas apstiprināta 1937. gadā un kopš tā laika būtiskas izmaiņas tajā nav veiktas (Baumanis, 2005).

Nosakot trofejas vērtību staltbriežu ragiem, tiek mērīts ragu garums, acu un vidus žuburu garums, rozetes apkārtmērs, apkārtmērs virs vidus žubura, masa, ragu izvērsums un žuburu skaits. Vēl tiek novērtēta virkne subjektīvo rādītāju: krāsa, pārļainums, žuburu gali, otro acu žuburu esība un vainags. Tiek uzskatīts, ka visvairāk punktu dod ragu garums, apkārtmērs un žuburu skaits (Varičak, 2000; Roht 2006).

Kroni vērtē pēc žuburu skaita un garuma: īss žuburs 2–10 cm, vidējs 10.1–15 cm, garš >15 cm. Ja žuburi vainagā ir dažāda garuma, tad viens no tiem tiek pieņemts par vidējo rādītāju. „Dakša”, divi īsi žubura gali vienā zarā, tiek ieskaitīti kā viens žuburs un to mēra visā tā garumā.



(foto: Jānis Baumanis)

1. att. Ekspozētas staltbriežu medību trofejas lineāro parametru noteikšanas vietas pēc CIC vērtēšanas sistēmas: 1 – raga garumu (cm) mēra pa tā ārmalu, no rozetes pamatnes līdz garākajam žuburam vainagā, 2 – acu žubura garumu mēra no rozetes augšējās malas tieši zem žubura, 3 – vidus žuburu sāk mērīt no tā pamatnes, 4 – rozetei mēra maksimālo apkārtmēru, 5 un 6 – apkārtmērus virs acu žuburiem un zem vainaga mēra šaurākajā vietā, 7 – izvērsumu mēra platākajā vietā ragu stieņu iekšpusē zem vainaga.

Izvērsumu izsaka procentos kā attiecību pret vidējo ragu garumu.

Fig. 1. Formula of the measurement for evaluation of red deer trophy: 1 – Length of main beam, left, 2 – Length of brow tine, left, 3 – Length of tray tine, left, 4 – Circumference of coronet, right, 5 and 6 – Circumference of lower beam, right, 7 – Inside span.

Medību trofeju vērtēšanu Latvijā veic Latvijas Medību trofeju vērtēšanas nacionālā komisija, kurā darbojas medību trofeju eksperti, kuri saņēmuši atbilstošu CIC kvalifikācijas sertifikātu. Vērtēšana tiek organizēta gan medību trofeju izstādēs, gan tiek vērtētas arī atsevišķas trofejas.

Pētījuma mērķis bija skaidrot nebrīvē audzētu staltbriežu ragu kvalitāti.

Materiāli un metodes

Pētījumam izmantoti biedrības „Savvaļas dzīvnieku audzētāju asociācija” (SDAA) rīkotajos pasākumos „Staltbriežu un dambriežu buļļu ģenētiskās kvalitātes noteikšana” laikā no 2011. gada līdz 2013. gadam veikto mērījumu rezultāti. Ņemot vērā to, ka trofejas vērtība jānosaka dzīvniekiem, vairāki nosacījumi atbilstoši CIC sistēmai nav izpildāmi. Jo, atšķirībā no trofeju ragu vērtēšanas, tiek vērtēti vērtēšanas sezonā nomesti vai zāģēti ragi. Tādēļ

SDAA ir izstrādājusi pielāgotu vērtēšanas sistēmu, balstoties uz šobrīd, iespējams, pilnīgāko CIC sistēmu.

Mērījumus medību trofeju ragiem veic ar elastīgu plastikāta vai metāla mērlenti, kuras platums nepārsniedz 10 mm. Svaru nosaka ne agrāk kā 3 mēnešus pēc nomedīšanas, kad to masa un izmērs vairs būtiski nemainās. Medību trofejas tiek eksponētas uz koka pamatnes dēļiņiem – medaljoniem. Lai noteiktu masu, trofejai jābūt viegli noņemamai (Dr. silv. J. Baumanis, personīga komunikācija).

Ragi tika svērti bez trofejai raksturīgās galvaskausa pamatnes daļas, tāpēc, lai kompensētu iztrūkstošo svaru, ragu masai 4 gadu vecumā tiek pieskaitīti 300 grami, 5–6 gadu vecumā 400 g, 7–8 gadu vecumā 500 g, savukārt 9 un vairāk gadu vecumā – 600 g (Ciltsdarba programma, 2010–2015). Pārveidotajā trofeju vērtēšanas sistēmā par ragu izvērsumu tiek piešķirts maksimālais punktu skaits – 2, jo rādījumu nav iespējams novērtēt, bet lielākajā daļā saimniecībās analizēto gadījumu tas atbilst maksimumam (Ciltsdarba programma, 2010–2015). Par ragu krāsu tiek piešķirts maksimālais punktu skaits – 2, jo ragu krāsa dabā ir atkarīga no vides faktoriem (Ciltsdarba programma, 2010–2015). Žuburu galu stāvoklis atkarīgs no konkrētā dzīvnieka uzvedības un aktivitātes konkrētajā gadā un neraksturo iespējamo vaislas dzīvnieka trofejas vērtību. Tādēļ vērtējumam tiek piešķirts maksimālais punktu skaits – 2 (Ciltsdarba programma, 2010–2015). Pētījuma rezultāti tika analizēti, izmantojot datu kopu, kurā bija informācija par 213 dzīvniekiem (n=213). Ragiem tika noteikta to izcelsme pēc valsts, kurā tie iegūti: 170 ragu pāri bija no Latvijas, 27 no Lietuvas un 16 no Polijas. No visiem vērtētajiem ragiem 46% bija ievākti 2013. gadā, 39% – 2012. gadā, bet 14% – 2011. gadā.

Izvērtējot iegūtos datus, noskaidrojām, ka visvairāk vērtēšanai iesniegti trešie ragi, no 4 gadus veciem dzīvniekiem. Kopā tādu bija 38. Savukārt 33 bija 7 gadus vecu dzīvnieku ragi, kas ir lielākais īpatsvars kopā. Līdzvērtīgs sadalījums novērojams arī pēc dzīvnieku asinības. Vērtēšanai bija iesniegti 47% tīršķirnes staltbriežu ragi. Tika vērtēta arī staltbriežu piederība konkrētai asinlīnijai. No 28 asinlīnijām analīzei pietiekams ragu skaits bija tikai 10. Lielākās pārstāvētās asinlīnijas bija Ungārijas un Anglijas, attiecīgi 17 un 16. Analizējot datus, veidotas gradācijas klases, ņemot vērā dzīvnieka vecumu un asinlīniju. Noteiktas matemātiskās statistikas vidējās vērtības, standartklūda, aprēķināta variācija. Izmantojot korelācijas analīzi, noteikta pazīmju savstarpējā sakarība. Izmantojot t-testu, noteikts paraugkopu vidējo vērtību atšķirību būtiskums.

Rezultāti un diskusijas

Staltbriežu ragu mērījumi veikti saskaņā ar izstrādāto metodiku. Analizēts ragu svars, garums, žuburu skaits un vērtējums punktos. Visu parametru analīze veikta 189 ragiem. Papildus sausu ragu svars noteikts vēl 24 divus gadus vecu staltbriežu ragiem (1. tab.). Atbilstoši Ciltsdarba programmai divus gadus veciem staltbriežu buļļiem pirmie ragi tiek vērtēti, nosakot tikai to svaru.

Iegūtie rezultāti liecina, ka, pieaugot staltbriežu buļļa vecumam, pieaug ragu svars. Ragu svara palielinājums vairāk par kg gada laikā iegūts starp 2, 3, 4 gadus vecu buļļu ragiem.

Apkopojot rezultātus par žuburu skaitu pa vecuma grupām, konstatēti trīs ragu attīstības posmi. Pirmais ir trīs gadu vecumā, kurā maksimālais rezultāts nepārsniedz 26 žuburus, bet vidējais žuburu skaits ir 15.3. Divās vecuma grupās, kurās ietilpst 4 un 5 gadus veci dzīvnieki, vidējā vērtība ir 17.1 žuburi. Vecumā no 6 gadiem līdz 11 gadiem vidējā vērtība ir robežās no 20.0 līdz 21.6 žuburiem. Minimālās vērtības ir no 13 līdz 18, bet maksimālās no 23 līdz 41 žuburam.

Ragu garumu un žuburu skaitu 2 gadus veciem buļļiem saskaņā ar Ciltsdarba programmu nenosaka. Ja kādi no ragiem galos žuburojas, tie tiek uzskatīti par perspektīviem un iegūt maksimālo vērtējuma punktu skaitu. Īsākie ir otrie ragi buļļiem trīs gadu vecumā. Pēc ragu garuma otrie un trešie ragi būtiski atšķiras. Vidējās vērtības starpība ir 14.7 cm. Trešo ragu maksimālais garums sasniedza 97.75 cm. Līdzīgi kā ragu svars, arī to garums vecumā no 5 līdz 6 gadiem bija ar izlīdzinātiem rezultātiem. Maksimālo rezultātu sasniedza 5 gadus veca buļļa ragi ar 103.0 cm. Rezultāti ir izlīdzināti, tas ļauj secināt, ka ragi maksimālo garumu, iespējams, sasniedz jau 7 gadu vecumā.

Tika izvērtētas vecuma grupas pēc kopvērtējumā iegūto punktu skaita. Vismazāk punktus ieguva buļļi 3 gadu vecumā. Vidējās vērtības starpība ar 4 gadus veciem buļļiem ir 30.56 punkti. Četrus gadus vecu buļļu ragu vērtējuma vidējā vērtība ir 176.03 punkti, bet piecus gadus vecu buļļu

ragu maksimālais vērtējums nepārsniedza četrgadīgo trešos ragus. Nākamajā, sestajā dzīves gadā, pieauga vērtējuma vidējā un maksimālā vērtība. Buļļu ragiem vecumā 7 gadi un vairāk vidējās un maksimālās vērtības ir izlīdzinātas.

Salīdzinot pazīmju vidējās vērtības, novērojama rezultātu stabilizēšanās septiņu gadu vecumā. Vienīgā pazīme, kurai novērojams pieaugums līdz 10 gadu vecuma sasniegšanai, ir ragu svars. Atsevišķas pazīmes uzrāda rezultāta samazināšanos šajā vecumā, tādēļ par to vecumu, kurā ragi sasniedz maksimālo rezultātu, uzskatāmi desmit gadi. Vecumā no 9.5 līdz 10.5 gadiem dzīvnieka skelets ir pilnībā izveidojies un nostiprinājies, sasniegts arī ķermeņa masas maksimums (Pakalns u. c., 2012). Šādos apstākļos organisms minerālvielas maksimāli novirza ragu masas un citu parametru uzlabošanai. Par to liecina gan vidējā ragu svara vērtība virs 8.18 kg, gan punktu skaits vidēji vecuma grupā – 223.70.

1. tabula Table 1

Staltbriežu ragu vērtējums pa vecuma grupām *Red deer antlers evaluation by age group*

Vecuma grupa, gadi <i>Age group, years</i>	Skaits <i>Amount</i>	Vērtētās pazīmes ragiem <i>Rated characteristics</i> $x \pm Sx$			
		Svars <i>Weight</i>	Žuburu skaits <i>Number of tines</i>	Garums <i>Length</i>	Kopvērtējums, punkti <i>Value, point</i>
2	24	1.03 ± 0.15 ^a
3	25	2.73 ± 0.16 ^b	15.3 ± 0.81 ^a	60.2 ± 1.38 ^a	145.5 ± 4.02 ^a
4	38	4.58 ± 0.28 ^c	17.1 ± 0.96 ^a	74.9 ± 1.86 ^b	176.0 ± 4.59 ^b
5	14	5.94 ± 0.47 ^d	17.1 ± 0.78 ^a	84.4 ± 2.64 ^c	189.2 ± 5.10 ^b
6	24	6.40 ± 0.30 ^d	20.0 ± 1.14 ^b	84.7 ± 1.77 ^c	201.1 ± 5.40 ^c
7	33	7.92 ± 0.26 ^{ef}	21.6 ± 0.85 ^b	93.2 ± 1.59 ^d	217.6 ± 3.53 ^{df}
8	22	7.22 ± 0.38 ^e	20.5 ± 1.51 ^b	92.9 ± 1.71 ^d	214.2 ± 2.82 ^d
9	16	7.73 ± 0.55 ^{ef}	21.0 ± 1.91 ^b	94.2 ± 3.04 ^d	210.9 ± 6.20 ^{cd}
10	15	8.25 ± 0.46 ^f	21.3 ± 1.71 ^b	97.0 ± 2.24 ^d	223.7 ± 5.24 ^{ef}

p < 0.05 a, b, c, d, f – mazie alfabēta burti norāda uz pazīmju būtisku atšķirību.

Ticamu datu iegūšanai analizēti ragu parametru dati tām asinslīnijām (2. tab.), kurās eksemplāru skaits bija vismaz 7 un vairāk. Noskaidrots, ka garākie vērtēšanas periodā bija Ungārijas asinslīnijas dzīvnieku ragi ar maksimālo rezultātu 122 cm. Rumānijas asinslīnijas dzīvnieku ragi ir garākie, vērtējot to vidējo vērtību visā pētījuma grupā.

2. tabula Table 2

Staltbriežu ragu vērtējums pa asinslīnijām, punkti *Red deer antlers evaluation by bloodlines, points*

Asinslīnija <i>Bloodline</i>	Vērtētās pazīmes ragiem <i>Rated characteristics</i>			
	Svars <i>Weight</i>		Žuburu skaits <i>Number of tines</i>	
	$x \pm Sx$	V, %	$x \pm Sx$	V, %
Vidējie rādītāji datu kopā <i>Average dataset</i> (n=213)	5.9 ± 0.19 ^a	6.5	19.1 ± 0.48 ^a	6.5
Rumānija <i>Romanian</i> (n=13)	7.7 ± 0.51 ^b	5.4	20.9 ± 1.5 ^a	5.4
Polija/Vācija <i>Polish/German</i> (n=11)	7.3 ± 0.39 ^b	2.0	16.5 ± 0.59 ^b	2.0
Voburna <i>Woburn</i> (n=14)	5.8 ± 0.95 ^a	10.4	27.3 ± 3.01 ^c	10.4
Ungārija <i>Hungarian</i> (n=17)	6.3 ± 0.70 ^{ab}	3.9	17.1 ± 1.00 ^b	3.9
Anglija <i>English</i> (n=16)	6.0 ± 0.55 ^a	7.3	21.9 ± 1.95 ^{ac}	7.3
Polija/Ungārija <i>Polish/Hungarian</i> (n=10)	5.5 ± 0.39 ^a	3.95	16.3 ± 1.25 ^b	3.95
Ungārija/Rumānija <i>Hungarian/Romanian</i> (n=10)	4.8 ± 0.76 ^{ac}	4.1	17.3 ± 1.29 ^b	4.1
Vācija <i>German</i> (n=13)	4.5 ± 0.65 ^{ac}	4.9	17.1 ± 1.41 ^b	4.9
Polija/Anglija <i>Polish/English</i> (n=11)	3.7 ± 0.74 ^c	4.9	14.3 ± 1.55 ^b	4.9
Zviedrija <i>Swedish</i> (n=8)	7.3 ± 1.25 ^b	8.1	26.3 ± 3.05 ^c	8.1
Nav datu par asinslīniju <i>No data</i> (n=58)	5.0 ± 0.40 ^{ac}	6.5	19.4 ± 0.96 ^a	6.5

p < 0.05 a, b, c – mazie alfabēta burti norāda uz pazīmju būtisku atšķirību.

Vērtējot ragu svaru dažādu asinslīniju dzīvniekiem, noskaidrots, ka Rumānijas asinslīnijas dzīvnieku ragi uzrādīja maksimālo rezultātu 11.6 kg un vidēji lielāko – 7.7 kg. Viegļākie ragi iegūti no Polijas/Vācijas asinslīnijas dzīvniekiem.

Žuburu skaita analīze norāda uz Zviedrijas un Voburnas asinslīniju ragiem kā vērtīgākajiem pēc žuburu skaita. Abu asinslīniju buļļiem maksimālais žuburu skaits sasniedza 40. Pēc žuburu skaita nozīmīgi rādītāji ir arī Anglijas un Rumānijas asinslīniju buļļiem. Rumānijas asinslīnijas dzīvniekiem bija garākie un smagākie ragi visā pētāmajā grupā un ceturtais lielākais žuburu skaits, atpaliekot no Voburnas, Anglijas un Zviedrijas asinslīnijas dzīvniekiem.

Veicot ragu mērījumu rezultātu sakarību analīzi ar iegūto vērtējumu punktos, noskaidrots, ka cieša pozitīva sakarība ir ragu svaram ($r = 0.840$, $p < 0.01$), bet vidēji cieša pozitīva ragu garumam un žuburu skaitam, attiecīgi $r = 0.687$ un $r = 0.586$ ($p < 0.01$).

Laikā no 2010. gada līdz 2013. gadam labākais ragu vērtējums ir pieaudzis no 236 CIC punktiem līdz 276 CIC punktiem. Maksimālais rezultāts ir 286 punkti Zviedrijas asinslīnijas dzīvniekam. Izcilais eksemplārs ievests no Zviedrijas 2012. gadā.

Secinājumi

1. Smagākie un garākie ragi pēc vidējiem rādītājiem iegūti no 10 gadus veciem buļļiem. Visvairāk punktus ieguvuši 10 gadus veco buļļu ragi. Žuburu skaits līdzīgs vecumā no 6 līdz 10 gadiem. Būtiskas atšķirības atsevišķām ragu pazīmēm noteiktas starp vecuma grupām 2 un 3 gadi, 3 un 4 gadi, 6 un 7 gadi. Būtiskas atšķirības nav konstatētas starp vecuma grupām 5 un 6 gadi, 7 un 8 gadi, 9 gadi un vecāki.
2. Vērtējot pēc asinslīnijas, smagākie un garākie ragi bija Rumānijas asinslīnijas dzīvniekiem, visvairāk žuburu – Voburnas asinslīniju dzīvniekiem, bet kopumā visvairāk punktus ieguva Zviedrijas asinslīnijas dzīvnieki.
3. Atsevišķi vērtēto ragu pazīmju sakarība ar vērtējumu punktos: ragu svars $r=0.840$, ragu garums $r=0.687$, žuburu skaits $r=0.586$, $p < 0.01$.

Izmantotā literatūra

1. Baumanis J. (2005). *Medību trofeju vērtēšana*. Apgāds „Zelta grauds”. [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 25. februārī] Pieejams: <http://letonika.lv/groups/default.aspx?cid=36389&r=7&lid=36389&q=lietot&h=836>
2. Currey J. D., Landete-Castillejos T., Estevez J., Ceacero F., Olguin A., Garcia A., Gallego L. (2009). The mechanical properties of red deer antler bone when used in fighting. *Journal of Experimental Biology*, 212 (24), p. 3985–3993.
3. Kruuk E. B., Slate, J., Pemberton J. M., Brotherstone S., Guinness F., Clutton-Brock, T. (2002). Antler size in red deer: heritability and selection but no evolution. *Evolution*, 2002, Aug.; 56 (8), p. 1683–95.
4. Li C., Suttie J. (2012). Morphogenetic aspects of deer antler development. *Frontiers in Bioscience*, Elite 4 E (5), p. 1836–1842.
5. Pakalns D., Baumanis J. (2012). *Staltbriežu vērtēšana*. Īss kurss. *MMD*, Nr. 12, 22.–27. lpp.
6. Proškina L. (2013). *Briežkopības attīstības iespējas Latvijā*. Promocijas darba kopsavilkums. Ekonomikas doktora zinātniskā grāda iegūšanai. Apakšnozare: Agrārā ekonomika. Jelgava.
7. Roht K. (2006). Jahitrofeede hindamine. Kirjastus „Eesti Jahimees”, Tallinn, 310 p.
8. *Staltbriežu ciltsdarba programma 2010.–2015. gadam*. [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 15. mar.]. Pieejams: <http://www ldc.gov.lv/lv/likumdosana/nacionala/>
9. Varičak V. (2000.) *Trophäenbewertung*. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 200 S.

STENDA ZIŅOJUMI UN PRAKTISKĀ PIEREDZE

PERSPEKTĪVIE BUMBIERU HIBRĪDI

Baiba Lāce

Latvijas Valsts Augļkopības institūts
baiba.lace@lvai.lv

Ievads

Latvijā bumbieru selekcijas pirmsākums datēts ar 20. gs. trīsdesmitajiem gadiem, un tā uzdevums bija radīt vietējiem apstākļiem piemērotas šķirnes. Mūsdienās bumbieru selekcijas programmu galvenie uzdevumi ir radīt tādas šķirnes, kas ir izturīgas pret nozīmīgākajiem bumbieru kaitīgajiem organismiem, ir ar augstu un regulāru ražošanu, kā arī ar teicamu augļu kvalitāti.

Šobrīd Ziemeļamerikas un Eiropas bumbieru selekcijas programmās īpašu uzmanību pievērš rezistences gēna atrašanai un izturīgu šķirņu radīšanai pret bakteriālo iedegu (*Erwinia amylovora*), bumbieru kraupi (*Venturia pyrina*), miltrasu (*Podosphaera leucotricha*), bumbieru kadiķu rūsu (*Gymnosporangium sabinae*), lapu plankumainībām (īpaši pret plankumainību, ko ierosina patogēns *Stemphylium vesicarium*), bumbieru lapu blusiņu (*Cacopsylla pyri*), kas ir pārnese vektors fitoplazmai (*Pear decline*) (Brewer, Palmer, 2011; Dondini, Sansavini, 2012; Treutter, 2012).

Lai paaugstinātu bumbieru audzēšanas rentabilitāti Latvijā, jaunajos un jau esošajos stādījumos nepieciešams ieviest bumbieru šķirnes, kas izturīgas pret slimībām, ir ar augstāku ražību, augļu kvalitāti utt., tāpēc tika izvirzīts pētījuma mērķis: izvērtēt un raksturot bumbieru hibrīdu piemērotību augstas kvalitātes bumbieru ražošanai Latvijas apstākļos. Pēdējo gadu mainīgo laika apstākļu ietekmē perspektīvās un introducētās bumbieru šķirnes ieteicams audzēt ziemcietīgu skeletveidotāju vainagā.

Materiāli un metodes

Pētījumā izmantotie hibrīdi atlasīti no pieciem Zviedrijā izveidotiem bumbieru hibrīdiem BP-9292 (Herzogin Elsa × Pacham's Triumph), BP-9357 (Herzogin Elsa × Pacham's Triumph), BP-1043 (Johantorp × Doyenne du Comice), BP-8965, BP-10529 (Clapp's Favourite × Beurre Blumenbach). Atlase veikta Latvijas Valsts augļkopības institūta (56°36'39.37" N 23°17'48.86" E) bumbieru kolekcijas stādījumā. Tas iekārtots LVAI dārzu kvartālā, kurā ir mālsmits velēnu podzolaugsne ar organiskās vielas saturu 2.8%, augsnes reakciju – pH KCl 5.9, augiem viegli izmantojamā P₂O₅ saturu – 401 mg kg⁻¹, K₂O – 281 mg kg⁻¹ (2010. gada dati). Bumbieru hibrīdi potēti 2002. gadā, ziemcietīgu skeletveidotāju vainagā, kuru stādīšanas attālums 7 × 5 m. Starprindās regulāri pļauts zālājs, apdobe aptuveni 1 m platumā brīva no apauguma uzturēta ar herbicīdiem.

Hibrīdiem noteikti fenoloģiskie rādītāji, uzskaitīti ražas dati, kā arī veikts saimnieciskais novērtējums.

Rezultāti

Pamatojoties uz ilggadējiem novērojumiem un iepriekšējo pētījumu rezultātiem (LVAI dati no 2002. gada, nepublicēti), tālākai pārbaudei izvirzīti bumbieru hibrīdi BP-8965 un BP-10529 (*Pyrus communis* L.). Hibrīdiem raksturīgi augstas kvalitātes deserta augļi, kas lietojami svaigi un pārstrādei. Augļi kokā noturīgi, tiem ir laba transportizturība. Augļi lielāki nekā Latvijā audzētām šķirnēm 'Suvenīrs', 'Mramornaja', 'Belorusskaja Pozdņaja'. To vidējā masa sasniedz 200–300 g. Kvalitatīvāku augļu ieguvei vēlams veikt augļaižmetņu retināšanu.

Abi izdalītie hibrīdi raksturojami kā ātrražīgi un ražīgi. Ražošanas sākums BP-8965 – otrajā gadā un BP-10529 – trešajā gadā pēc potēšanas skeletveidotāja vainagā. Augļus Dobelē novāc septembra otrajā dekādē. Uzglabājas aptuveni līdz decembrim.

Hibrīdiem ir laba izturība pret augļu kraupi, augļu puvi.

Hibrīdam BP-8965 novērota ļoti laba saderība ar parastās cidonijas (*Cydonia oblonga*) potcelmu BA-29.

Augļi izlīdzināti, strupi bumbierveida vai bumbierveida, bez virskrāsas, ar vidēju rūsinājumu. Mīkstums ļoti sulīgs, kūstošs, akmensšūnu maz. Garša ļoti laba, salda vai maigi saldskāba ar vāju patīkamu aromātu.

Ziemcietība Latvijā vēl jāpārbauda, tāpēc vēlams audzēt potētu skeletveidotāju vainagā.

Secinājumi

1. Tālākai pārbaudei izvirzītajiem hibrīdiem BP-8965 un BP-10529 (*Pyrus communis* L.) raksturīgi augstas kvalitātes deserta augļi, kas lietojami svaigi un pārstrādei.
2. Ražošanas sākums BP-8965 – otrajā gadā un BP-10529 – trešajā gadā pēc potēšanas skeletveidotāja vainagā.
3. Hibrīdam BP-8965 novērota ļoti laba saderība ar parastās cidonijas (*Cydonia oblonga*) potcelmu BA 29.

Izmantotā literatūra

1. Brewer L. R., Palmer J. W. (2011). Global pear breeding programmes: goals, trends and progress for new cultivars and new rootstocks. *Acta Horticulturae*, Vol. 909, p. 105–119.
2. Dondini L., Sansavini S. (2012). European pear. *In*: Badenes M. L., Byrne D. H. Fruit breeding, Handbook of Plant breeding 8, Springer Science and Business Media, LLC, p. 369–415.
3. Treutter D. (2012). Pome fruit health. *Trees*, Vol. 26, p. 1–2.

KAILGRAUDU VASARAS MIEŽU ŠĶIRNES 'KORNELIJA' SAIMNIECISKAIS UN GRAUDU BIOĶĪMISKAIS RAKSTUROJUMS

Māra Bleidere, Ilze Grunte

Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts
maara.bleidere@stendeselekcija.lv

Ievads

Miežu (*Hordeum vulgare* L.) izmantošanai pārtikā ir sena vēsture, tomēr tiem arvien vēl jākonkurē ar auzām, rīsiem un kviešiem, kas ir jau labi akceptēti pārtikas preču tirgū. Šobrīd plaši pārtikas zinātnes pētījumi ir pierādījuši miežu daudzpusību un piemērotību daudzveidīgu pārtikas produktu ieguvei. Jaunu miežu šķirņu, tai skaitā kailgraudu miežu, parādīšanās tirgū sniedz graudaugu pārtikas rūpniecībai iespējas jaunu, veselību vecinošu miežu produktu radīšanai.

Intensīvs kailgraudu miežu selekcijas darbs Latvijā pēdējās desmitgades laikā ir devis pirmos praktiskos rezultātus. 2011. gadā Latvijas augu šķirņu katalogā tika iekļauta pirmā Latvijā izveidotā kailgraudu miežu šķirne 'Irbe' (Beinaroviča *et al.*, 2014). 2013. gadā audzētāju rīcībā tika nodota jauna kailgraudu vasaras miežu šķirne 'Kornelija'. Raksta mērķis ir atspoguļot šīs šķirnes saimnieciskos rādītājus un graudu kvalitātes izvērtējuma rezultātus.

Materiāli un metodes

Kailgraudu miežu šķirne 'Kornelija' izveidota Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā.

2004. gadā veikta individuālā augu izlase no F₄ paaudzes hibrīdās populācijas (krustojumu kombinācija SCBN852.7/Sauce/3/Mola/Schuri//Arupo*2/Jet), kas selekcijas materiāla apmaiņas programmas ietvaros saņemta 2003. gadā no Starptautiskā sauso apgabalu lauksaimniecības pētījumu centra (ICARDA). No 2008. gada līdz 2011. gadam līnijas (ar nosaukumu IC360) saimnieciskās pazīmes un graudu kvalitāte novērtēta dažādās miežu selekcijas audzētavās (10 m² lauciņos, 2–6 atkārtojumos). No 2011. gada līdz 2013. gadam līnija izvērtēta šķirņu ekoloģiskajās izmēģinājumos Stendē, Priekuļos, Jogevā (Igaunija) un Dotnuvā (Lietuvā) 5–6.5 m² lauciņos divos līdz četros atkārtojumos. No 2012. līdz 2013. gadam perspektīvajai līnijai veikta saimniecisko īpašību novērtēšanas (SĪN) pārbaude četrās audzēšanas vietās Latvijā, un atšķirīguma, viendabīguma un stabilitātes (AVS) pārbaude Igaunijā (Viljandi). 2014. gadā kailgraudu šķirne 'Kornelija' ir iekļauta Latvijas augu šķirņu katalogā un Latvijas aizsargāto augu šķirņu valsts reģistrā un Igaunijas aizsargāto augu šķirņu valsts reģistrā (aizsardzības periods līdz 2039. gadam).

Izveidošanas laikā kā standartšķirnes tika izmantotas gan plēkšņaino, gan kailgraudu miežu šķirnes – kailgraudu šķirne 'Irbe'/līnijas Nr. PR3258 un plēkšņainie mieži 'Ansis'. Šķirnes izvērtēšanas laikā Stendē augsne ir smilšmāls vai mālsmilts velēnu podzolaugsne; trūdvielu saturs izmēģinājumu gados: 22–26 g kg⁻¹, pH KCl – 5.9–6.3, P₂O₅ saturs 168–182 mg kg⁻¹ un K₂O 175–250 mg kg⁻¹. Izmēģinājumos lietotās barības elementu devas tīrvielā: N 80–85 kg ha⁻¹, P₂O₅ 40–45 kg ha⁻¹ un K₂O 40–70 kg ha⁻¹, kas iestrādāts augsnē pēc sējas. Sēja (400 dīgstošas sēklas uz m²) veikta optimālos termiņos aprīļa beigās vai maija sākumā. Sējumi smidzināti ar herbicīdiem, bez fungicīda pielietojuma. Veģetācijas laikā veikti fenoloģiskie novērojumi. Novērtēta veldrēšanās (1 – visi augi veldrē; 9 – nav veldres pazīmju) un inficēšanās ar slimībām – ar miltrasu (*Blumeria graminis*), tīklplankumainību (*Pyrenophora teres*) (0 – nav inficēšanās pazīmju, 4 – ļoti stipra inficēšanās). Veiktas graudu kvalitātes analīzes, nosakot kopproteīna, beta-glikānu un cietes saturu graudu sausnā ar *Infratec* analizatoru, 1000 graudu masu (TGM) (pēc LV ST ZM 43–95) un tilpummasu (pēc LVS 273).

Rezultāti un diskusijas

Līnijas IC 360 ('Kornelija') pārbaudes rezultāti četros gados selekcijas audzētavās, salīdzinot ar standartšķirnēm 'Irbe' un 'Ansis', apkopoti 1. tabulā. Pārbaudes laikā līnijas vidējā ražība, salīdzinot ar standartšķirnēm, bija galvenokārt būtiski zemāka. Tomēr šķirnes 'Kornelija' priekšrocība ir tās agrinums (vidēji par 4 dienām īsāks veģetācijas periods nekā šķirnei 'Irbe'), paaugstinātā 1000 graudu masa un kopproteīna saturs graudos. Šķirne ir jānovāc tūlīt pēc pilngatavības iestāšanās, jo nelabvēlīgos ražas novākšanas apstākļos, kādus novēroja 2008., 2010. un 2012. gadā, tā ir parādījusi vidēju izturību pret veldrēšanos. Graudu tilpummasa, β-glikānu saturs graudos un izturība pret slimībām bija līdzīga standartšķirnei.

1. tabula

Kailgraudu miežu šķirnes 'Kornelija' vidējais pazīmju novērtējums selekcijas audzētavās Stendē, 2008.–2011. g.

Pazīmes	Kornelija	Irbe	Ansis
Raža, t ha ⁻¹	3.66a	4.14b	5.18c
Veģetācijas periods, dienas	88a	92b	97c
Auga garums, cm	83.0a	86.2a	67.8b
Graudu skaits vārpā	24.3a	26.7a	25.4a
Vārpa garums, cm	7.4a	7.9a	7.7a
Veldrēšanās, balles	5.6a	7.8b	8.1b
Proteīna saturs, g kg ⁻¹	164.1a	132.5b	115.7c
Ciete, g kg ⁻¹	614.5a	639.7b	622.5c
β-glikāni, g kg ⁻¹	53.2a	51.5a	40.7b
1000 graudu masa, g	48.6a	42.8b	47.4a
Tilpummasa, g L ⁻¹	776.7a	786.2a	668.7b
Miltrasa, balles	2–3	2–3	2
Tīklplankumainība, balles	0–1	0–1	1–2
Melnplauka, augi m ²	0	0	1.2

*pazīmes vidējie rādītāji starp šķirnēm, kuriem seko dažādi burti, ir būtiski atšķirīgi pie p<0.05 līmeņa.

Četrās vietās Baltijā divos pārbaudes gados šķirnes 'Kornelija' raža variēja no 3.01 t ha⁻¹ līdz 5.24 t ha⁻¹ (Stende, 2012. gadā) (2. tab.).

Šķirnes veldres izturība atkarībā no audzēšanas gada un vietas variēja no 5.2 līdz 9 ballēm. Visos audzēšanas apstākļos šķirne nodrošināja augstāku 1000 graudu masu un kopproteīna saturu graudos, salīdzinot ar standartšķirni 'Irbe'. Kailgraudu miežu šķirnei 'Kornelija' raksturīga augsta kuļamība, jo graudiem plēksne kulšanas laikā atdalās viegli.

Eiropas Reģionālā attīstības fonda līdzfinansēta projekta „Vietējās izcelsmes graudaugu sugu potenciāla izvērtēšana un šķirņu iegūšana izmantošanai īpašas diētiskas pārtikas produktu ieguvē” laikā iegūtie galvenie rezultāti kailgraudu miežu šķirnei 'Kornelija' pēc graudu kvalitātes pazīmju izvērtējuma apliecina, ka šķirnei ir priekšrocības un perspektīva, lai iegūtu graudus ar tādu graudu bioķīmisko sastāvu, kas var kļūt vērtīga izejviela diētisku produktu ieguvei. Šķirnei

'Kornelija' raksturīgs paaugstināts α -tokoferols, kopējo fenolu saturs graudos un antiradikālā aktivitātē (Bleidere *et al.*, 2013a; Bleidere *et al.*, 2013b). Šķirne šajos pētījumos uzrādīja arī paaugstinātu kopproteīna (177 g kg^{-1}) un β -glikānu (52 g kg^{-1}) saturu graudos.

2. tabula

Kailgraudu miežu šķirnes 'Kornelija' saimniecisko un graudu kvalitātes novērtējums
izmēģinājumos Latvijā, Lietuvā, Igaunijā, 2011.–2012. gadā

Pārbaudes gads un vieta	Šķirne	Graudu raža, t ha^{-1}	Veģ. periods, dienas	Veldrēšanās, balles	TGM, g	TM, g L^{-1}	Proteīns, mg kg^{-1}	Ciete, mg kg^{-1}	β -glikāni, mg kg^{-1}
2011. g.									
Stende (Latvija)	Kornelija	3.45b*	92	6.5	49.0	767	175	606	65
	Irbe	4.13a	99	7.0	44.5	743	157	618	56
Priekuļi (Latvija)	Kornelija	3.01a	87	9.0	41.7	789	127	649	62
	Ansis	3.94a	92	9.0	43.7	694	110	625	51
Dotnava (Lietuva)	Kornelija	3.87b	86	8.0	49.2	803	146	617	x
	Irbe	4.47a	89	8.0	44.6	807	136	637	x
Jegeva (Igaunija)	Kornelija	3.84b	84	9.0	42.6	735	189	x	x
	Irbe	4.71a	89	9.0	40.6	781	161	x	x
2012. g.									
Stende	Kornelija	5.24b	90	5.2	49.9	832	124	638	49
	Irbe	5.71b	95	7.7	47.9	830	109	644	50
Priekuļi	Kornelija	4.89b	90	7.0	44.0	820	128	665	66
	Irbe	5.97a	94	8.3	41.7	826	110	694	73
Dotnava	Irbe	3.60a	83	7.0	42.2	768	151	608	x
	Kornelija	3.26a	81	5.5	45.4	772	158	609	x

*ražas vidējie rādītāji katrā audzēšanas vietā starp šķirnēm, kuriem seko dažādi burti, ir būtiski atšķirīgi pie $p < 0.05$ līmeņa.

Sekmīgu AVS un SĪN pārbažu rezultātā (3. tab.) Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtam ir piešķirtas selekcionāra tiesības uz šķirni 'Kornelija'. Šķirni izveidojušas I. Belicka., M. Bleidere un I. Grunte.

3. tabula

Vasaras miežu šķirnes 'Kornelija' SĪN rezultāti, vidēji 2012. –2013.g.*

Šķirnes	Raža, t ha^{-1}	Augu garums, cm	Veģetācijas periods, dienas	Veldre, 1–9 balles	Tilpums, g L^{-1}	1000 graudu masa, g	Proteīns g kg^{-1}	Ciete, g kg^{-1}
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, „Pēterlauki”								
Irbe-st.	5.49	85	85	9	803	47.5	135	627
Kornelija	4.70	78	84	8	745	50.8	156	607
Viduslatgales profesionālā vidusskola, Daugavpils novads								
Irbe-st.	3.58	73	82	7	719	39.2	152	614
Kornelija	3.19	74	78	6	690	43.6	168	606
SKD Tiruļi, Saldus pagasts, Saldus novads								
Irbe-st.	4.99	76	88	9	771	46.6	113	634
Kornelija	4.74	70	90	9	756	49.8	112	637
LLU aģentūra „Zemkopības zinātniskais institūts”, Skrīveru novads								
Irbe-st.	4.88	89	91	9	763	47.7	160	609
Kornelija	4.25	90	87	9	747	53.2	188	592

*Šķirnes vidējais vērtējums ballēs: 'Irbe' – 38 balles; 'Kornelija' – 38 balles.

Secinājumi

1. Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā laika posmā no 2004. līdz 2013. gadam ir izveidota kailgraudu miežu šķirne 'Kornelija', kuru 2014. gadā iekļāva Latvijas un Igaunijas aizsargāto šķirņu reģistrā un Latvijas augu šķirņu katalogā.
2. Šķirne ir agrīna, ar rupjiem graudiem un paaugstinātu kopproteīna un β -glikānu saturu, kā arī graudu bioķīmisko sastāvu. Šķirnes 'Kornelija' graudi izmantojami gan kā izzeviela veselīgas pārtikas ieguvei, gan lopbarībā.

Izmantotā literatūra

1. Beinaroviča I., Bleidere M., Piliksere D., *et al.* (2014). Vasaras kailgraudu miežu šķirnes 'Irbe' izveidošana un raksturojums. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*. Raksti. Jelgava, 70.–76. lpp.
2. Bleidere M., Zute S., Jakobsons I. (2013a). Characterisation of physical and biochemical traits of hulless spring barley grain in Latvian breeding program. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B, Vol. 67, No. 4 (685)*, p. 20–30.
3. Bleidere M., Zute S., Brunava L. *et al.* (2013b). Yield and grain quality of hulless spring barley in field trials under different Nitrogen management conditions. **In:** *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Vol. 67, No. 3 (684)*, p. 229–235.
4. *Augu šķirņu saimniecisko īpašību novērtēšanas rezultāti 2013. gadā*. [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. okt.] Pieejams: <http://www.vaad.gov.lv/sakums/pakalpojumi/augu-skirnes/veidlapas.aspx>

VASARAS MIEŽU MAISIJUMU RAŽA, INFICĒŠANĀS AR LAPU SLIMĪBĀM UN KONKURĒTSPĒJA AR NEZĀLĒM

Indra Ločmele, Dace Piliksere, Nelda Venta, Linda Legzdīna

Valsts Priekuļu Laukaugu selekcijas institūts

Linda.Legzdina@priekuliselekcija.lv

Ievads

Videi draudzīgu lauksaimniecības sistēmu attīstība rada nepieciešamību palielināt graudaugu šķirņu ģenētisko daudzveidību. Ar minimālu finansiālo ieguldījumu to var izdarīt, audzējot šķirņu maisījumus (Tooker, Frank, 2012). Iespējamās maisījumu priekšrocības – labākas adaptācijas spējas konkrētā vidē, slimību izplatības samazināšanos un uzlabotu konkurētspēju ar nezālēm – nodrošina mijiedarbība starp dažādiem augiem. Ir pētījumi, kas apliecina, ka ziemas kviešu maisījumi ir stabilāki nekā tīrās līnijas (Löschenerger, Müllner 2013), arī vasaras kviešu maisījumiem konstatēta lielāka stabilitāte un labāka konkurētspēja (Kaut, Mason *et al.*, 2009). Līdzīgi rezultāti ir arī ar vasaras miežiem – to maisījumiem novērota labāka adaptācija vidē nekā maisījumu komponentiem tīrsējā (Kiær, Skovgaard *et al.*, 2012). Raksta mērķis ir iepazīstināt ar Latvijas Zinātnes padomes finansēta pētījumu projekta „Ģenētiski daudzveidīgas šķirnes videi draudzīgai lauksaimniecībai – priekšrocību un izveidošanas principu izpēte” pirmā izmēģinājumu gada rezultātiem.

Materiāli un metodes

Pētījumā izmantoti astoņi miežu šķirņu un selekcijas līniju maisījumi ar dažādu komponentu skaitu (1. tab.). Maisījumu veidošanai izmantotas šķirnes 'Rubiola', 'Vienna' un 'Anni', kā arī 13 selekcijas līnijas. Tie salīdzināti ar katra konkrētā maisījuma komponentu vidējiem ražas, inficēšanās ar lapu slimībām un konkurētspējas ar nezālēm rādītājiem.

Lauka izmēģinājumi 2014. gadā ierīkoti Priekuļos un Stendē. Abās vietās divās atšķirīgās audzēšanas sistēmās – bioloģiskajā un konvencionālajā, četros atkārtojumos, lauciņu izvietojums – randomizēts, to platība Priekuļos 12 m², Stendē – 5 m². Augsne visās audzēšanas vietās velēnu podzolēta mālsmilts, citi augsnes apstākļi apkopoti 2. tabulā. Izsējas norma visās audzēšanas vietās – 400 dīgstošī graudi uz m². Nezāļu ierobežošanai bioloģiskajās audzēšanas vietās augu cerošanas fāzē veikta sējumu ecēšana, konvencionālajās – izmantoti herbicīdi mustangs (florasulams 6.25 g L⁻¹) 0.5 L ha⁻¹ Stendē un sekators (amidosulfurons 100 g L⁻¹, nātrija

metiljodosulfurons 25 g L⁻¹) 0.15 L ha⁻¹ Priekuļos. Dabīgā infekcijas fonā vērtēta inficēšanās ar lapu slimībām: graudzāļu miltrasu (ieros. *Blumeria graminis*) un miežu lapu tīklplankumainību (ieros. *Pyrenophora teres*) ballēs no 0 līdz 9, kur 0 – nav redzamu slimības simptomu, 9 – nav novērojami dzīvi augi audi. Konkurētspējas ar nezālēm izvērtēšanai bioloģiskajos laukos Priekuļos divos miežu attīstības etapos veģetācijas laikā (AE 31–39, AE 59–65), bet Stendē – vienā (AE 37–39) – tika veikts labības augsnes seguma un nezāļu augsnes seguma vizuāls novērtējums un, izmantojot nezāļu augsnes seguma rādītāju lauciņā, kurā ļauts brīvi augt un attīstīties nezālēm, aprēķināta spēja nomākt nezāļu augšanu. Aprīļa pēdējā dekādē, kad noritēja sēja, abās audzēšanas vietās nokrišņu nebija, bet vidējā gaisa temperatūra pārsniedza ilggadēji novēroto. Maijā un jūlijā bija raksturīgi siltāki un sausāki laika apstākļi nekā ilggadēji novēroto, izņemot Priekuļos maijā, kur nokrišņu daudzums par 73% pārsniedza ilggadēji novēroto. Jūnijs abās audzēšanas vietās bija bagāts nokrišņiem, pārsniedzot ilggadējos rādītājus, bet gaisa temperatūra mēneša otrajā un trešajā dekādē bija zemāka par normu, kas nedaudz aizkavēja augu attīstību

1. tabula

Miežu šķirņu un selekcijas līniju maisījumu raksturojums

Maisījums	Komponentu skaits	Kritēriji maisījumu komponentu izvēlei *
M 1, M 2	3	Atšķirīga adaptācijas spēja audzēšanas apstākļiem
M 3	3	Dažāda cera forma – stāva, vidēja un izvērsta
M 4	5	Kombinēta strauja augu attīstība, laba augsnes noseģšanas spēja, laba cerošana, agra vārpošana, lapu noliekšanās
M 5	2	Atšķirīga konkurētspēja ar nezālēm
M 6, M 8	3	Dažāda inficēšanās pakāpe ar miežu lapu tīklplankumainību (ieros. <i>Pyrenophora teres</i>) un graudzāļu miltrasu (ieros. <i>Blumeria graminis</i>).
M 7	2	

*pēc ESF līdzfinansēta projekta „Videi draudzīgu un ilgtspējīgu laukaugu šķirņu selekcijas tehnoloģiju izstrāde, pilnveidošana un ieviešana praksē” rezultātiem.

2. tabula

Augsnes agroķīmiskie rādītāji un pielietotais mēslojums

Rādītāji	Priekuļi		Stende	
	konvencionāli	bioloģiski	konvencionāli	bioloģiski
pH KCL	5.5	5.8	6.6	5.9
Organiskās vielas saturs, %	2.1	2.3	3.5	2.3
Augiem izmantojamā K ₂ O saturs, mg kg ⁻¹	149	128	116	180
Augiem izmantojamā P ₂ O ₅ saturs, mg kg ⁻¹	172	182	246	265
Priekšaugi	kartupeļi	zaļmēslojums	airene	pākšaugi
Kompleksais mēslojums	N7-P20-K28	–	N18-P18-K18	–
Slāpekļa mēslojums	amonija nitrāts	–	–	–
Barības elementu devas tīrvielā, kg ha ⁻¹	N95-P50-K70	–	N80-P80-K80	–

Rezultāti

Vidējā raža bioloģiskajā audzēšanas sistēmā Priekuļos un Stendē bija attiecīgi 3.8 un 2.8 t ha⁻¹, bet konvencionālajās – 4.6 un 5.3 t ha⁻¹. Maisījumiem, salīdzinot ar komponentu vidējo, būtisks ražas pieaugums netika konstatēts (p<0.05). Tendence veidot nedaudz augstāku ražu visās audzēšanas vietās novērota maisījumam M 5, savukārt maisījumiem M 4, M 6 un M 7 šāda tendence novērota bioloģiskos audzēšanas apstākļos, bet maisījumiem M 2 un M 3 – konvencionālajos.

Vidējā inficēšanās ar miežu lapu tīklplankumainību bioloģiskajās audzēšanas sistēmās Priekuļos un Stendē bija attiecīgi 5.8 un 6.0 balles, bet konvencionālajās – 7.3 un 7.6 balles. Maisījumam M 7 bioloģiskajā audzēšanas sistēmā Stendē tika konstatēta būtiski zemāka inficēšanās nekā tā komponentiem vidēji (p<0.05). Tendence inficēties mazāk tika novērota maisījumam M 3 visās audzēšanas vietās, bet M 2 un M 5 – tikai konvencionālajās. Inficēšanās ar graudzāļu miltrasu bioloģiskajās audzēšanas sistēmās praktiski netika novērota, bet

konvencionālajos tā bija neliela – Priekuļos vidēji 1.0 balles, bet Stendē – 2.3 balles. Nedaudz mazāka inficēšanās tika novērota maisījumiem M 2 un M 5.

Izvērtējot maisījumu un to komponentu spēju nomākt nezāles, būtiskas atšķirības starp maisījumu un to komponentu vidējiem rādītājiem netika konstatētas. Maisījumam M 5 novērots nebūtiski lielāks augsnes segums.

Secinājumi

1. Maisījumiem salīdzinājumā ar to komponentu vidējiem rādītājiem netika konstatēts ne būtisks ražas vai konkurētspējas ar nezālēm uzlabojums, ne arī būtisks inficēšanās ar slimībām samazinājums.
2. Tendence labāk nosegt augsni novērota maisījumam, kurā izvēlēti komponenti ar atšķirīgu konkurētspēju, savukārt mazāka infekcijas pakāpe (bez būtiskas atšķirības) ar miežu lapu tīklplankumainību – maisījumam, kurš veidots, atlasot genotipus ar atšķirīgu cera formu.
3. Lai statistiski pamatoti izvērtētu izveidoto maisījumu priekšrocības un varētu sniegt audzētājiem praktiskus ieteikumus, nepieciešami vēl vismaz divu gadu izmēģinājumu rezultāti.

Izmantotā literatūra

1. Kaut A. H. E. E., Mason H. E., Navabi A., O'Donovan J. T., Spaner D. (2009). Performance and stability of performance of spring wheat mixtures in organic and conventional management systems in western Canada. *Journal of Agricultural Science*, 147, p. 141–153.
2. Kiær L. P., Skovgaard I. M., Østergård H. (2012). Effects of inter-varietal diversity, biotic stresses and environmental productivity on grain yield of spring barley variety mixtures. *Euphytica*, 185, p. 123–138.
3. Löschenberger F., Müllner A. (2013). Analysing stability of yield and quality parameters in winter wheat variety mixtures for organic farming in Austria. *In: Breeding for Nutrient Efficiency, Conference Booklet*, Göttingen, Germany, 24–26 September, p. 73.
4. Tooker J. F., Frank S. D. (2012). Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 49(5), p. 974–985.

VĒJAUZU IETEKME UZ VASARĀJU LABĪBU PRODUKTIVITĀTI

Sanita Zute, Zaiga Vīcupe

Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts

sanita.zute@stendeselekcija.lv

Ievads

Vējauzas (*Avena fatua* L.) ir viena no 10 agresīvākajām viengadīgo viendīgļlapju nezāļu sugām pasaules mērenā klimata zonā (Beckie *et al.*, 2012, Holm *et al.*, 1990). Kanādas zinātnieki apgalvo, ka viņu valsts prēriju reģionos vējauzas tiek uzskatītas par ekonomiski bīstamāko nezāli, jo to klātbūtne rada ražas samazinājumu no 10% līdz 60% (Kirkland, Hunter, 1991). Kanādas lauksaimnieki tieši vējauzu ierobežošanai nepieciešamo herbicīdu iegādei iegulda daudz lielākus līdzekļus nekā citu nezāļu apkarošanai (Leeson, 2006). Intensificējot labību un citu viengadīgo laukaugu audzēšanu, vējauzu izplatības risks pieaug. Somijā, īstenojot īpašas programmas, vējauzu ierobežošanai pievērš pastiprinātu uzmanību (Kortemaa, 2013). Līdzīgu pieeju vējauzu ierobežošanai atbalsta arī Zviedrijā, Norvēģijā, Igaunijā un citās Ziemeļeiropas valstīs.

Īpaši aktuāla vējauzu ierobežošana ir sēklaudzēšanas saimniecībām. Arī Latvijā saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 120 (13.02.2007.) labību un lopbarības augu sēklaudzēšanas laukos nav pieļaujama vējauzu klātbūtne. Tā kā vējauzu izplatīšanās notiek ļoti daudzveidīgi (ar sēklu vai lopbarību, ar vēju vai palu ūdeņiem, ar lauksaimniecības tehniku utt.), laukus no tām nosargāt ir grūti, īpaši, ja tuvumā ir ar vējauzām piesārņotas teritorijas.

Lai veiktu šodienas situācijas analīzi un iegūtu jaunu ar faktiem apstiprinātu informāciju par vējauzu izplatību un kaitīgumu Latvijā, 2013. gadā LR Zemkopības ministrija pasūtīja pētījumu „Nezāļu izplatības ierobežošana integrētās augu aizsardzības sistēmā laukaugu kultūru sējumos un stādījumos, sekmējot vides un resursu ilgtspējīgāku izmantošanu”. Viens no šī projekta

uzdevumiem ir novērtēt vējauzu izplatības līmeņa ietekmi uz vasarāju labību ražu un ražas kvalitāti ražošanas sējumos.

Materiāli un metodes

Vējauzu ietekmes novērtēšanai ražošanas apstākļos izmēģinājums tika iekārtots vasaras miežu sējumos Talsu novada zemnieku saimniecībās: 2013. gadā Vandzenes pagastā, 2014. gadā – Ģibuļu pagastā. Miežu audzēšanas agrotehnika atbilda saimniecībā vispārpieņemtai praksei. Sējumos nezāļu ierobežošanai neizmantoja vējauzas ierobežojošus herbicīdus. Pētījumam piemērotākos laukus izvēlējās vējauzu plaukšanas stadijā, kad uz lauka bija iespējams vizuāli konstatēt nezāles esamību sējumā. Uz lauka tika iezīmēti 16 ražas uzskaites laukumi 0.25 m² platībā ar dažādu vējauzu biežību tajā. Lai nodrošinātu vējauzu sēklu ražas uzskati, vējauzu skarus tikai ievietotas perforētā plastikāta izolatorā. Paraugkūļus no lauka novāca miežu pilngatavības stadijā un analizēja Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūta laboratorijās, nosakot miežu un vējauzu biomasu (sēklu un salmu kopražu) un graudu/sēklu masu no 0.25 m² uzskaites laukuma, un aprēķinot ražu g m² gaissausam paraugam, miežu un vējauzu stiebru skaitu no uzskaites platības un, aprēķinot to skaitu gab m², vidējo miežu graudu skaitu vārpā pēc 20 vārpu graudu skaita (gab.), kā arī miežu 1000 graudu masu gramos (g). Turpmākai datu analīzei ražas paraugus grupēja trīs grupās atkarībā no vējauzu stiebru skaita uzskaites platībā, atsevišķi vērtējot kontroles paraugus, kuros vējauzu nebija. Iegūto datu statistiskai analīzei izmantota *Microsoft Excel* datu analīzes programma *Anova*.

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums. 2013. un 2014. gada meteoroloģiskie apstākļi uzskatāmi par labvēlīgiem vējauzu attīstībai. Vējauzu sadīgšanu veicina augsnes savlaicīga iesilšana un optimāls augsnes mitrums. 2014. gada aprīlī un maijā diennakts vidējā gaisa temperatūra bija par 2.8 un 1.1 °C augstāka par ilggadējo normu, kā arī jūnijā nokrišņu norma tika pārsniegta par 75%. 2013. gada maijā un jūnijā diennakts vidējā gaisa temperatūra bija attiecīgi par 3.5 un 2.7 °C augstāka par ilggadējo normu, šajos mēnešos arī nokrišņu norma tika pārsniegta attiecīgi par 91% un 31%. Savlaicīga vējauzu sadīgšana ir galvenais vējauzu augstās konkurētspējas priekšnosacījums un drauds laukaugu ražībai (Beckie *et al.*, 2012).

Rezultāti

Analizējot ražošanas apstākļos ievāktos miežu un vējauzu kūļus, konstatēja: ražas uzskaites paraugos, pieaugot vējauzu stiebru skaitam, miežu stiebru skaits pakāpeniski samazinājās. Īpaši izteikta šī tendence bija 2014. gadā veiktajos novērojumos, jo pētījumam izvēlētais lauks bija ar augstāku agrofonu nekā 2013. gadā (lietotas lielākas mēslojuma devas, lielāka miežu izsējas norma, mieži un arī vējauzas labi sacerojušas). Tas parādīja, ka arī augsta agrofona apstākļos vējauzas spēj veiksmīgi konkurēt ar miežiem un izveidot augu kolonijas ar lielu vējauzu īpatsvaru (1. tab.)

1. tabula

Ražas paraugu sadalījums grupās atkarībā no vējauzu stiebru īpatsvara miežu sējumā 2013. un 2014. gadā Talsu novadā

Ražas paraugu grupas	Ražas paraugu skaits grupā	Vējauzu stiebru īpatsvars, vidēji grupā, %	Minimālais un maksimālais stiebru skaits grupā, gab. m ² ,	
			vējauzas	mieži
2013. gadā				
I	4	0	0	464–648
II	4	12	28–48	264–540
III	3	22	68–92	260–400
IV	4	42	120–136	316–432
V	1	63	162	332
2014. gadā				
I	3	0	0	1288–1344
II	2	4	10–32	648–1286
III	3	16	62–80	752–984
IV	3	22	84–108	608–784
V	5	42	148–208	592–1136

Uzskaites laukumos ievāktu paraugu ražības rādītāju analīze parādīja, ka grupās ar augstāku vējauzu īpatsvaru samazinājās gan miežu ražas kopējā biomasa (salmu un graudu masa), gan graudu raža no platības. Būtiska un negatīva lineārā korelatīvā sakarība starp vējauzu un miežu biomasas izmaiņām uzskaites platībās tika konstatēta abu gadu izmēģinājumos (2. tab.).

2. tabula
Vējauzu īpatsvara ietekme uz miežu un vējauzu ražību 2013. un 2014. gadā Talsu novadā

Ražas paraugu grupas	Ražas biomasa, g m ²		Graudu/sēklu raža, g m ²	
	vējauzas	mieži	vējauzas	mieži
2013. gadā				
I	0	1035	0	373
II	77	670	43	262
III	147	667	70	255
IV	214	515	127	205
V	231	363	355	167
2014. gadā				
I	0	1592	0	596
II	180	1080	140	344
III	404	936	335	357
IV	508	716	345	225
V	1080	872	654	227

2013. gadā vējauzu īpatsvara pieaugums ietekmēja miežu biomasas samazināšanos par 79% ($R^2 = 0.794$), korelācijas koeficients $r = -0.891$ ($n = 16$, $r_{krit 0.05} = 0.497$), bet attiecīgi 2014. gadā $R^2 = 0.383$, $r = -0.619$, $n = 16$. Sagrupējot ievāktos ražas paraugus grupās un salīdzinot miežu graudu ražības izmaiņas tajās, konstatēja, ka, piemēram, V grupā ar augstāko vējauzu īpatsvaru 2013. gadā miežu raža bija par 206 g m² jeb 55.2% zemāka nekā I grupā, kurā nebija vējauzu, bet 2014. gadā attiecīgi par 369 g m² jeb 61.9% zemāka. Grupās ar mazāku vējauzu īpatsvaru vidējais miežu ražas samazinājums bija mazāks, tomēr abus gadus pārsniedza 30% pret kontroles grupu. Tāpat jāņem vērā, ka par miežu ražas samazinājuma iemeslu nedrīkst uzskatīt tikai vējauzu klātbūtni. Ražošanas apstākļos iekārtotajā izmēģinājumā netika nodrošināts vienāds miežu augu skaits visās uzskaites vietās. Tādēļ nevar apgalvot, ka miežu ražas samazinājumu noteica tikai vējauzu īpatsvars. Iespējams, tieši vietās, kur miežu augu skaits pēc sadīgšanas bija mazāks, tika radīta labvēlīga vide intensīvākai vējauzu sadīgšanai. Literatūrā ir minēts, ka vējauzas mazāk ietekmē labvēlīga vide intensīvākai vējauzu sadīgšanai. Literatūrā ir minēts, ka vējauzas mazāk ietekmē labību galvenā stiebra attīstību, taču atstāj būtisku ietekmi uz blakus stiebru produktivitāti (Scursoni *et al.*, 2005). Analizējot atsevišķu miežu produktivitātes rādītāju izmaiņas starp paraugu grupām, šajā eksperimentā konstatēja, ka vidējais graudu skaits miežu vārpā mainījās vismazāk, bet būtiskas atšķirības bija starp grupu vidējiem 1000 graudu masas rādītājiem. Miežu 1000 graudu masas atšķirības starp I un V paraugu grupu 2014. gadā bija 10.14 g, 2013. gadā – 6.29 g.

Secinājumi

1. Abu eksperimenta gadu rezultāti apliecināja: pieaugot vējauzu īpatsvaram sējumā, miežu raža samazinās. Šajā eksperimentā tika konstatēts, ka miežu raža grupā ar augstāko vējauzu īpatsvaru samazinājās pat par 62%, salīdzinot ar graudu ražu miežu sējumā bez vējauzām.
2. Ražas uzskaites platībās ar lielāku vējauzu īpatsvaru tika konstatēts mazāks miežu stiebru skaits uz platības vienību.
3. Vējauzu īpatsvaram pieaugot, būtiski samazinājās miežu 1000 graudu masa.

Izmantotā literatūra

1. Beckie H. J., Francis A. and Hall L. M. (2012). The Biology of Canadian Weeds. 27. *Avena fatua* L. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 92, p.1329–1357.
2. Holm L. G., Plucknett D. L., Pancho J. V., Herberger J. P. (1991). *The world's worst weeds. Distribution and biology*. The University Press of Hawaii, Honolulu, HI. 609 p.
3. Kirkland K. J., Hunter J. H. (1991). Competitiveness of Canada prairie spring wheats with wild oat (*Avena fatua* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 71, p.1089–1092.

4. Kortema H. (2013) Seed production in Finland and control of wild oats (*Avena fatua*) [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 11. novembrī]. Pieejams: http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkatalog/TAIMETERVIS/oppepaevad/2013/in_fopaev-20130423-kortemaa.pdf
5. Rasiņš A. (1954). *Latvijas PSR nezāļu augļi un sēklas*. Rīga, LVI. 424 lpp.
6. Scursoni J. A., Satorre E. H. (2005). Barley (*Hordeum vulgare*) and wild oat (*Avena fatua*) competition is affected by crop and weed density. *Weed Technology*, Vol. 19, 4, p. 790–795.

VĒJAUZU (*AVENA FATUA* L.) SĒKLU DĪGTSPĒJA LABORATORIJAS APSTĀKĻOS

Zaiga Jansone, Zaiga Vīcupe

Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts
stende.selekcija@apollo.lv

Ievads

Vējauza (*Avena fatua* L.) ir viendīgļlapju nezāle. Vējauzu attīstības bioloģija (neprognozējamā dīdība, augstā sēklu ražība, pašappute, paaugstinātā konkurētspēja, agrīnā nogatavošanās un ātrā sēklu izbiršana) kopā ar bieži novēroto rezistenci pret herbicīdiem apgrūtina to ierobežošanu (Soroka *et al.*, 2007).

Vējauzām konstatēta būtiska genotipiskā mainība augu un sēklu morfoloģiskajām pazīmēm, sēklu miera perioda garumam, dīgtspējai, laukdīdībai un augu attīstības tempam (Sharma *et al.*, 1977). Vējauzu sēklu miera periods un dīgtspēja ir kompleksi iedzimstošas pazīmes, kuras ietekmē hormoni, kā arī augu attīstību un audzēšanas apstākļus ietekmējošie faktori pirms un pēc sēklu pilngatavības sasniegšanas (Somody *et al.*, 1984). Pēc sēklu izbiršanas sēklu miera perioda garuma izmaiņas ir atkarīgas no apkārtējās vides meteoroloģiskajiem apstākļiem, no pielietotās agrotehnikas, piemēram, augsnes apstrādes paņēmieniem, sējumu biežības, mēslojuma (Kon *et al.*, 2007). Tāpēc pētījumi par vējauzu sēklu dīgtspēju saistībā ar to miera periodu ir ļoti svarīgi, tomēr sarežģīti.

Pēdējos gados arī Latvijā novērota strauja vējauzu izplatība, tādēļ pētījumi par to bioloģiju un ierobežošanas iespējām šobrīd ir aktuāli. Konkurence starp vējauzu un labību augiem sākas jau agrīnajās augu attīstības stadijās tūlīt pēc sadīgšanas, visvairāk ražu ietekmējot pirmajās sešās nedēļās. Turklāt vislielākais ražas samazinājums ir tad, ja vējauzas dīgst vienlaicīgi ar graudaugiem (Zimdahl, 2004).

Literatūrā atrastā informācija par vējauzu dīgšanu veicinošiem faktoriem ir nepilnīga. Tādēļ pētījuma mērķis bija izvērtēt dažādu vējauzu populāciju sēklu dīgtspēju un pārbaudīt to dīdību veicinošos faktorus laboratorijas apstākļos. Iegūtie rezultāti turpmāk var būt izmantojami dažādos ar vējauzu izpēti un ierobežošanu saistītos eksperimentos.

Materiāli un metodes

Vējauzu vietējo populāciju sēklas tika ievāktas 2013. un 2014. gadā dažādos Latvijas reģionos. Sēklas pirms eksperimenta glabātas noliktavā (gaisa temperatūra – 18 °C, relatīvais gaisa mitrums – 45%), 2014. gada paraugi 2 mēnešus un 2013. gada – 14 mēnešus.

Diedzēšanas eksperimentu veica divos etapos:

1. Pārbaudīta vienas vējauzu populācijas (Nr. 72 – ievākta 2014. gadā, Saldus novadā) sēklu dīgtspēja laboratorijas apstākļos, salīdzinot ar auzām (plēkšņainās – ‘Laima’, kailgraudu – S–156) un miežiem (kailgraudu – ‘Kornelija’, plēkšņainie – ‘Ansis’).

Vējauzu sēklu dīgšanas provocēšanai izvēlēti vairāki varianti:

- neizlobītas;
- izlobītas no plēksnēm;
- uzbriedinātas dejonizētā ūdenī (5 stundas);
- skarificētas (sēklapvalka mehāniska apstrāde, ar adatu saduršot sēklas plēksni);
- vienu stundu briedinātas dejonizētā ūdenī, 15 min. turētas hloru saturošā šķīdumā (attiecība 1:10), rūpīgi noskalotas un 4 stundas briedinātas dejonizētā ūdenī;

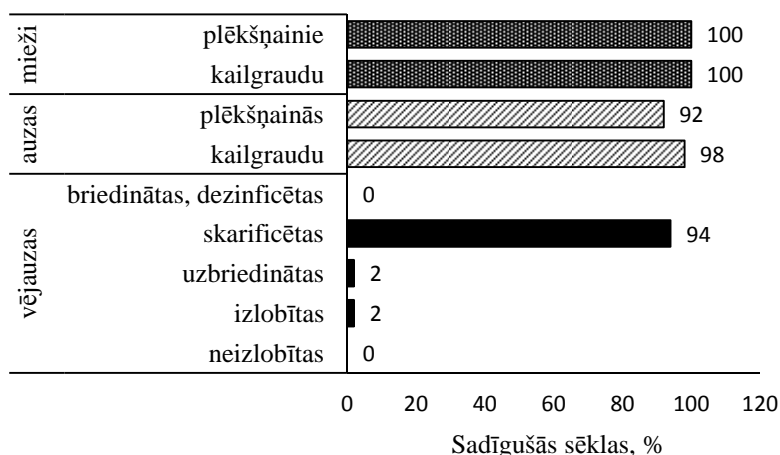
2. Salīdzināta vējauzu sēklu dīgtspēja 6 populācijām ar atšķirīgu sēklu morfoloģiju (krāsa, apmatojums) un ievākšanas laiku. Četras populācijas ievāktas 2014. gadā (Nr. 54 un Nr. 72 – Saldus novadā, Nr. 80 – Burtnieku novadā, Nr. 84 – Krustpils novadā), bet divas – 2013. gadā (Nr. 48 – Vaiņodes novadā un Nr. V-33 – Smiltenes novadā). Sēklas sagatavotas divos veidos – neapstrādātas un skarificētas.

Abos etapos diedzēšanai izvēlētas 25 sēklas. Izmēģinājums veikts 22°C temperatūras režīmā, divos atkārtojumos. Vējauzu un graudaugu sēklas diedzētas Petri platēs (diametrs – 90 mm) starp filtrpapīriem, uzlejot 5 ml dejonizētu ūdeni. Pēc 6 dienām saskaitītas sadīgušās sēklas.

Rezultāti un diskusijas

Izmēģinājumā iekļauto graudaugu sēklu dīgtspēja bija būtiski ($p < 0.05$) augstāka nekā vējauzām, apstiprinot literatūras datus, ka vējauzu sēklas bez pietiekami gara pēcbriedes perioda dīgst vāji vai neuzdīgst nemaz (Somody *et al.*, 1984). Visaugstākā dīgtspēja (100%) bija miežiem, kas liecina, ka tiem varētu būt lielāka konkurētspēja ar vējauzām sēklu dīgšanas laikā arī lauka apstākļos.

Tā kā vējauzu sēklām ir ļoti biezs un izturīgs sēklapvalks, kas kavē skābekļa un mitruma piekļūšanu sēklai, tika pārbaudīti dažādi paņēmieni vējauzu sēklu dīdzības provocēšanai. Analizējot iegūtos rezultātus, konstatēts, ka visaugstākā dīdzība bija skarificētām vējauzu sēklām (1. att.). Pārējo apstrādes veidu ietekme uz 2014. gadā ievāktu vējauzu sēklu dīgtspēju nebija būtiska.



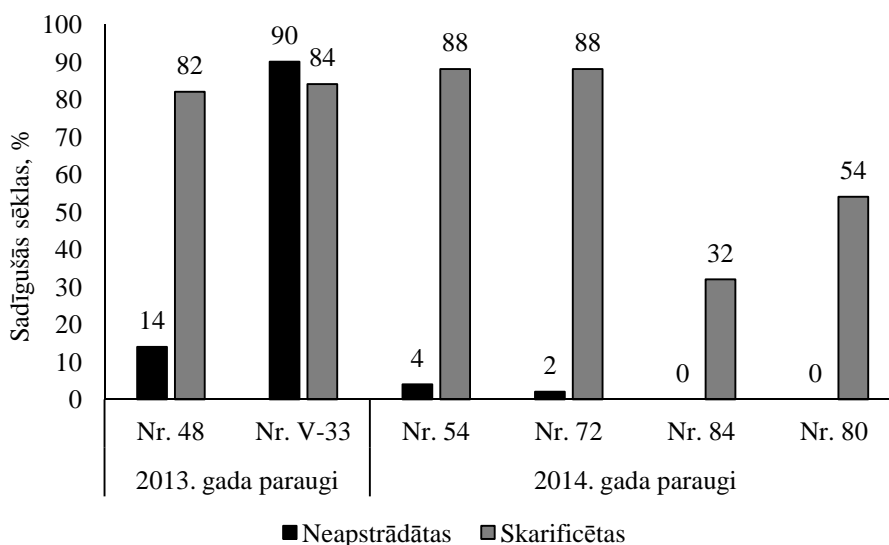
1. att. Graudaugu un dažādi apstrādātu vējauzu sēklu vidējie dīgtspējas rādītāji.

Balstoties uz izmēģinājuma pirmajā etapā iegūtajiem rezultātiem, lai novērtētu dažādu vējauzu populāciju dīgtspēju, pielietoja sēklu skarifikāciju. Arī literatūrā atrodams zinātnieku viedoklis par šī sēklu apstrādes veida pozitīvo ietekmi uz vējauzu dīdzību, norādot, ka sēklu apvalka mehāniskais bojājums sekmē labāku mitruma uzsūkšanu (Hsiao *et al.*, 1983). Salīdzināšanai paralēli tika diedzētas arī neapstrādātas sēklas.

Apkopojot izmēģinājumā iegūtos datus, konstatētas būtiskas atšķirības sēklu dīgtspējā atkarībā no paraugu ievākšanas laika (2. att.).

Visaugstākā dīgtspēja bija 2013. gadā ievāktu paraugu skarificētajām sēklām. No neapstrādātajām sēklām laba dīdzība bija tikai vienai populācijai – V-33 (Smiltenes novads). 2014. gadā ievāktie neapstrādātie sēklu paraugi praktiski nesadīga. Arī pēc ārvalstu pētnieku uzskatiem (Adkins, Ross, 1981; Almaghrabi, 2012) vējauzu sēklām ir salīdzinoši garš miera periods.

Kopumā var secināt, ka Latvijā labības laukos sastopamās vējauzu populācijas ir ļoti daudzveidīgas. Tās savstarpēji atšķiras ne tikai pēc graudu morfoloģiskajām pazīmēm (3. att.), bet arī pēc sēklu dīgtspējas atkarībā no to ievākšanas laika. Savstarpēji salīdzinot 2014. gadā ievāktos paraugus, augstākā sēklu dīdzība bija vējauzu populācijai Nr. 72 (Jaunauces novads), bet zemākā – Nr. 84 (Burtnieku novads).



2. att. Vējauzu populāciju dīgtspējas vidējo rādītāju salīdzinājums.



3. att. Vējauzu populācijas: Nr. 80 (ievākts 2014. gadā Burtnieku novadā); Nr. 84 (ievākts 2014. gadā Krustpils novadā).

Izprotot dažādos vējauzu sēklu dīgtspēju ietekmējošos apstākļus, lauksaimniekiem ir vieglāk izvēlēties efektīvākās metodes un veidus šīs specifiskās nezāles ierobežošanai.

Secinājumi

1. Miežu un auzu neapstrādāto sēklu dīgtspēja bija būtiski augstāka nekā vējauzām.
2. No sēklu dīdzības provocēšanas paņēmieniem laboratorijas apstākļos visefektīvākais apstrādes veids ir skarificēšana – sēklapvalka mehāniska apstrāde.
3. Konstatētas būtiskas atšķirības vējauzu sēklu dīgtspējā atkarībā no paraugu ievākšanas laika. 2014. gadā ievāktās neapstrādātās sēklas praktiski nesadīga, kas apliecina pēcbrīdes perioda nepieciešamību.
4. Vējauzu sēklu dīdzību ietekmē genotips, jo šis rādītājs starp izmēģinājumā iekļautajām populācijām bija atšķirīgs.

Izmantotā literatūra

1. Adkins S. W., Ross J. D. (1981). Studies in Wild Oat Seed Dormancy. *Plant Physiology*, Vol. 67, p. 358–362.
2. Almaghrabi O. A. (2012). Control of wild oat (*Avena fatua* L.) using some phenolic compounds I – Germination and some growth parameters. *Saudi Journal of Biological Sciences*, Vol. 19, p. 17–24.
3. Hsiao A. I., McIntire G. I., Hanes J. A. (1983). Seed dormancy in *Avena fatua* L. Induction of germination by mechanical injury. *Botanical Gazette*, Vol. 144, p. 217–222.

4. Kon K. F., Follas G. B., James D. E. (2007). Seed dormancy and germination phenology of grass weeds and implication for their control in cereals. *New Zealand Plant Protection*, Vol. 60, p. 174–182.
5. Sharma M. P., McBeath D. K. and Vanden Born W. H. (1977). Studies on the biology of wild oats. II. Growth. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 57, p. 811–817.
6. Somody C. N., Nalewaja J. D. and Miller S. D. (1984). Wild oat (*Avena fatua*) Seed Environment and Germination. *Weed Science*, Vol. 32, p. 502–507.
7. Сорока С. В., Лапковская Т. Н., Сорока Л. И., Ивашкевич А. А. Чтобы победить овсюг, необходим комплекс мер. (2007.) [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 1. nov.]. Pieejams: <http://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=1639>
8. Zimdahl R. L. (2004). *Weed-Crop Competition: A Review*, Blackwell Publishing. 211 p.

VELDRES NOTEIKŠANAS PAŅĒMIENU SALĪDZINĀJUMS AUZĀM PIENGATAVĪBAS STADIJĀ 2014. GADĀ

Linda Brunava^{1,2}, Sanita Zute¹, Ina Alsīņa²

¹Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts, ²Latvijas Lauksaimniecības universitāte
linda.brunava@gmail.com

Ievads

Labības veldrēšanās ir viens no nozīmīgākajiem graudaugu ražību ietekmējošiem faktoriem. Veldrēšanos izraisa tai labvēlīgi laika apstākļi (silts un mitrs klimats), topogrāfija, augsnes veids, priekšaugi, augsnes apstrādes veids, slimības un auga anatomiskās īpašības (piemēram, sakņu sistēma, auga garums, stiebra sieniņu blīvums, vārpa/skaras smagums un veids). Labības veldrēšanās ietekmē ne tikai tās ražību, bet apgrūtina novākšanas procesu un samazina graudu kvalitāti. Graudu nogatavošanās perioda beigās veldre var samazināt sējumu ražību pat līdz 80% (Berry *et al.*, 2002). Aizvien biežāk tiek pētīti procesi, kas izraisa veldri, un ir noskaidrots, ka veldrēšanās ir komplicēta parādība. Selekcionāriem ir svarīgi, lai jaunizveidotās šķirnes būtu izturīgas pret veldri, bet laika apstākļos, kad veldre neveidojas, ar tradicionālo noteikšanas metodi lauka apstākļos nav iespējams noteikt šķirnes potenciālu un iespēju saveldrēties. Pārsvārā tiek pētītas tādas pasaulē izplatītas graudaugu sugas kā kvieši (*Triticum aestivum* L.) un rīsi (*Oryza sativa* L.), kam ir izstrādātas matemātiskas sakarības, kas spēj noteikt veldres izturību arī tad, ja noteiktos meteoroloģiskos apstākļos tā nav redzama (Berry *et al.*, 2004; Reza *et al.*, 2012). Šādu modeļu pagaidām nav auzām (*Avena sativa* L.), kas Latvijai raksturīgos klimatiskos apstākļos veldrējas salīdzinoši bieži. Auzām raksturīgā stiebru veldre augus daļēji noliec vai nolauž: tas liek secināt, ka sakņu sistēma ir pietiekami izturīga, un veldrēšanos izraisa galvenokārt auga virszemes daļu anatomiskā uzbūve un meteoroloģiskie apstākļi.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot, vai matemātiskās sakarības, kas spēj noteikt veldres izturību pasaulē biežāk kultivētajiem graudaugiem, var tikt attiecinātas arī uz auzām.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums iekārtots Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā 2014. gada pavasarī velēnu podzolētā smilšmāla augsnē (pH KCl – 6.0, organiskās vielas saturs – 22 g kg⁻¹, augiem izmantojamā P saturs – 99 mg kg⁻¹, K – 149 mg kg⁻¹), randomizēti 4 atkārtojumos ar ražas uzskaites platību 10 m². Izsējas norma: 500 dīgstošas sēklas uz 1 m². 22. aprīlī iesētas 4 plēkšņaino auzu šķirnes: ‘Stendes Dārta’, ‘Arta’, ‘Laima’, ‘Kirovec’ un viena līnija ‘33122’, kas savstarpēji atšķiras gan pēc auga garuma, gan skaras masas, gan pēc izturības pret veldrēšanos.

Veģetācijas perioda laikā piengatavības fāzes sākumā (AS 73) no katra atkārtojuma randomizēti izvēlēti 20 augi, kuriem izmērīts stiebra un skaras garums un to masa, stiebra posmu diametrs, kā arī noteikta stiebra izturība. Pētījumā aprēķināta smaguma centra (*center of gravity*) attiecība (Berry *et al.*, 1998; Brunava, Alsīņa, 2014), noteikts veldres izturības rādītājs (Ruebenbauer, Rieggerowa, 1955), stiebra izturības rādītājs (*stem failure moment*) (Baker *et al.*, 1998) un veldrēšanās indekss (*index of lodging*) (Reza *et al.*, 2012).

Veģetācijas perioda beigās novācot ražu, vērtēta veldres izturība ballēs (9 – ļoti augsta veldres izturība, visi stiebi atrodas vertikālā stāvoklī; 7 – augsta veldres izturība, 25% no stiebiem noliekušies par 30°; 5 – vidēja veldres izturība, 50% no stiebiem noliekušies par 45°; 3 – zema veldres izturība, 75% stiebru noliekušies par 60°; 1 – ļoti zema veldres izturība, visi stiebi noliekušies par 90°, ražas novākšana nav iespējama).

Datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot *MS Excel* ANOVA vienfaktora dispersijas un korelācijas analīzes.

Rezultāti un diskusijas

Vairākos salīdzinoši vecākos pētījumos apgalvots, ka veldres izturība ir atkarīga no auga garuma, respektīvi, garākiem augiem biežāk tiek novērota zema izturība pret veldri. Tomēr ne vienmēr tas tā ir. Salīdzinot nomērītos augu garumus, konstatēts, ka būtiski ($p < 0.05$) garāki augi novēroti šķirnei 'Arta' – 116.60 cm, lai gan veģetācijas perioda beigās veldres izturība tika novērtēta ar 7 ballēm. Pretēja situācija novērojama šķirnei 'Kirovec', kurai augu garums bija viszemākais salīdzinājumā ar pārējām šķirnēm, tikai 86.54 cm, bet veldres izturība viszemākā – tikai 5 balles (1. tab.). Pētījumos Lielbritānijā P. M. Berijs (1998) ir izstrādājis modeli ziemas kviešu veldres izturības noteikšanai un kā vienu no iespējamajiem parametriem minējis gravitācijas jeb smaguma centra aprēķinu, izmantojot skaras un stiebra masu un garumus. Smaguma centra augstums nav iespējams salīdzināt pētāmajām šķirnēm savstarpēji, jo tiem ir atšķirīgi auga garumi. Matemātiskā izteiksmē, dālot smaguma centra augstumu ar visa auga garumu, iegūst attiecību, kuras vērtība parāda, cik liela ir iespēja augam saveldrēties (Brunava, Alsiņa, 2014). Smaguma centra attiecības pret auga garumu vērtība nosaka veldres izturību. Ja tā ir augstāka par 0.5 – pastāv veldrēšanās risks. Jo augstāka attiecība, jo risks lielāks un veldrēšanās izteiktāka. Pētījumā šķirnēm ar zemāku smaguma centra attiecību bija raksturīga augsta izturība pret veldri, bet tam palielinoties, izturība pazeminās (1. tab.). Visaugstākā attiecība aprēķināta šķirnei 'Kirovec' (0.586), kurai arī bija viszemākā izturība pret veldri (5 balles). Šāda matemātiskā sakarība, kas apraksta kviešu izturību pret veldri, izmantojot smaguma centra lielumu, ir attiecināma arī uz auzām, kas morfoloģiski atšķiras no kviešiem: par to liecina korelatīvās sakarības. Starp veldres izturību veģetācijas sezonas beigās un gravitācijas centra attiecību ar auga garumu novērota cieša negatīva korelācija $r = -0.949$ ($n = 5$, $r_{0.05} = 0.754$). Tas ļauj secināt, ka šīs varētu būt viens no paņēmieniem, kā noteikt veldres izturību jau agrākās attīstības stadijās.

1. tabula

Gravitācijas centra un attiecības ar auga garumu piengatavības fāzē salīdzinājums ar veldres izturību veģetācijas perioda beigās 2014. gadā Stendē

Šķirne	Auga garums, cm*	Gravitācijas centra augstums, cm*	Attiecība*	Veldres izturības rādītājs*	Veldrēšanās indekss 3. posmam, %*	Veldre, balles
33122	92.04	63.830	0.569	0.882	367	9
Stendes Dārta	93.45	62.957	0.566	0.584	307	9
Laima	98.22	65.790	0.560	0.649	374	9
Arta	116.60	81.505	0.577	0.791	530	7
Kirovec	86.54	60.972	0.586	0.661	187	5

* $p < 0.05$

Pētījumos 20. gadsimta 50. un 60. gados aprakstīta teorija par to, ka veldres izturība ir cieši atkarīga no katra stiebra posma (tieši zemāko) izturības pret veldri, ņemot vērā posmu diametrus (Ruebenbauer, Rieggerowa, 1955; Was, 1960). T. Rebenbauera un H. Rigerovas veldres izturības rādītājs tiek aprēķināts, izmantojot apakšējo stiebra posmu garumus un posmu diametrus, lai gan ir šķirnes, kuras lūzt pie skaras. Pētījumā aprēķināts izturības rādītājs (1. tab.). Šim rādītājam pietuvinoties vērtībai 1, veldres izturībai jābūt augstākai. Rezultātos redzams, ka šķirnēm, kurām veģetācijas perioda beigās bija visaugstākā veldres izturība, aprēķinātais izturības rādītājs bija svārstīgs, gan pietuvojoties vērtībai 1, gan attālinoties. Šķirnei 'Stendes Dārta' pēc aprēķinātā veldres izturības rādītāja piengatavības fāzē konstatēta viszemākā veldres izturība, kas ir pretēji novērotajam, jo veģetācijas perioda beigās veldres izturība bija 9 balles. Korelatīvās sakarības starp

veldres izturību un aprēķināto rādītāju netika novērotas – $r=0.64$ ($n=5$, $r_{0.05}=0.754$), kas var liecināt par to, ka šāds veldres noteikšanas paņēmiens nevar tikt pielietots auzām, vai arī veldres izturības rādītājs apakšējos posmos izmēģinājumā iekļautajām šķirnēm nav noteicošais lielums veldres noteikšanā.

Pētījumos ar rīsiem tiek izmantots veldrēšanas indekss (Reza *et al.*, 2012), kuru aprēķina stiebra apakšējiem posmiem (3. un 4. posms, skaitot no augšas). Šajā pētījumā veldrēšanās indekss tika aprēķināts 3. posmam, tomēr, lai gan starp šķirnēm tika novērotas būtiskas atšķirības, nozīmīgas korelatīvās sakarības ar faktisko veldres izturību netika konstatētas, un tas liek domāt, ka izturību pret veldri nosaka citi parametri.

Stiebra izturība ir viens no noteicošajiem parametriem, kas var ietekmēt veldrēšanos nelabvēlīgos meteoroloģiskajos apstākļos, piemēram, izteiktās vēja brāzmās (Cleugh *et al.*, 1998). Pamatojoties uz fizikas rādītājiem, piemēram, lieces momentu (*bending moment*), iespējams no fizikas viedokļa izskaidrot veldrēšanās procesu. Šādam veldres noteikšanas modelim pamatā ir stiebra virszemes daļu parametri (gravitācijas centrs, auga svars, vēja vai lietus brāzmu stiprums) un rādītāji, kas raksturo stiebra un sakņu sistēmas stabilitāti (stiebra izturība, sakņu sistēmas stabilitāte, augsnes tips). Veldre tiek konstatēta brīdī, kad virszemes daļu izturība ir lielāka par pamatnes daļu izturību. Auzām ir raksturīga stiebru veldre, to noliekšanās vai salūšana; pateicoties spēcīgi attīstītai sakņu sistēmai, sakņu veldre novērojama retāk. Viens no veidojošajiem parametriem stiebra pamatnes izturības noteikšanā ir lieces spēks (*bending strength*), pēc kura tiek aprēķināta stiebra materiāla izturība (*stem wall material strength*) (Berry *et al.*, 2000). Jo lielāka materiāla izturība, jo stiebra posmiem būtu jābūt izturīgākiem pret mehāniskām kustībām. Pētījuma rezultāti parāda, ka starp šķirnēm pastāv būtiskas atšķirības stiebra posmu izturības rādītājam. Atšķirības starp šķirnēm bija būtiskas ($p<0.05$) atkarībā no posmu novietojuma un salīdzināšanas veida (2. tab.). Salīdzinot šķirnes pēc posmu izturības, sākot ar augstāk novietoto posmu, būtiski ($p<0.05$) visaugstākā izturība pret mehānisku locīšanu bija šķirnei 'Arta', bet dabā tai bija zemāka izturība pret veldri (2. tab.).

2. tabula
Stiebra izturības rādītāju piengatavības periodā salīdzinājums ar veldres izturību veģētācijas perioda beigās 2014. gadā Stendē

Šķirne	Materiāla izturība (N mm ⁻²)								Veldre, balles
	1**	2	3	4	5	6	7	8	
33122	0.574	0.245	0.226	–***	0.230	0.241	0.558	–	9
Stendes Dārta	0.597	0.267	0.214	0.227	0.208	0.244	0.353	0.624	9
Laima	0.695	0.308	0.250	–	0.250	0.308	0.645*	–	9
Arta	0.799*	0.336*	0.293*	0.269	0.270*	0.303	0.383	0.819	7
Kirovec	0.588	0.234	0.216	–	0.216	0.234	0.588	–	5

* $p<0.05$; **ar cipariem 1–4 apzīmēti stiebra posmi, sākot virzienā no skaras uz sakni, ar cipariem 5–8 apzīmēti stiebra posmi virzienā, sākot no saknes uz skarām; *** netika noteikts, jo konkrētajai šķirnei bija tikai trīs posmi.

Korelatīvās sakarības starp šādu veldres izturības noteikšanu un faktisko izturību pret veldri netika novērotas, tas liecina, ka šāda veldres noteikšanas metode auzām īsti nav piemērota. Iespējams, piengatavības periodā rādītāji varētu mainīties, turklāt šī ir tikai viena no veldres noteikšanas modeļa sastāvdaļām (Berry *et al.*, 2004).

Lai gan šajā pētījumā visciešāko korelāciju novēroja paņēmiens, kurā ietverts smaguma centrs, precīzākam veldres noteikšanas modelim nepieciešams eksperimentu atkārtot, turklāt pētījumā iekļaujot vairāk šķirņu.

Secinājumi

1. Būtiskas korelatīvās sakarības starp veldres noteikšanas paņēmieniem piengatavības fāzē un veldres izturību veģētācijas perioda beigās tika novērotas tikai gravitācijas centra attiecībai pret auga garumu $r=-0.949$ ($n=5$, $r_{0.05}=0.754$).
2. Lielākā daļa veldres izturības noteikšanas modeļu, kas primāri domāti kviešiem, sevī ietver tikai stiebra garuma un diametra parametrus. Tā kā auzas skaras morfoloģija ir atšķirīga no citu graudaugu vārps formas, tās parametri arī būtu jāņem vērā veldres izturības noteikšanā.

3. Lai varētu izvirzīt precīzāku veldrēšanās riska noteikšanas paņēmienu, nepieciešams izmēģinājumā iekļaut vairāk šķirņu, kā arī pārbaudīt rādītājus veģetācijas perioda beigās.

Izmantotā literatūra

1. Baker C. J., Berry P. M., Spink J. H., Sylvester-Bradley R., Griffin J. M., Scott R. K., Clare R. W. (1998). A method for the assessment of the risk of wheat lodging. *Journal of Theoretical Biology*, 194, p. 587–603.
2. Berry P. M. (1998). *Predicting lodging in winter wheat*. PhD thesis. The University of Nottingham: United Kingdom.
3. Berry P. M., Griffin J. M., Sylvester-Bradley R., Scott R. K., Spink J. H., Baker C. J., Clare R. W. (2000). Controlling plant form through husbandry to minimise lodging in wheat. *Field Crops Research*, 67, p. 59–81.
4. Berry P. M., Spink J. H., Sylvester-Bradley R., Pckett R., Sterling M., Baker C. J., Cameron N. (2002). Lodging control through variety choice and management. *Proceedings of the Eighth HGCA R&D Conference on Cereals and Oilseeds. Home-Grown Cereals Authority*, London, p. 7.1–7.12.
5. Berry P. M., Sterling M., Spink J. H., Baker C. J., Sylvester-Bradley R., Mooney S. J., Tams A. R., Ennos A. R. (2004). Understanding and Reducing Lodging in Cereals. *Advances in Agronomy*, 84, p. 217–271.
6. Brunava L., Alsiņa I. (2014) Lodging cause height at the centre of gravity changes during vegetation period for oat. *Annual 20th International Scientific Conference Proceedings Research for Rural Development 2014*, Vol. 1., p. 56–60.
7. Cleugh H. A., Miller J. M., Bohm M. (1998). Direct mechanical effects of wind on crops. *Agroforestry Systems*, 41, p. 85–112.
8. Reza Y., Morteza S., Hamidreza M., Salman D., Alireza N. (2012). Effect of plant density on morphological characteristics related to lodging and yield components in differens rice varieties (*Orinza sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*, 4 (1), p. 31–38.
9. Ruebenbauer T., Rieggerowa H. (1955). Proba okreslenja sttywnosci slomy na podstawie pomiarav nielieznych roslin. *Acta Agrobotica-nica*, 5.
10. Was L. (1960). Investigations on straw stiffness in different wheat species. *Hodowla Poslin Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 4, p. 689–712.

ORGANISKO MĒSLOŠANAS LĪDZEKĻU VEIDU SALĪDZINĀJUMS KARTUPEĻU STĀDĪJUMĀ

Aivars Pogulis
ZS „Pilsumi”

aivars.pogulis@inbox.lv

Ievads

Augsnes ielabošana un kultūraugu mēslošana jebkurā lauksaimniecības sistēmā Latvijā joprojām ir aktuāla. Gan vienu, gan otru iespējams realizēt, iestrādājot dažādus organiskos mēslošanas līdzekļus.

Vermikomposts/Vermicompost. Pētījumos ar kartupeļiem noskaidrots, ka vermikomposts nodrošina bumbuļu ražas pieaugumu no 14% līdz 80%, salīdzinot ar kontroles variantu (Černovs, 1990; Lapiņš, Bērziņš, Antons, 1993, 1995; Alam, *et al.*, 2007; Abdullah, 2008ab; Rožēnaitē, 2011; CzechTrade, 2012), vermikomposta ietekmē kartupeļi sadīgst par 2–4 dienām ātrāk, bumbuļu veidošanās periods pagarinās par 2–3 dienām, mēslošanas līdzeklis veicina kartupeļu lakstu attīstību neatkarīgi no meteoroloģiskajiem apstākļiem (Сорокин, 2007), un vermikomposta efektivitāte pieaug, ja augsnes sagatavošanas laikā papildus tiek veikta augsnes dziļirdināšana (Павлова, 2006). Par efektīvāko vermikomposta iestrādes veidu atzīst lokālo iestrādi, kas ļauj samazināt devu (Lapiņš, Bērziņš, Antons, 1993; Ватухин, 2005) par 20–30% (Ватухин, 2005), salīdzinot ar izkliedsēju. Analizējot Latvijā ražotos vermikomposta veidus 2012. un 2013. gadā, ZS „Pilsumi” lauka izmēģinājumos izdarīja pieņēmumu, ka lokālajā iestrādē dažādām kartupeļu

šķirnēm vermikomposta devas varētu būt robežās no 20 g līdz 80 g uz bumbuļi, un no iegūtajiem rezultātiem secināja, ka pārbaudītajām kartupeļu šķirnēm 'Adretta' un 'Finka' augstāko bumbuļu ražu iegūst, ja vermikompostu lieto 40–60 g uz bumbuļi, bet šķirnei 'Bellarosa' – 60 g uz bumbuļi; būtisku kartupeļu ražas pieaugumu iegūst ar devu no 20 g līdz 60 g uz bumbuļi (Pogulis, 2014).

Sikspārņu mēsli jeb gvano/Bat guano. Sikspārņi dzīvo visā pasaulē mērenā un tropu klimata apstākļos. Kā mēslojumu gvano iegūst Madagaskarā (Buliga, 2010) un citviet. Ar sikspārņu mēsliem veikti pētījumi ASV (Emerson, Roark, 2006; Wurster *et al.*, 2010), Austrijā (Zapata, Arrilaga, 2002), Brazīlijā (Dáttilo *et al.*, 2012), Izraēlā (Schahack-Gross *et al.*, 2004) un citviet. Madagaskarā, kartupeļiem lietojot gvano 1–1.5 t ha⁻¹, ieguva 30 t ha⁻¹ lielu bumbuļu ražu (GUANOMAD, 2014). Itālijā 2003. un 2004. gadā pārbaudīja sikspārņu gvano (10N–1.3P–2.5K) 5 devas (0, 0.5, 10, 15, 20 t ha⁻¹) uz kartupeļu bumbuļu ražu, tā kvalitāti un slāpekļa izmantošanās efektivitāti, un konstatēja, ka, pieaugot gvano devām, lineāri pieaug gan kopējā preču bumbuļu raža, gan arī vidējās frakcijas (Ø 45–75 mm) iznākums, bet netiek ietekmēts ne liela (Ø >75 mm), ne maza (Ø <45 mm) izmēra kartupeļu bumbuļu iznākums. Arī slāpekļa satura izmaiņas ziedēšanas fāzē kartupeļu lapās bija lineārā sakarībā attiecībā pret gvano devas lielumu. Savukārt, pieaugot sikspārņu gvano devu apjomam, slāpekļa izmantošanās efektivitāte lineāri samazinājās (Colla, *et al.*, 2005).

Sapropelis/Sapropel. Sapropela mēslojums kartupeļiem nodrošina bumbuļu ražas pieaugumu (Vucāns, 1989; Васильев, 2014) no 10% līdz 23.3% (Vucāns, 1989, 1991). Salīdzinot ar kontroli, tas notiek uz bumbuļu vidējās masas pieauguma rēķina (Васильев, 2014). Sapropela mēslojums kartupeļiem veicina arī labāku lakstu attīstību un sekmē fotosintēzes procesu aktivitāti (Васильев, 2014). Sapropela (ar mitruma saturu 60%) orientējoša deva kultūraugu mēslošanā ir līdzīga kūtsmēsli devām. Sapropelis augsnē sadalās lēni un, vadoties no kopslāpekļa satura, augi pirmajā gadā izmanto tikai 50–60% N (Anspoks, 1989).

Materiāli un metodes

Izmēģinājums iekārtots 2014. gadā ZS „Pilsumi”, Alojās pagastā, Alojās novadā. Izmēģinājumā salīdzināja trīs organisko mēslošanas līdzekļu veidus: gvano (GUANOMAD – Madagaskaras sikspārņu (augļ- un kukaiņēdāji) mēsli), vermikomposts (VERMI PW001 – slietu mēsli; ražotājs SIA „GAHA”), sapropelis (SAPRO AGRO – sapropela un kūdras maisījums; ražotājs SIA „LatPower”). Pēc fizikāli tehnoloģiskajām īpašībām mēslošanas līdzekļi bija pulverveida produkti.

Augsne – velēnu podzolaugsne (PVv), smilšmāls. Agroķīmiskie rādītāji: augsnes reakcija pH KCl – 5.7, organiskās vielas saturs 18 g kg⁻¹, P₂O₅ – 39, K₂O – 133, kalcija saturs – 871 mg kg⁻¹ un magnija saturs – 107 mg kg⁻¹. Augsnes analīzes veica Valsts augu aizsardzības dienesta Agroķīmijas departamenta Agroķīmijas laboratorijā saskaņā ar apstiprinātajām analīžu metodēm.

Izmēģinājumu iekārtoja kā divu faktoru izmēģinājumu ar sistemātisku variantu sakārtojumu 3 atkārtojumos un lauciņa platību 0.894 m². Sēklas bumbuļu masa 50–80 g, stādīšanas attālums 27.5 cm. Vienā variantā analizēto ceru kopskaits – 15. Organiskie mēslošanas līdzekļu veidi iestrādāti vagā ar rokām reizē ar kartupeļiem pie katra bumbuļa attiecīgi 0, 20, 40, 60 un 80 g. Visas kartupeļu šķirnes izmēģinājumā iestādīja 13. maijā, bet novākšanas laiks (nokaltuši laksti) starp šķirnēm atšķīrās: šķirni 'Adretta' novāca 3. septembrī, 'Bellarosa' – 12. septembrī un 'Imanta' – 7. oktobrī. Kartupeļu stādījumā nelietoja ne fungicīdus, ne insekticīdus. Kartupeļu lapgrauža (*Leptinotarsa decemlineata*) vaboļu invāzija netika novērota. Nezāles ierobežoja ar trīsreizēju vagošanu.

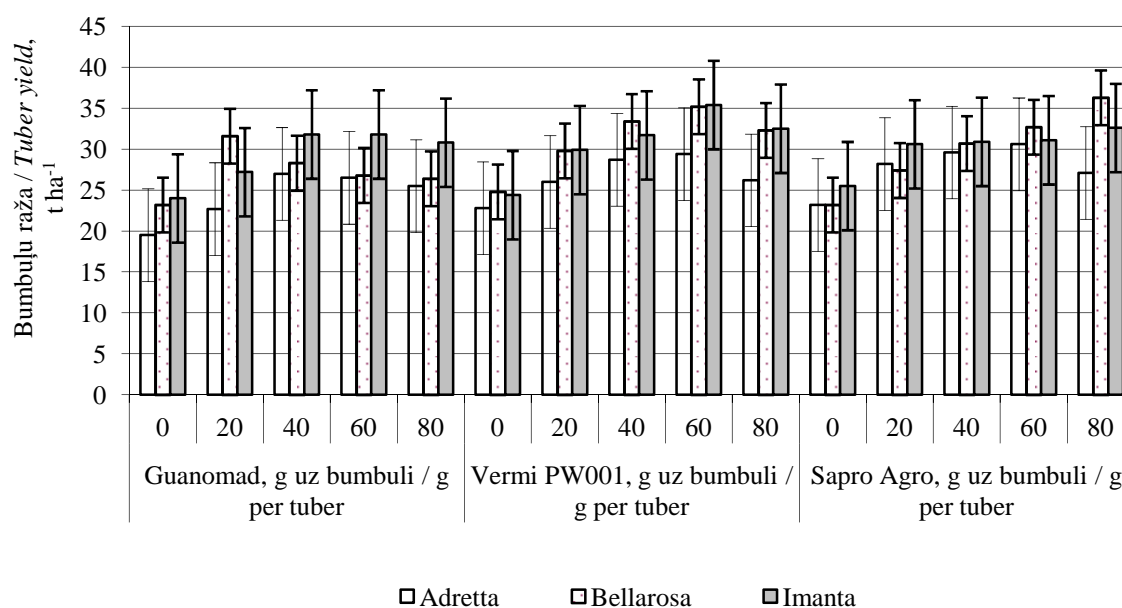
Dažādu organisko mēslošanas līdzekļu veidu un devu ietekmi pārbaudīja uz trīs kartupeļu šķirnēm: 'Adretta' (vidēji agra; „Norika”, Vācija; pārstāvis Latvijā ZS „Piekalnes”), 'Bellarosa' (ļoti agra; „Europlant”, Vācija; pārstāvis Latvijā SIA „Aloja Agro”) un 'Imanta' (vidēji vēla; Priekuļu Laukaugu selekcijas institūts).

Rezultāti un diskusijas

Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes profesors Ģederts Ieviņš un pētniece Lelde Grantiņa-Ieviņa sadarbībā ar SIA „Ekotri” 2013. gadā analizēja GUANOMAD produktu un konstatēja, ka tam ir ļoti augsta mineralizācijas pakāpe, tas ir stabils produkts, jo satur salīdzinoši maz mikroorganismu un ir izteikti augsts fosfora, nātrija un hlora saturs, kas noteiktos apstākļos var radīt nelabvēlīgu iespaidu uz augu attīstību, un tā lietošanas devai jābūt pietiekami mazai (Ieviņš,

Grantiņa-Ieviņa, 2013). Ģ. Ieviņa un L. Grantiņas-Ieviņas ieteikums par GUANOMAD lietošanas devas mērenību apstiprinājās ZS „Pilsūmi” ierīkotajā izmēģinājumā, kurā augstāko kartupeļu bumbuļu ražu (31.6 t ha^{-1}) šķirnei ‘Bellarosa’ ieguva ar devu 20 g uz bumbuļi, bet šķirnēm ‘Adretta’ (27.0 t ha^{-1}) un ‘Imanta’ (31.8 t ha^{-1}) ar devu 40 g uz bumbuļi (1. att.). Palielinot GUANOMAD devu šķirnei ‘Bellarosa’ virs 20 g uz bumbuļi, ieguva būtisku ražas samazināšanos ($RS_{0.05} 3.3 \text{ t ha}^{-1}$), bet šķirnēm ‘Adretta’ ($RS_{0.05} 5.7 \text{ t ha}^{-1}$) un ‘Imanta’ ($RS_{0.05} 5.4 \text{ t ha}^{-1}$) ražas samazinājums bija kļūdas ietvaros.

Kā rāda iegūtie rezultāti, tad salīdzinot citus organiskos mēslošanas līdzekļu veidus ar GUANOMAD, tie jālieto vairāk. Augstāko ražu ar vermikompostu VERMI PW001 visām šķirnēm ieguva, lietojot 60 g uz bumbuļi, bet lietojot sapropeļa kūdras maisījumu SAPRO AGRO, augstāko ražu šķirnei ‘Adretta’ ieguva ar devu 60 g uz bumbuļi, šķirnēm ‘Bellarosa’ un ‘Imanta’ – ar devu 80 g uz bumbuļi.



1. att. Dažādu organisko mēslošanas līdzekļu veidu un devu ietekme uz kartupeļu bumbuļu ražu 2014. gadā

Fig. 1. The effect of different organic fertilizers and doses on potato yield in 2014.

Variāntā bez mēslojuma lietošanas cerā vidējais kartupeļu bumbuļu skaits šķirnei ‘Adretta’ bija no 7.1 gab. līdz 9.6 gab. (Tab.), šķirnei ‘Bellarosa’ no 5.3 gab. līdz 5.7 gab. un šķirnei ‘Imanta’ no 4.0 gab. līdz 4.1 gab. Maksimālais bumbuļu skaits cerā kartupeļu šķirnei ‘Adretta’, lietojot GUANOMAD, tika sasniegts ar devu 20 g uz bumbuļi, lietojot VERMI PW001 – ar devu 40 g uz bumbuļi, bet lietojot SAPRO AGRO – ar devu 60 g uz bumbuļi, šķirnei ‘Bellarosa’ attiecīgi ar devām 20, 40 un 40 g uz bumbuļi un šķirnei ‘Imanta’ attiecīgi ar devām 60, 80 un 40 g uz bumbuļi.

Pārbaudītie organiskie mēslošanas līdzekļi, salīdzinot ar kontroles variantu, veicināja kartupeļu skaita pieaugumu cerā, bet samazināja vidējo bumbuļa masu un, pieaugot mēslojumam devām, masas izmaiņas dažādām šķirnēm bija atšķirīgas un svārstīgas.

Tabula Table

Dažādu organisko mēslošanas līdzekļu veidu un devu ietekme uz kartupeļu skaitu cerā un bumbuļa masu

Organiskais mēslošanas līdzeklis / organic fertilizer	Deva, g uz bumbuļi / g per tuber	Bumbuļu skaits cerā (vidēji), gab. / tuber number per plant (average)				Bumbuļa masa (vidēji), g / tuber mass (average), g			
		šķirne / cultivar			vidēji / average	šķirne / cultivar			vidēji / average
		'Adretta'	'Bellarosa'	'Imanta'		'Adretta'	'Bellarosa'	'Imanta'	
GUANOMAD	0	7.1	5.5	4.0	5.5	49.2	75.9	107.0	77.4
	20	9.5	8.5	4.8	7.6	42.9	66.1	101.2	70.1
	40	8.0	6.9	5.6	6.8	60.3	73.5	101.4	78.4
	60	8.3	6.3	6.2	6.9	56.9	76.4	91.8	75.0
	80	7.0	5.6	4.5	5.7	65.1	84.3	123.0	90.8
VERMI PW001	0	9.6	5.7	4.1	6.5	42.4	77.4	107.1	75.6
	20	11.5	6.3	5.6	7.8	40.4	84.2	95.5	73.4
	40	12.5	7.9	6.3	8.9	40.9	75.8	89.5	68.7
	60	12.1	7.5	6.6	8.7	43.6	83.5	95.9	74.3
	80	12.5	6.2	6.7	8.5	37.3	93.2	86.2	72.2
SAPRO AGRO	0	8.3	5.3	4.2	5.9	49.8	78.8	108.7	79.1
	20	11.5	5.7	5.3	7.5	43.7	85.0	101.7	76.8
	40	12.9	7.4	6.6	9.0	41.0	74.0	83.6	66.2
	60	13.0	7.1	6.2	8.8	42.1	82.8	89.6	71.5
	80	11.1	6.7	6.1	8.0	47.7	96.4	95.1	79.7

Secinājumi

1. Maksimālo kartupeļu bumbuļu ražu pārbaudītajām šķirnēm, lokāli iestrādājot GUANOMAD, ieguva ar devu no 20 g līdz 40 g uz bumbuļi; lietojot VERMI PW001 – ar devu 60 g uz bumbuļi; SAPRO AGRO – ar devu no 60 g līdz 80 g uz bumbuļi.
2. Visi lietotie organiskie mēslošanas līdzekļi, salīdzinot ar kontroles variantu, pozitīvi ietekmēja bumbuļu skaita pieaugumu cerā, bet samazināja vidējo bumbuļa masu.

Izmantotā literatūra

1. Abdullah A. A. (2008a). Effect of vermicompost on the productivity of potato (*Solanum tuberosum*), spinach (*Spinacia oleracea*), and turnip (*Brasica campestris*). *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (3), p. 333–336.
2. Abdullah A. A. (2008b). Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (5), p. 554–557.
3. Alam M. N., Jahan M. S., Ali M. K., Ashraf M. A., Islam M. K. (2007). Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils in Bangladesh. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (12), p. 1879–1888.
4. Anspoks P. (1989). Pagaidu ieteikumi sapropeļa izmantošanai kultūraugu mēslošanā. *Ražība* Nr. 10, 9.–10. lpp.
5. Bērziņš A., Lapiņš D., Antons V. (1995). Pētījumu rezultāti par biohūnusa lietošanas iespējām lauksaimniecībā. *Ražība*, Nr. 5, 12.–14. lpp.
6. Buliga C. (2010). Guano Exploitation in Madagascar. *Independent Study Project (ISP) Collection*, p. 29.
7. Colla G., Cardarelli M., Roupael Y., Fiorillo A., Cirica B. (2005). Response of potatoes to organic fertiliser rate: yield, tuber quality and nutrient uptake. *Acta Horticulturae*, Vol. 684: *Meeting of the Physiology Section of the European Association for Potato Research*, Viterbo, Italy, Vol. 1, p. 73–78.
8. CzechTrade (2012). Vermicompost – organic fertilizer. [tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 02. dec.]. Pieejams: <http://download.czechtrade.cz/odsi.asp?id=28438>

9. Černovs G. (1990). Biohumusa ražošana. *Ražība*, Nr. 10, 18.–23. lpp.
10. Dáttilo W., Vicente R.E., Nunes R.V., Feitosa R.M. (2012). Influence of cave size and presence of bat guano on ant visitation. *Sociobiology*, Vol. 59, No. 2, 2012, p. 549–559.
11. Emerson J.K., Roark A.M. (2007). Composition of guano produced by frugivorous, sanguivorous and insectivorous bats. *Acta Chiropterologica*, 9(1), p. 261–267.
12. GUANOMAD (2014). *Results in Madagascar*. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 02. dec.]. Pieejams: <http://www.guanomad.com/en/resultats-a-madagascar.php>
13. Ieviņš Ģ., Grantiņa-Ieviņa L. (2013). *SIA Ekotri vermikomposta un Madagaskaras sikspārņu guano minerālvielu saturs analīze un izvērtējums bioloģisko kartupeļu minerālās barošanās kontekstā*. Pētījuma atskaite, 13 lpp.
14. Lapiņš D., Bērziņš A., Antons V. (1993). Slietu biohumuss – mēslošanas līdzeklis un biostimulators, tā ieguves racionālākie varianti. *Ražība* Nr. 7, 23.–25. lpp.
15. Pogulis A. (2014). Vermikomposta lietošanas efektivitāte kartupeļiem. *No: Zinātniski praktiskā konference Līdzsvarota lauksaimniecība, 20.–21.02.2014.*, Jelgava: LLU, 222.–226. lpp.
16. Roženaitė L. (2011). *Tražų įtaka vidutinio ankstyvumo bulvių 'Laura' kokybei ir derliui*. Magistrantūros studijų baigiamasis darbas. Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2011, p. 51.
17. Shahack-Gross R., Berna F., Karkanas P., Weiner S. (2004). Bat guano and preservation of archaeological remains in cave sites. *Journal of Archaeological Science*, Vol. 31, Issue 9, p. 1259–1272.
18. Vucāns A. (1989). Par sapropeļa ieguves un izmantošanas problēmām. *Ražība*, Nr. 2, 69.–74. lpp.
19. Vucāns A. (1991). Pētījumi par sapropeļa lietošanu augšņu pamatielabošanā (p. s. Andrupenē). *Ražība*, Nr. 1, 9.–25. lpp.
20. Zapata, F.; Arrillaga, J. L. (2002). Agronomic evaluation of guano sources by means of isotope techniques. *International Atomic Energy Agency Technical Documents IAEA TECDOCs*, (1272), p. 83–89.
21. Wurster C. M., McFarlane D. A., Bird M. I., Ascough P., Athfield N. B. (2010). Stable isotopes of subfossil bat guano as a long-term environmental archive: insights from a Grand Canyon cave deposit. *Journal of Cave and Karst Studies*, Vol. 72, No. 2, p. 111–121.
22. Васильев А. А. (2014). Влияние сапропелей на урожайность картофеля и плодородие выщелоченных черноземов. *Пермский аграрный вестник*, №1 (5) 3–9 с.
23. Ватухин А. П. (2005). *Технология внесения вермикомпоста при посадке картофеля с разработкой и обоснованием оптимальных параметров дозирующего устройства*: диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук. Саратов, 178 с. [Tiešsaiste] [skatīts: 2013. g. 20. nov.]. Pieejams: <http://www.dissercat.com/content/tehnologiya-vneseniya-vermikomposta-pri-posadke-kartofelya-s-razrabotkoi-i-obosnovaniem-opt>
24. Павлова О. А. (2006). *Влияние агротехнических приемов на урожайность и качество картофеля при возделывании на грядах*: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва, 131 с. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 2. dec.]. Pieejams: <http://www.dissercat.com/content/vliyanie-agrotekhnicheskikh-priemov-na-urozhainost-i-kachestvo-kartofelya-pri-vozdelyvanii-n>
25. Сорокин А.Н. (2007). Продуктивность и качество вешенки устричной и картофеля на фоне нетрадиционных органических удобрений в условиях Северо-Западного региона России: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Кострома, с. 185. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 2. dec.]. Pieejams: <http://www.dissercat.com/content/produktivnost-i-kachestvo-veshenki-ustrichnoi-i-kartofelya-na-fone-netraditsionnykh-organich>

DAŽĀDU VERMIKOMPOSTU VEIDU EFEKTIVITĀTE KARTUPEĻU STĀDĪJUMOS**Līvija Zariņa**

Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts

Livija.Zarina@priekuliselekcija.lv

Ievads

Pēdējos gados, līdz ar vēlmi augkopības produkcijas ražošanā izmantot pēc iespējas vairāk videi draudzīgas tehnoloģijas, pieaugusi praktiķu interese par vermikomposta lietošanu. Latvijā ieteikumi tā lietošanai vēl nav izstrādāti, jo sliekopība ir samērā jauna nozare, un zinātniskie pētījumi pagaidām ir nepietiekami. Latvijā kā organiskā mēslojuma (vermikomposta) ražotāji 2013. gadā Pārtikas un veterinārajā dienestā bija reģistrēti 38 slieku audzētāji (Latvijas lauksaimniecība...2013.), bet valsts mēslošanas līdzekļu reģistrā 09.11.2014. iekļauti tikai seši vermikomposta veidi (Mēslošanas līdzekļu..., 2014). Lai iegūtu jaunu informāciju un noskaidrotu dažādu vermikompostu veidu efektivitāti kartupeļu mēslošanā, 2013. gadā Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā tika uzsākti agrotehniskie pētījumi.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi ierīkoti 2013. un 2014. gadā bioloģiskās augsekas laukā, viegli skābā velēnu podzolētā mālsmits augsnē ar labu augiem viegli izmantojamo kālija un fosfora nodrošinājumu un organiskās vielas saturu 21 g kg⁻¹. Salīdzināti divi birstošas formas dažādas izcelsmes vermikompostu veidi: 1. VK-1Z, kura izejmateriāls ir daudzgadīgo zālaugu zaļmasa; 2. VK-2A, kura sākotnējais izejmateriāls ir aitu mēsli. Pētījumos iekļauta vidēji vēlinā šķirne 'Brasla', sēklas bumbuļu lielums – 60–70 g, tie stādīti maija 2. dekādē 25 cm attālumā iepriekš izdzītās vagās, rindstarpu attālums 70 cm, priekšaugi mieži. Vermikomposts – 4 t ha⁻¹ un 8 t ha⁻¹ iekaisīts vagās ar rokām tieši pirms stādīšanas. Uzskaites lauciņa lielums 11.2 m². Laučiņi izvietoti randomizēti, 4 atkārtojumos.

Rezultāti

Vidēji 2013. gadā tika iegūtas 25.2 t ha⁻¹, bet 2014. gadā – 29.2 t ha⁻¹ bumbuļu. Atkarībā no vermikomposta veida un devas ražas starpība 2013. gadā bija 4.1 t ha⁻¹, bet 2014. gadā – 7.1 t ha⁻¹. Vidēji būtiski augstāka raža iegūta variantos ar vermikompostu no aitu mēsli izejmateriāla, tomēr vermikomposta devas palielinājums ražas iznākumu praktiski neietekmēja (1. tab.).

Vermikomposta lietošana sekmē augstāku lielo bumbuļu iznākumu (2. tabula). Vidēji divos gados variantos ar vermikompostu no zaļmasas izejmateriāla lielo bumbuļu iznākums bija par 1.6%, bet variantos ar vermikompostu no aitu mēsli izejmateriāla – par 2.2% augstāks nekā kontroles variantā. Dati liecina, ka vermikomposta lietošana nav ietekmējusi vidējās frakcijas bumbuļu iznākumu.

1. tabula

Vermikomposta veidu un devas ietekme uz kartupeļu ražu

Vermikomposta veids	Vermikomposta deva, t ha ⁻¹	Bumbuļu raža, t ha ⁻¹
Kontrole (bez vermikomposta)	0	24.8
Vermikomposts no zaļmasas izejmateriāla	4	29.3
	8	29.8
Vermikomposts no aitu mēsli izejmateriāla	4	31.6
	8	29.4

RS_{0.05} LSD_{0.05} 4.6

2. tabula

Vermikomposta ietekme uz kartupeļu ražas struktūru

Varianti	Ražas struktūra		
	< 30 mm	30–60 mm	> 60 mm
Kontrole	22.2	66.9	10.9
Vermikomposts no zaļmasas izejmateriāla	20.8	66.7	12.5
Vermikomposts no aitu mēsli izejmateriāla	20.1	66.8	13.1

Secinājumi

1. Tikai vienā no abiem izmēģinājuma gadiem vermikomposta lietošana nodrošināja būtisku šķirnes 'Brasla' bumbuļu ražas pieaugumu.
2. Vermikomposta lietošana sekmēja augstāku lielo bumbuļu iznākumu.
3. Konkrētajos agroekoloģiskajos apstākļos netika fiksēta vermikompostu devas palielināšanas efektivitāte.

Izmantotā literatūra

1. Latvijas lauksaimniecība 2014. *Lauksaimniecības gada ziņojums par 2013. gadu*. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 9.novembrī.]. Pieejams: <https://www.zm.gov.lv/lauksaimnieciba/statiskas-lapas/lauksaimniecibas-gada-zinojumi?nid=531#jump>
2. Mēslošanas līdzekļu reģistrs. [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 9.novembrī.]. Pieejams: <http://www.vaad.gov.lv/sakums/registri/meslosanas-lidzekli-un-meslosanas-plani/meslosanas-lidzekli-registrs.aspx>

IZSĒJAS NORMAS UN ĀRPUSSAKŅU MĒSLOJUMA IETEKME UZ PĀKŠAUGU RAŽU**Livija Zariņa, Dace Piliksere**

Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts

Livija.Zarina@priekuliselekcija.lv

Ievads

Latvijā ir piemēroti apstākļi pākšaugu audzēšanai, tomēr līdz šim tie lielā apjomā nav kultivēti, jo nenodrošina tik stabilas ražas kā graudaugi, tāpēc lopbarībai joprojām pārsvarā izmanto no ārvalstīm iepirkto soju. Pastāvot bažām par ģenētiski modificētas sojas nevēlamu iegādi, kā arī ņemot vērā ekonomiskos faktorus, daudzās valstīs, arī Latvijā, tiek meklēti risinājumi, kā palielināt pašu audzētu proteīnaugu apjomus. Šajā kontekstā viens no būtiskiem uzdevumiem ir izvēlēties piemērotas sugas un šķirnes, vienlaikus pielietojot optimālas audzēšanas tehnoloģijas. Šī pētījuma mērķis bija salīdzināt dažādu agrotehnisko paņēmieni ietekmi uz lopbarības zirņu, pupu un lupīnas ražu Vidzemes agroekoloģiskajos apstākļos.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājums ierīkots konvencionālās saimniekošanas sistēmas laukā Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā 2013. un 2014. gadā. Augsnes granulometriskais sastāvs – smilšmāls, priekšaugi – kartupeļi, trūdvielu saturs 18–20 g kg⁻¹, augsnes reakcija pH KCl 5.4–5.6, augiem izmantojamo fosfora savienojumu (P₂O₅) saturs augsnē vidējs, bet kālija (K₂O) – vidējs līdz augsts.

Pētījumā iekļautās sugas, šķirnes un varianti atspoguļoti tabulā.

Tabula

Pētījumā iekļautās sugas, šķirnes un izmēģinājuma varianti

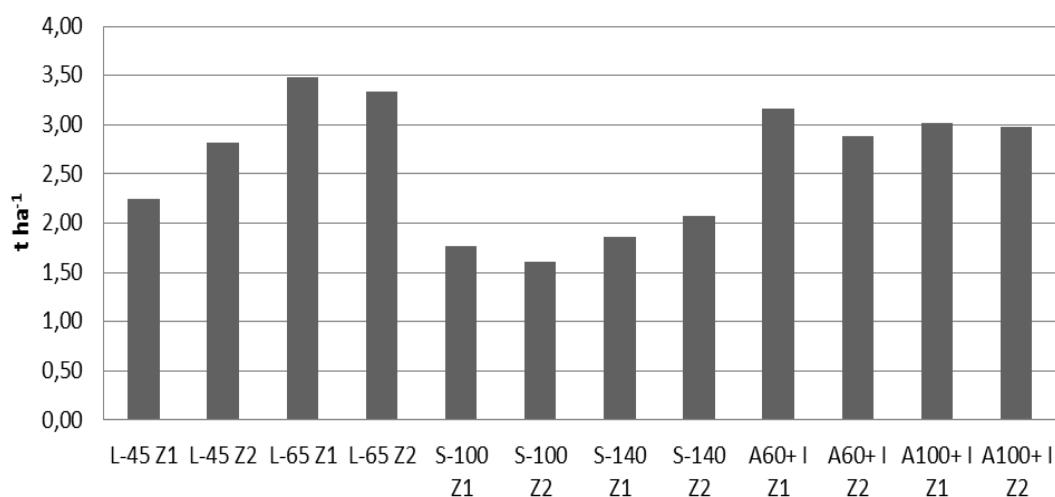
Sugas un šķirnes	Varianti		Apzīmējums attēlā
	izsējas norma, sēklas m ²	ārpussakņu mēslojuma ZOOM apstrāžu skaits	
Lauka pupas 'Lielplatonēs'	45	1	L-45 Z1
	45	2	L-45 Z2
	65	1	L-65 Z1
	65	2	L-65 Z2
Lupīna 'Sonata'	100	1	S-100 Z1
	100	2	S-100 Z2
	140	1	S-140 Z1
	140	2	S-140 Z2
Zirņi 'Almara' maisījumā ar kailgraudu miežiem 'Irbe'	60	1	A-60+ I Z1
	60	2	A-60+I Z2
	100	1	A-100+I Z1
	100	2	A-100+I Z2

Lauku pupas un lupīna sētas tīrsējā, bet zirņi 'Almara' sēti kopā ar balstaugu (kailgraudu miežiem 'Irbe' (I). Papildmēslošanai izmantots ārpussakņu mēslojums ZOOM (N 80 g L⁻¹; Mg 90 g L⁻¹; S 80 g L⁻¹; B 50 g L⁻¹; Mn 90 g L⁻¹; Mo 4 g L⁻¹), pirmo apstrādi veicot, kad augi sasnieguši 10–20 cm garumu (Z1), bet otro – divas nedēļas pēc pirmās apstrādes (Z2).

Rezultāti

Dati liecina, ka vidēji abās sezonās augstāko graudu kopražu nodrošina lauku pupas variantā ar lielāko izsējas normu (Att.).

2013. gadā ilgstoši sausais un karstais periods ražas veidošanās laikā bija iemesls netipiski zemai pākšaugu ražai, kas lupīnai, atkarībā no izsējas normas un mēslošanas, variēja no 0.87 līdz 1.38 t ha⁻¹, lauku pupām – no 1.91 līdz 2.51 t ha⁻¹, bet zirņiem (kopā ar balstauga ražu) – no 1.19 līdz 1.60 t ha⁻¹.



Att. Audzēšanas tehnoloģijas ietekme uz pākšaugu ražu.

2014. gadā pākšaugu ražas veidošanās laikā bija piemēroti temperatūras un mitruma apstākļi, tāpēc tika iegūta būtiski augstāka raža: lauku pupām, atkarībā no izsējas normas un mēslošanas, tā variēja no 3.59 līdz 4.61 t ha⁻¹, lupīnai – no 2.4 līdz 2.84 t ha⁻¹, bet zirņiem (kopā ar balstauga ražu) – no 4.36 līdz 4.94 t ha⁻¹. Abos gados augstāko kopražu nodrošināja lauku pupas 'Lielplatone'.

Secinājumi

1. Pākšaugu ražu lielā mērā ietekmē meteoroloģiskie apstākļi. Ja pākšu veidošanās laikā ir pārāk augsta temperatūra un netiek nodrošināts mitrums, neveidojas pākstis, līdz ar to arī raža.
2. No salīdzinātajām pākšaugu sugām augstāko ražu neatkarīgi no klimatiskajiem apstākļiem ražas veidošanās laikā nodrošināja lauku pupas 'Lielplatone'.
3. Lauku pupām 'Lielplatone' un lupīnai 'Sonata' augstāks ražas līmenis bija, lietojot lielāku izsējas normu.
4. Papildmēslojums ZOOM pozitīvi ietekmē pākšaugu augšanu un attīstību. Ilgstoši nelabvēlīgos klimatiskajos apstākļos papildmēslojuma efektivitāte pākšaugu ražas nodrošināšanā neizpaužas.

HUMUSVIELU PREPARĀTA *UNIVERSAL-PRO* EFEKTIVITĀTE LAUKAUGU MĒSLOŠANĀ

Līvija Zariņa¹, Oļegs Kukainis²

¹Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts, ²Latvijas humusvielu institūts
Livija.Zarina@priekuliselekcija.lv

Ievads

Pasaulē pieejami dažādi humusvielu preparāti, kurus lauksaimniecībā pielieto samērā plaši (Purmalis, Šīre, 2012). Arī Latvijā patērētājiem iespējams iegādāties humusvielu preparātus, un šo produktu ražotāji piedāvā arī jaunus produktus, tos uzlabojot un pielietojot inovatīvas ražošanas tehnoloģijas. Viens no šādiem preparātiem ir šķidrās organiskais mēslošanas līdzeklis *Universal-Pro* koncentrāts, kas izgatavots no augstvērtīgas Latvijas kūdras (Concentrate of humic ..., 2014).

Lai noskaidrotu jaunā produkta efektivitāti, no 2011. līdz 2013. gadam Valsts Priekuļu Laukaugu selekcijas institūtā sadarbības projekta ietvaros tika ierīkoti ražošanas izmēģinājumi dažādiem laukaugiem: kartupeļiem, vasaras miežiem un ganību airenei.

Materiali un metodes

Lauka izmēģinājumi ierīkoti vāji skābā velēnu podzolētā mālsmilts augsnē ar labu kālija un fosfora nodrošinājumu, organiskās vielas saturs – 21 g kg⁻¹. Visas pētījumos iekļautās sugas audzētas pēc reģionā vispārpieņemtās tehnoloģijas: rudenī lauks uzarts, pavasarī veikta šļūksana, pamatmēslojuma iestrāde, to iekultivējot, un sēja/stādīšana. Pamatmēslojumā lietots kompleksais mēslojums: kartupeļiem 545 kg ha⁻¹ NPK 11–11–22, vasaras miežiem un ganību airenei 400 kg ha⁻¹ NPK 16-16-16. *Universal-Pro* efektivitāte tika pārbaudīta mēslojuma fonā ar pusi no pamatmēslojuma devas (PM ½), kā arī fonā ar pilnu pamatmēslojuma devu (PM 1). Varianti: 1. kontrole (bez apstrādes ar *Universal-Pro*); 2. sēklas pirmssējas apstrāde ar *Universal-Pro* un sējumu/stādījumu apstrāde ar to 1 reizi veģetācijas periodā (pilnā dīgstu fāzē); 3. sēklas pirmssējas un sējumu/stādījumu apstrāde ar *Universal-Pro* 2 reizes veģetācijas periodā (pilnā dīgstu fāzē un miežiem – pilnā cerošanas fāzē, ganību airenei – atjaunojoties veģetācijai, kartupeļiem – ziedpumpuru veidošanās fāzē).

Rezultāti

Humusvielu preparāts *Universal-Pro* pozitīvi ietekmēja pētījumos iekļauto laukaugu sugu attīstību un ražas veidošanos. Visām pārbaudītajām sugām variantos ar *Universal-Pro* konstatēta par vienu līdz divām dienām ātrāka sadīgšana, kā arī augstāka raža. Vasaras miežiem vidēji trijās sezonās kontroles variantā iegūtas 3.6 t ha⁻¹, bet augstākā raža (122.2%) iegūta variantā ar sēklas pirmssējas apstrādi un vienreizēju sējumu apstrādi veģetācijas periodā pilnā pamatmēslojuma fonā. Ganību airenei, atkarībā no pielietošanas veida, preparāta lietošana nodrošināja ražas pieaugumu par 10.2–19.4% (Tab.).

Tabula

Humusvielu preparāta *Universal-Pro* ietekme uz dažādu laukaugu ražu
The influence of humic substance Universal-Pro on the yields of different field crops

Mēslojuma deva <i>Fertiliser dose</i>	Raža, t ha ⁻¹ <i>Yield</i>		
	Kartupeļi <i>Potato</i>	Mieži <i>Barley</i>	Ganību airene (sausna) <i>Perennial rygrass (dry matter)</i>
PM Kontrole, N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ <i>Control</i>	25.1	3.6	7.6
PM ½- N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + <i>Universal Pro</i> 1x	28.6*	3.8	8.4
PM ½ N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + <i>Universal Pro</i> 2x	29.5*	3.9	8.5*
PM 1 N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + <i>Universal Pro</i> 1x	29.9*	4.4*	8.9*
PM 1 N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + <i>Universal Pro</i> 2x	28.8*	4.2*	9.1*
<i>RS_{0,05} LSD_{0,05}</i>	3.4	0.6	0.7

*– starpības būtiskas pie 95% ticamības līmeņa *differences are significant at 95% probability level*

Dati liecina, ka ražas pieaugums pa variantiem savstarpēji atšķiras maz: kartupeļiem – 1.3 t ha⁻¹, miežiem – 0.8 t ha⁻¹, bet ganību airenei – 0.7 t ha⁻¹ apmērā, kas norāda uz nepieciešamību veikt papildus pētījumus, lai atrastu optimālo pielietošanas tehnoloģiju (Zariņa, 2013).

Secinājumi

1. Humusvielu preparāts *Universal-Pro* sekmē ātrāku kartupeļu, vasaras miežu un ganību aireses sadīgšanu.
2. Humusvielu preparāta *Universal-Pro* lietošana nodrošina ražas pieaugumu vasaras miežiem par 22.2% , ganību airenei par 10.2–19.4%, bet kartupeļiem par 11.4–19.3%.

Izmantotā literatūra

1. Purmalis O., Šīre J. (2012). *Humusvielas un to izmantošanas iespējas*. SIA Latgales Druka. 30 lpp.
2. Concentrate of humic substances "Universal-Pro concentrate". [Tiešsaiste] [skatīts 2014. g. 10. nov.]. Pieejams: <http://www.greenok.lv/files/catalog.pdf>
3. Zariņa L. (2013). Par bioloģiski aktīvo preparātu lietošanu augkopībā. *No: Demonstrējumi augkopībā*. Ozolnieki: LLKC, 54.–57. lpp.

NEZĀĻU IZPLATĪBA BIOĻĢISKI AUDZĒTĀ VASARAS RAPŠA SĒJUMĀ, LIETOJOT NEĶĪMISKĀS IEROBEŽOŠANAS METODES UN BIOĻĢISKOS PREPARĀTUS*

Rīta Mockevičiene¹, Rimants Velička^{1,2}, Aušra Marcinkevičiene^{1,2}, Lina Marija Butkevičiene^{1,2}, Rīta Pupalīne^{1,2}, Zīta Kriaučiūniene², Roberts Kosteckis²,
Sigis Čekanauskis²

¹Aleksandra Stulginska Universitāte, ²Aleksandra Stulginska universitātes Pētījumu stacija
mockeviciene.r@gmail.com

Ievads

Nezāles tīrumos ir dabīgie augu sabiedrību komponenti (Debeljak *et al.*, 2008). Visas nezāļu ierobežošanas metodes ir svarīgas, tās ir jālieto saskaņā ar dažādām kultūraugu audzēšanas tehnoloģijām. Bioloģiskajās saimniecībās biežāk pielietotā metode ir mehāniska rindstarpu rušināšana, kas būtiski samazina nezāļainību (Praczyk, 2005). Bioloģiskajā lauksaimniecībā izmanto arī termālo nezāļu ierobežošanas metodi: nezāļu ierobežošanai lieto karsta tvaika strūklu (eksponēšanas laiks 1–2 sek.), tā iznīcina ne tikai augu virszemes daļas, bet arī augu daļas aramkārtā (Kerpauskas *et al.*, 2006). Bioloģiskajā sistēmā spēja ietekmēt kultūraugu un nezāļu mijiedarbību ir ļoti svarīga (Rasmussen *et al.*, 2000). Augi spēj dabīgā veidā nomākt nezāles, ierobežojot tām gaismas piekļuvi. Dažādiem bioloģiskajiem preparātiem bieži ir atšķirīga ietekme uz kultūraugu ražu un nezāļu izplatību (Pekarskas *et al.*, 2012). Pētījuma mērķis: noteikt nezāļu ierobežošanas iespējas bez ķīmikāliju lietošanas un bioloģisko preparātu ietekmi uz nezāļainību un sēklu ražu vasaras rapša sējumā.

Materiāli un metodes

Lauka pētījumi bija iekārtoti 2014. gadā Aleksandra Stulginska universitātes (ASU) Pētījumu stacijā (Lietuvā). Augsnes raksturojums pētījuma vietā – tipiskā brūnaugsne (*Epihypogleyic Luvisol*). Pētījuma varianti: **A faktors** – nezāļu ierobežošana bez ķīmikālijām: 1) termāli (karsta tvaika strūkla); 2) mehāniski (starprindu rušināšana); 3) nomākšana (pašregulācija). **B faktors** – bioloģiskie preparāti: 1) bez preparāta; 2) lietots preparāts. Audzēta vasaras rapša šķirne 'Fenja' (8 kg ha⁻¹). Variantā, kur lietoja bioloģisko preparātu, pirms sējas sēklu apstrādāja ar bioloģisko mēslojumu Nagro (Bioplante) (0.5 L uz 10 litriem ūdens uz tonnu rapša sēklu), sējumu veģetācijas perioda laikā trīs reizes apsmidzināja ar preparātu Konflic. Rapsis tika audzēts ar 48 cm rindstarpām, lietojot termālo un mehānisko nezāļu ierobežošanu. Nezāļu ierobežošana ar termālo metodi: lietota pārvietojama karstā ūdens strūklas iekārta (jauda – 90 kW, strūklas izlietojums – 120 kg h⁻¹, sildīšanai izmantota sašķidrināta gāze). Strūklas temperatūra – 99 °C, apstrādes laiks ar strūklu – 2 sekundes. Ierobežojot nezāles mehāniski, rindstarpas rušināja 2 reizes, lietojot rušinātāju KOR-4.2-01.

Pirms termālās vai mehāniskās nezāļu ierobežošanas vasaras rapsim 3–4 lapu stadijā tika noteikts nezāļu skaits. Katrā lauciņā randomizēti tika atzīmēti četri 0.10 m² lieli uzskaites laukumi,

marķēti un tajos noteiktas nezāļu sugas un to skaits. Otrajā reizē tie paši novērojumi veikti iezīmētajos laukumos 5–7 dienas pēc nezāļu ierobežošanas pasākumiem. Dažādo nezāļu ierobežošanas metožu efektivitāte (E), ņemot vērā nezāļu skaita izmaiņas, tika aprēķināta pēc šādas formulas:

$$E = (S1-S2) / S1 \times 100\%, \text{ kur} \quad (1)$$

S1 – nezāļu skaits uz 1 m² pirms to ierobežošanas,

S2 – nezāļu skaits uz 1 m² pēc to ierobežošanas.

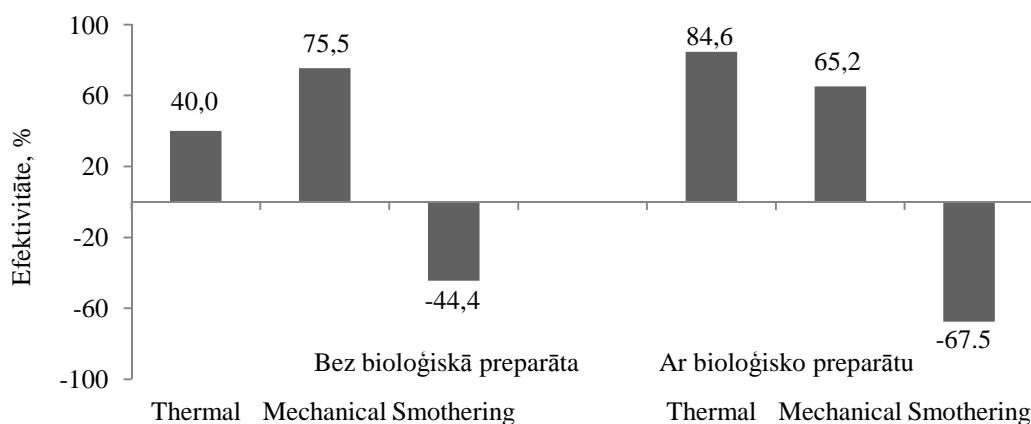
Pirms rapša novākšanas katrā pētījumu lauciņā četros 0.25 m² lielos laukumos tika noteikts nezāļu skaits, to sugu sastāvs, nezāles izžāvētas un nosvērtas. Nezāļu skaits pārrēķināts uz m⁻², to sausa pārrēķināta g m⁻² (Stancevičius, 1979).

Divfaktoru lauka izmēģinājums tika iekārtots, lietojot dalīto lauciņu metodi. Lauciņa kopējā platība bija 60 m², uzskaites – 20 m². Pētījums iekārtots četros atkārtojumos. Pētījuma rezultāti statistiski novērtēti, izmantojot Fišera kritēriju un LSD testu (Raudonius *et al.*, 2009). Statistiskā pētījumu rezultātu analīze veikta, izmantojot datorprogrammu SPLIT PLOT no programmatūras SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius 2003). Nezāļu sausas rezultāti pirms to statistiskās novērtēšanas tika transformēti, izmantojot funkciju $y = \ln x$.

Rezultāti

Pirms nezāļu ierobežošanas pasākumiem vasaras rapša sējumā konstatētas 73.1–146.8 nezāles uz m². Vairums nezāļu parādījās lauciņos, kur tika lietota termālā apstrāde, gan lietojot, gan nelietojot bioloģiskos preparātus. Pēc ierobežošanas pasākumu veikšanas vasaras rapša sējumā nezāļu skaits svārstījās no 19.5 līdz 162.5 uz m². Novērtējot ierobežošanas pasākumu efektivitāti nezāļu skaita ierobežošanā, ir noskaidrots, ka bez bioloģisko preparātu lietošanas mehāniska nezāļu ierobežošana bija 1.9 reizes iedarbīgāka, nekā lietojot termisko metodi (Att.).

Termiskās nezāļu ierobežošanas efektivitāte, lietojot bioloģiskos preparātus, bija 1.3 reizes augstāka nekā mehāniskās. Nezāļu nomākšanas metodes efektivitāte abos pētījuma gados negatīva.



Att. Dažādu nezāļu ierobežošanas pasākumu un bioloģisko preparātu ietekmes efektivitāte uz nezāļu skaita izmaiņām vasaras rapša sējumā, 2014.

Visā pētījuma periodā dominēja īsmūža nezāles: baltā balanda (*Chenopodium album* L.), tūruma sinepe (*Sinapis arvensis* L.), virza (*Stellaria media* (L.) Vill), sārtā panātre (*Lamium purpureum* L.) un citas. Daudzgadīgās – tūruma mīkstpiene (*Sonchus arvensis* L.), tūruma usne (*Cirsium arvense* (L.) Scop), lielā ceļteka (*Plantago major* L.), tūruma kosa (*Equisetum arvense* L.). Būtiski mazāks nezāļu skaits rapša sējumā pirms novākšanas, salīdzinājumā ar citām ierobežošanas metodēm, bija variantā ar rindstarpu rušināšanu. Nelietojot bioloģiskos preparātus, nezāļu skaits bija 1.7–4.3 reizes mazāks, un lietojot bioloģiskos preparātus, 1.8–4.6 reizes mazāks (Tab.). Bioloģisko preparātu lietošanas rezultātā būtiski samazinājās nezāļu skaits sējumā (par 15.6%, salīdzinot ar variantu bez preparāta), kur nezāles ierobežoja ar nomākšanu.

Nezāļu skaits, to sausnas masa un vasaras rapša raža, 2014

Nezāļu ierobežošanas metodes (A faktors)	Bioloģiskie preparāti (B faktors)	Nezāļu skaits, m ⁻²	Nezāļu sausnas masa, g m ⁻²	Vasaras rapša raža, t ha ⁻¹
Termiskā	–	30.5b	186a	1.67b*
	+	26.8b	63a	1.96a*
Mehāniskā	–	18.2c	43b	2.06a
	+	14.8c	90a	2.03a
Nomākšana	–	80.0*a	93ab	1.94ab
	+	67.5*a	55a	2.00a

Piezīme: vidējie rādītāji, kuriem ir atšķirīgi burti (a, b, c) (A faktors) un atzīmēti ar zvaigznīti (B faktors) ir būtiska starpība ($P < 0.05$).

Mehāniskā nezāļu ierobežošana bez bioloģisko preparātu lietošanas būtiski samazināja nezāļu sausnas masu – 4.3 reizes, salīdzinot ar termisko apstrādi. Bioloģisko preparātu lietošanai kombinācijā ar dažādām nezāļu ierobežošanas metodēm būtiska ietekme uz nezāļu sausnas masu nebija. Lielākā vasaras rapša raža tika iegūta, ierobežojot nezāles mehāniski. Variantā ar termisko nezāļu ierobežošanu ar karstā tvaika strūklu bez bioloģisko preparātu lietošanas būtiski samazinājās vasaras rapša raža – par 18.9% salīdzinājumā ar mehānisko nezāļu ierobežošanu. Tikai tajos variantos, kur nezāles ierobežoja termiski, bioloģisko preparātu lietošana būtiski veicināja rapša ražas palielināšanos – par 17.4%.

Secinājumi

1. Bez bioloģiskajiem preparātiem mehāniskā nezāļu ierobežošana bija 1.9 reizes efektīvāka nekā termiskā. Lietojot bioloģiskos preparātus, termiskā nezāļu ierobežošana bija 1.3 reizes efektīvāka nekā mehāniskā.
2. Būtiski mazāk (1.7–4.6 reizes) nezāļu ir konstatēts variantā ar mehānisko nezāļu ierobežošanu salīdzinājumā ar citām metodēm gan ar, gan bez bioloģiskajiem preparātiem. Zemākā nezāļu sausnas masa konstatēta pēc mehāniskas to ierobežošanas bez bioloģiskajiem preparātiem.
3. Augstākā vasaras rapša sēkļu raža ir konstatēta variantā ar mehānisko nezāļu ierobežošanu. Bioloģisko preparātu lietošana būtiski veicināja rapša ražas palielināšanos par 17.4% tikai tajos variantos, kur nezāles ierobežoja termiski.

Literatūra

1. Debeljak M., Squire G. R., Demšar D., Young M. W., Džeroski S. (2008). Relations between the oilseed rape volunteer seedbank, and soil factors, weed functional groups and geographical location in the UK. *Ecological Modelling*, Vol. 212, p. 138–146.
2. Kerpauskas P., Sirvydas A. P., Lazauskas P., Vasinauskienė R., Tamošiūnas A. (2006). Possibilities of weed control by water steam. *Agronomy Research*, 4 (Special issue), p. 222–225.
3. Praczyk T. (2005). *Zwalczanie chwastów. Rozdział w: Technologia produkcji rzepaku. Wydawnictwo Wieś Jutra*, Warszawa, p. 97–107.
4. Pekarskas J., Raškauskienė A., Sinkevičienė J., Genys, V. (2012). Ekologiškų žieminių rugių auginimas ekologinės gamybos ūkyje beariminės žemdirbystės būdu. Žmogaus ir gamtos sauga: 18-osios tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga. P. 75–78.
5. Raudonius S. ir kt (2009). *Mokslinių tyrimų metodika*. Akademija (Kauno r.). 119 p.
6. Rasmussen J., Asceard J. (1995). Weed control in organic farming systems. *In: Ecology and integrated Farming Systems* // IACR-Long Ashton Research Station. Bristol (UK): John, Wiley Sons Ltd, p. 49–67.
7. Tarakanovas P., Raudonius S. (2003). *Agronominių tyrimų statistinė analizė taikant kompiuterines programas „ANOVA“ iš paketo Selekcija ir Irristat*. Akademija, Kėdainių r., 57 p.
8. Stancevičius A. (1979). *Piktžolių apskaita ir laukų piktžolėtumo kartografavimas*. Vilnius. 37 p.

INFLUENCE OF NON-CHEMICAL WEED CONTROL METHODS AND BIOLOGICAL PREPARATIONS ON WEED INFESTATION IN THE ORGANICALLY GROWN SPRING OILSEED RAPE

Rīta Mockevičienē¹, Rimantas Velička^{1,2}, Aušra Marcinkevičienē^{1,2}, Lina Marija Butkevičienē^{1,2}, Rita Pupalienē^{1,2}, Zita Kriaučiūnienē², Robertas Kosteckas², Sigitas Čekanauskas²

¹Aleksandras Stulginskis University, ²Experimental Station of Aleksandras Stulginskis University
E-mail: mockeviciene.r@gmail.com

Introduction

Weeds are natural component of plant communities in cultivated land (Debeljak *et al.*, 2008). All weed control methods reducing weed density are important, therefore they must be used in combination with certain agricultural plant production technologies. Mechanical weeding in row spacing is more common in organic farms and can significantly reduce weed density (Praczyk, 2005). Organic weed control methods include the thermal weed control. Wet steam technology used to control weeds (exposure time 1–2 s) destroys not only plants on the soil surface, but also the seedlings on the topsoil layer (Kerpauskas *et al.*, 2006). The ability to manipulate crop-weed interaction is essential in organic farming system (Rasmussen *et al.*, 2000). Plants are smothering weeds naturally in dense crop due to the lack of light. Various biological preparations often have a different effect on crop yield and weed infestation (Pekarskas *et al.*, 2012). **The aim of the research:** to identify the influence of non-chemical weed control and biological preparations on spring oilseed rape crop weed density and seed yield.

Materials and Methods

The field experiment was carried out at the Aleksandras Stulginskis University (ASU) Experimental Station in 2014. Soil of the experiment field – Basic epihypogleyic luvisol (*Hapli-Epihypogleyic Luvisol*). Treatments of the experiment: **factor A** – non-chemical weed control: 1) thermal (wet steam); 2) mechanical (inter-row loosening); 3) smothering (self-regulation). **Factor B** – biological preparations: 1) not used; 2) used. Spring oilseed rape 'Fenja' was grown (8 kg ha⁻¹). In the treatment where biological preparations were used, before sowing rape seed was processed with bio-organic fertilizer Nagro (Bioplante) (0.5 liters/10 liters of water per tonne of seed), and crop during the growing sprayed three times with a biological preparation Konflic. Using the thermal and mechanical weed control oilseed rape was grown within 48 cm row spacing. The weed control was provided by applying thermal control method: using mobile thermal wet water steam device (thermal power – 90 kW, performance – 120 kg h⁻¹ steam, fired by liquefied gas). Steam temperature – 99 °C, the thermal exposure time – 2 seconds. For mechanical weed control space between rows was loosened twice by using KOR-4.2-01 soil loosener.

Prior application of thermal and mechanical control weed seedling analysis was carried out at 3–4 leaf stage of the rape. In each field four 0.10 m² plots were randomly selected, labeled and weed species and seedling numbers were recorded. The second time the same analysis was carried out on the marked plots 5–7 days after the application of weed control methods. The efficiency of different weed control methods (E) on the change in weed seedlings number was calculated by the following formula:

$$E = (S1 - S2) / S1 * 100\%, \text{ where} \quad (1)$$

S1 – weed seedling number in 1 m² prior application of control methods

S2 – weed seedling number in 1 m² after application of control methods

Before rapeseed harvest in each experimental plot, in each out of 4 x 0.25 m² plot weed count was established as well as analysis of botanical composition, weeds were dried and weighed. The total number of weed was converted into units per m², and the dry weight of weeds into g m⁻² (Stancevičius, 1979).

Two-factor field experiment was arranged using split-plot method. The initial plot area was 60 m², net plot area – 20 m². Research was carried out with 4 replications. Data from these experiments were statistically evaluated according to the Fisher criteria and LSD test (Raudonius *et al.*, 2009). Statistical analysis of the research data was performed by using the computer program

SPLIT PLOT from software SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius 2003). The data of weed dry weight were transformed using the function $y = \ln x$ prior to statistical evaluation.

Results

There was found 73.1 - 146.8 units per m² of weed seedlings before the weed control was applied in oilseed rape crops. Most of the weeds emerged in plots where thermal weed control was used, also with and without the use of biological preparation. After implementation of weed control in the oilseed rape crop the numbers of weeds varied from 19.5 to 162.5 units per m². Evaluating the efficiency of different weed control on weed seedlings number was established that without the using of biological preparations, mechanical weed control efficiency was 1.9 times greater than the thermal (Fig.).

Thermal weed control efficiency with using biological preparations was 1.3 times higher than the mechanical one. Weed suppressing efficiency was negative during both years of the research.

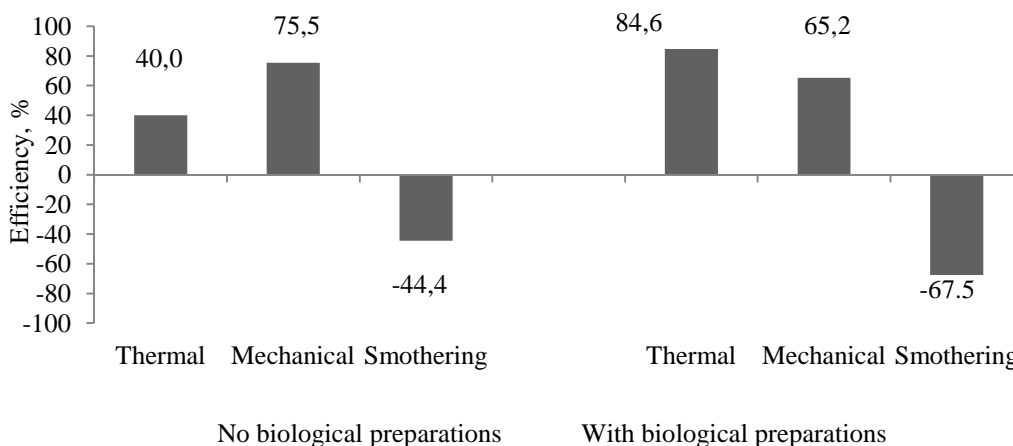


Fig. 1. The efficiency of different weed control methods and biological preparations on the change of weed seedling number in spring oilseed rape crop, 2014.

Short-lived weeds dominated during all research period: white goosefoot (*Chenopodium album* L.), wild mustard (*Sinapis arvensis* L.), common chickweed (*Stellaria media* (L.) Vill), purple dead-nettle (*Lamium purpureum* L.) and others. Long-lived – perennial sowthistle (*Sonchus arvensis* L.), creeping thistle (*Cirsium arvense* (L.) Scop), broadleaf plantain (*Plantago major* L.), field horsetail (*Equisetum arvense* L.). The significantly lowest number of weeds before oilseed rape harvest, in comparison with other weed control methods, was found after using the mechanical weed control, without usage of biological preparations (from 1.7 to 4.3 times) and using biological preparations (from 1.8 to 4.6 times) (Table). The use of biological preparations as compared to their non-use, significantly reduced the number of weeds by 15.6 per cent in plots with weed control method smothering.

Table

Weed number and dry weight and spring oilseed rape yield, 2014

Weed control method (Factor A)	Biological preparation (Factor B)	Weed number. m ²	Weed dry weight, g m ²	Rape seed yield t ha ⁻¹
Thermal	–	30.5b	186a	1.67b*
	+	26.8b	63a	1.96a*
Mechanical	–	18.2c	43b	2.06a
	+	14.8c	90a	2.03a
Smothering	–	80.0*a	93ab	1.94ab
	+	67.5*a	55a	2.00a

Note: means not sharing a common letter (a,b,c) (Factor A) and with asterisk (Factor B) are significantly different (P <0.05).

Without the use of biological preparations, mechanical weeding, comparing to thermal, significantly reduced weed dry weight by 4.3 times. Using biological preparations different weed control methods had no significant effect on weed dry weight. The largest oilseed rape yield was determined using mechanical weed control. Thermal weed control using water steam without the use of biological preparations, compared to mechanical method, significantly reduced oilseed rape yield by 18.9 percent. The use of biological preparations as compared to their non-use, significantly increased rapeseed yield by 17.4 percent, only in plots where thermal weed control was used.

Conclusion

1. Without the use of biological preparations for mechanical weed control the efficiency was 1.9 times higher than using thermal. With the use of biological preparations thermal weed control efficiency was 1.3 times greater than the mechanical.
2. Significantly lower weed number from 1.7 to 4.6 times in comparison with other weed control methods was obtained in plots with mechanical weed control, without biological preparation, as well as with using them. The lowest dry weight of weeds found after using mechanical control and without the use of biological preparation.
3. The highest seed yield of oilseed rape was determined in plots where mechanical weed control was used. The use of biological preparations significantly increased rapeseed yield by 17.4 percent only in plots with thermal weed control.

References

1. Debeljak M., Squire G. R., Demšar D., Young M. W., Džeroski S. (2008). Relations between the oilseed rape volunteer seedbank, and soil factors, weed functional groups and geographical location in the UK. *Ecological Modelling*, Vol. 212, p. 138–146.
2. Kerpauskas P., Sirvydas A. P., Lazauskas P., Vasinauskienė R., Tamošiūnas A. (2006). Possibilities of weed control by water steam. *Agronomy Research*, 4 (Special issue), p. 222–225.
3. Praczyk T. (2005). *Zwalczanie chwastów. Rozdział w: Technologia produkcji rzepaku. Wydawnictwo Wieś Jutra*, Warszawa, p. 97–107.
4. Pekarskas J., Raškauskienė A., Sinkevičienė J., Genys, V. (2012). Ekologiškų žeminių rugių auginimas ekologinės gamybos ūkyje bei šalinant žemdirbystės būdu. *Žmogaus ir gamtos sauga: 18-osios tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga*. P. 75–78.
5. Raudonius S. ir kt (2009). *Mokslinių tyrimų metodika*. Akademija (Kauno r.). 119 p.
6. Rasmussen J., Asceard J. (1995). Weed control in organic farming systems. *In: Ecology and integrated Farming Systems // IACR-Long Ashton Research Station*. Bristol (UK): John, Wiley Sons Ltd, p. 49–67.
7. Tarakanovas P., Raudonius S. (2003). *Agronominių tyrimų statistinė analizė taikant kompiuterines programas „ANOVA“ iš paketo Selekcija ir Irristat*. Akademija, Kėdainių r., 57 p.
8. Stancevičius A. (1979). *Piktžolių apskaita ir laukų piktžolėtumo kartografavimas*. Vilnius. 37 p.

AUGSNES APSTRĀDES SISTĒMAS UN SALMU IESTRĀDES IETEKME UZ AUGSNES BĪDES PRETESTĪBU UN PENETROMETRISKO PRETESTĪBU

Vaida Steponavičienē¹, Vaclovs Bogužs¹, Romute Mikučioniene¹, Aušra Sinkevičienē²,
Virginijis Feiza²

¹Aleksandra Stulginska universitāte, ²Lauksaimniecības institūts, Lietuvas Lauksaimniecības un meža pētniecības centrs
vaidakasparaityte@gmail.com

Ievads

Gan vides aizsardzībā, gan ekonomikā ir svarīgi novērtēt tādas augsnes apstrādes sistēmas, kuras neietekmē ražu un ļauj samazināt ražošanas izmaksas. Pētījumi Lietuvā un ārvalstīs liecina, ka dziļā aršana izraisa augsnes apakškārtas sablīvēšanos un organisko vielu samazināšanos. Tomēr samazināta augsnes apstrādes intensitāte un īpaši tiešā sēja ne vienmēr pozitīvi ietekmē augsnes īpašības (Kadžienē *et al.*, 2007; Romanekas, 2009; Bogužas *et al.*, 2010).

Hipotēze: tiešā sēja un minimālā augsnes apstrāde kombinācijā ar salmu iestrādi pozitīvi ietekmē augsnes fizikālās īpašības. Šā pētījuma mērķis ir novērtēt tiešās sējas, minimālās augsnes apstrādes un salmu iestrādes ietekmi uz augsnes bīdes un penetrometrisko pretestību.

Materiāli un metodes

Stacionārs ilgtermiņa lauka izmēģinājums tika iekārtots Aleksandra Stulginska universitātes (ASU, Lietuva) Eksperimentālajā stacijā 1999. gadā. Augsne – *Endohypogleyi-Eutric Planosol (WRB)* ar šādu aramkārtas (0–20 cm) sastāvu: pH KCl – 7.6, augiem pieejamais P₂O₅ – 266 mg kg⁻¹ un augiem pieejamais K₂O – 134 mg kg⁻¹, humusa saturs – 28.6 g kg⁻¹.

Divfaktoru lauka izmēģinājums tika iekārtots, izmantojot dalīto lauciņu metodi. No puses lauka salmi (faktors A) tika novākti (R), otrā pusē lauka labības novākšanas laikā sasmalcināti un izklidēti (S). Šādi sagatavotā laukā tika pētītas sešas atšķirīgas augsnes apstrādes sistēmas (faktors B): tradicionālā dziļā aršana 23–25 cm rudenī (KP), sekla aršana 10–12 cm dziļumā rudenī – kontrole (SP), rugaines lobīšana ar zaru un šķīvju ecēšām 8–10 cm dziļumā rudenī (SL), rugaines lobīšana ar rotējošiem darbarīkiem 5–6 cm dziļumā pirms sējas (SR), uztvērējaugu un zaļmēslojuma iestrāde ar rotējošu darbarīku 5–6 cm dziļumā pirms sējas (GMR), bezapstrādes variants (NT). Izmēģinājums tika iekārtots četros atkārtojumos. Katra lauka kopējā platība bija 102 m², lauciņa izmērs – 34.5 m².

Augsnes fizikālās īpašības tika novērtētas 2013. gadā. Augsnes penetrometriskā pretestība noteikta ar penetrometru pēc vasaras rapša novākšanas. Mērījumi tika veikti randomizēti 15 atlasītās vietās katrā lauciņā. Augsnes bīdes pretestība noteikta maija otrajā dekādē randomizēti 5 atlasītās vietās katrā lauciņā.

Pētījumu rezultātu novērtēšana veikta, izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi ar ticamības intervālu ($P \leq 0.05$) (statistisko datu apstrādes programma SYSTAT, procedūra GLM).

Variantu salīdzinājumam ar tradicionālo aršanu (kontrole) tika izmantots Fišera LSD kritērijs. Faktoru mijiedarbība netika konstatēta, tādēļ ir parādīti katra faktora vidējie rezultāti.

Rezultāti

Augsnes penetrometriskā pretestība būtiski ietekmē kultūraugu augšanu līdz pat sakņu veidošanās beigām, vēlāk tā nav tik svarīga. Divdīgļlapju sakņu veidošanās laikā optimālai augsnes penetrometriskai pretestībai vajadzētu pārsniegt 0.4 MPa tieši zem sēklas, bet viendīgļlapjiem ne vairāk kā 0.4 MPa. Augsnes penetrometrisko pretestību sauc par kritisku, kad augu saknes nespēj iekļūt augsnē, tas ir atkarīgs no augu sugas un augsnes struktūras. Dažādu autoru pētījumos kritiskā augsnes penetrometriskās pretestības robeža ir norādīta no 2.0 līdz 3.6 MPa. Ir konstatēts, ka augsnes penetrometriskajai pretestībai ir atšķirīga ietekme uz vasaras miežu ražu (Kadžienē, 2007).

Mūsu pētījumā ir noskaidrots, ka salmu iestrādei nav būtiskas ietekmes uz augsnes penetrometrisko pretestību 0–50 cm dziļumā, $P > 0.05$ (Tab.). Augsnes penetrometrisko pretestību ievērojami ietekmē augsnes apstrādes sistēma. Sekla aršana rudenī (SP) to 10–25 cm dziļumā palielina par 27–45%, rugaines lobīšana ar zaru vai šķīvju ecēšām rudenī (SL) par 27–47% 5–20cm dziļumā, sekla lobīšana ar rotējošu darbarīku pirms sējas (SR) par 21–62% 5–25 cm un 45–50 cm dziļumā, bet uztvērējaugu vai zaļmēslojuma iestrāde augsnē ar rotējošu darbarīku pirms kultūraugu

sējas (GMR) vai bez apstrādes (NT) attiecīgi par 21–67% vai par 23–65% 5–25 cm dziļumā, salīdzinot ar dziļo aršanu rudenī (KP).

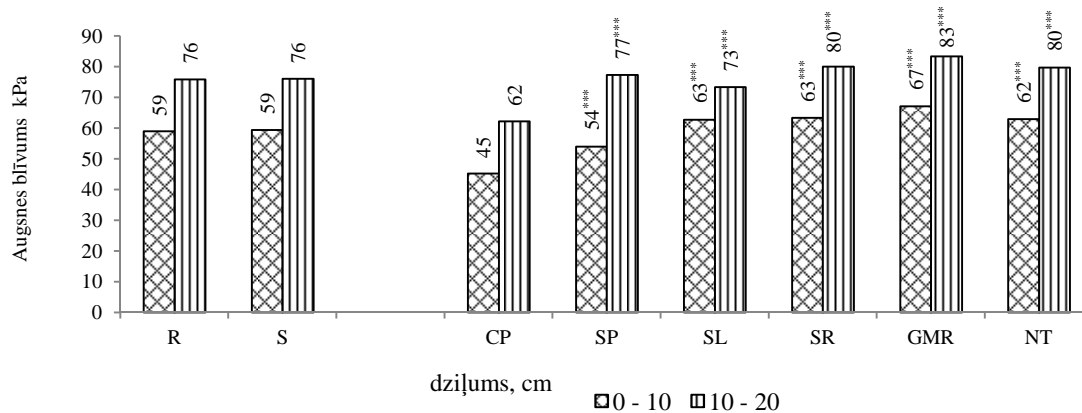
Tabula

Augsnes apstrādes sistēmu un salmu iestrādes ietekme uz augšnes pretestību 0–50 cm dziļumā
ASU Eksperimentālajā stacijā, 2013

Varianti	Augsnes penetrometriskā pretestība dažādā tās dziļumā, MPa									
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	35 cm	40 cm	45 cm	50 cm
Faktors A – iestrādāti salmi										
R	1.49	1.63	1.60	1.65	1.80	2.11	2.49	2.71	2.94	2.80
S	1.54	1.69	1.65	1.64	1.70	2.08	2.27	2.64	2.79	2.92
Faktors B – augšnes apstrādes sistēmas										
CP	1.09	1.13	1.17	1.24	1.49	1.98	2.42	2.57	2.52	2.58
SP	1.30	1.59***	1.62***	1.81***	1.90**	2.15	2.27	2.40	2.59	2.56
SL	1.56***	1.66***	1.60***	1.58**	1.68	2.16	2.30	2.67	2.80	2.96
SR	1.65***	1.82***	1.80***	1.79***	1.80*	2.00	2.44	2.96	3.45**	3.30*
GMR	1.72***	1.88***	1.84***	1.75***	1.80*	2.14	2.45	2.86	2.94	3.10
NT	1.77***	1.86***	1.71***	1.70***	1.84*	2.14	2.40	2.57	2.82	2.67

Piezīmes. Būtiska starpība*– $P \leq 0.05 > 0.01$; **– $P \leq 0.01 > 0.001$; ***– $P \leq 0.001$

Salmu iestrādei augsnē nav būtiskas ietekmes uz augšnes bīdes pretestību (Att.). Apstrādes sistēma būtiski ietekmēja augšnes bīdes pretestību gan 0–10 cm, gan 10–20 cm dziļumā. Augšnes bīdes pretestība palielinājās rugaines aršanas (SP) ietekmē attiecīgi par 20% un 24%, rugaines lobīšanas (SL) par 40% un 18%, rugaini apstrādājot ar rotējošiem darbarīkiem (SR) par 40% un 29%, iestrādājot augsnē uztvērējaugu un zaļmēslojumu ar rotējošiem darbarīkiem (GMR) par 49% un 34%, bezapstrādes variantā (NT) – par 38% un 29%.



Būtiska starpība: *– $P \leq 0.05 > 0.01$; **– $P \leq 0.01 > 0.001$; ***– $P \leq 0.001$

Att. Augšnes apstrādes sistēmu un salmu iestrādes ietekme uz augšnes bīdes pretestību vasaras rapša sējumā ASU Eksperimentālajā stacijā, 2013.

Secinājumi

1. Augšnes penetrometrisko pretestību, salīdzinājumā ar tradicionālo dziļo aršanu rudenī, būtiski ietekmē sekla lobīšana rudenī 10–25 cm dziļumā, rugaines lobīšana ar zaru vai šķīvju ecēsām rudenī 5–20 cm dziļumā, rugaines apstrāde ar rotējošiem darbarīkiem pirms sējas 5–25 cm un 45–50 cm dziļumā, uztvērējaugu un zaļmēslojuma iestrāde augsnē ar rotējošiem darbarīkiem pirms sējas un neapstrādātā augsnē 5–25 cm dziļumā.
2. Rugaines aršana rudenī, rugaines lobīšana ar zaru vai šķīvju ecēsām rudenī, rugaines apstrāde ar rotējošiem darbarīkiem pirms sējas, uztvērējaugu un zaļmēslojuma iestrāde augsnē ar rotējošiem darbarīkiem pirms sējas un neapstrādātā augsnē būtiski palielina augšnes bīdes pretestību gan 0–10 cm, gan 10–20 cm dziļumā, salīdzinot ar tradicionālo dziļo aršanu rudenī.

Izmantotā literatūra

1. Bogužas V., Kairytė A., Jodaugienė D. (2010). Soil physical properties and earthworms as affected by soil tillage systems, straw and green manure management. *Zemdirbyste–Agriculture*, t. 97, Nr. 3, p. 3–14.
2. Kadžienė G., Feiza V., Feizienė D., Šimanskaitė D., Ramanauskienė B. (2007). Dirvožemio drėgmės ir kietumo dinamika, taikant skirtingas žemės dirbimo sistemas. *Vagos: mokslo darbai*, Nr. 77, p. 13–19.
3. Romaneckas K. (2009). *Žemės dirbimo optimizavimas cukriniams runkeliams*. Habilitacijos procedūrai teikiamų mokslų darbų apžvalga, Akademija (Kauno r.), 16 p.

INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS AND STRAW INCORPORATION ON SOIL SHEAR STRENGTH AND PENETRATION RESISTANCE

Vaida Steponavičienė¹, Vaclovas Bogužas¹, Romutė Mikučionienė¹, Aušra Sinkevičienė²,
Virginijus Feiza²

¹Aleksandras Stulginskis University, ²Institute of Agriculture, Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry
vaidakasparaityte@gmail.com

Introduction

Evaluation of different soil tillage systems that do not affect yield loss and allow to decrease production costs is important in both environmental and economic sense. Investigations in Lithuania and foreign countries show that deep ploughing leads to subsoil compaction and to reduction of soil organic matter content. However, reduced tillage intensity and especially direct drilling not always have positive effect on soil properties. (Bogužas et al, 2010; Romaneckas, 2009; Kadžienė et al, 2007).

Hypothesis: direct drilling and reduced tillage systems in the combination with straw incorporation have positive influence on soil physical properties. The aim of the research is to evaluate the impact of direct drilling, reduced tillage systems and straw incorporation in soil shear strength and penetration resistance.

Materials and methods

Stationary long-term field experiment was arranged at the Experimental Station of the Aleksandras Stulginskis University (former Lithuanian University of Agriculture) in 1999. The soil of the experimental site was *Endohypogleyi-Eutric Planosol* with the following agrochemical characteristics (0–20 cm): $pH_{KCl} - 7.6$, available $P_2O_5 - 266 \text{ mg kg}^{-1}$ and available $K_2O - 134 \text{ mg kg}^{-1}$, humus content – 28.6 g kg^{-1} . Two factor field experiment was arranged using a split-plot design. The straw (Factor A) was removed (R) from one part of the experimental field and in the other part it was chopped and spread (S) at harvesting. As a sub-plot factor, six different tillage systems (Factor B) were investigated: conventional deep ploughing at 23–25 cm depth in autumn (CP), shallow ploughing at 10–12 cm depth in autumn - control (SP), shallow loosening with sweep and disc harrows at 8–10 cm depth in autumn (SL), shallow loosening with rotary cultivator at 5–6 cm depth before crop sowing (SR), catch cropping and green manure incorporation with a rotavator at 5–6 cm depth before crop sowing (GMR), no-tillage (NT). The trials were replicated four times. The total size of each plot was 102 m^2 and net size was 34.5 m^2 .

Soil physical properties were evaluated in 2013. Soil penetration resistance was determined with a penetrometer after spring rape harvesting. Penetrations were made at 15 randomly selected locations per plot. Soil shear strength was determined in the second decade of May at 5 randomly selected locations per plot.

Experimental data were evaluated using the analysis of variance ($P \leq 0.05$) based on two-factorial split-plot design model (SYSTAT statistical package, procedure GLM). Comparisons of means vs. conventional ploughing (control) were undertaken with Fisher LSD test. No factorial interaction was found and therefore the results are presented as average for each factor.

Results

Soil penetration resistance highly influences crop growth till the end of rooting, however, it is not so important later. Optimal penetration resistance for rooting of dicotyledonous plants should exceed 0.4 MPa just below seed, but not more than 0.4 MPa for monocots. Penetration resistance is called critical when plant roots cannot penetrate into the soil, it depends on the plant spaces and soil texture. According to different authors, critical limit of penetration resistance is from 2.0 to 3.6 MPa. Soil penetration resistance has different effect on spring barley yield (Kadžienė, 2007).

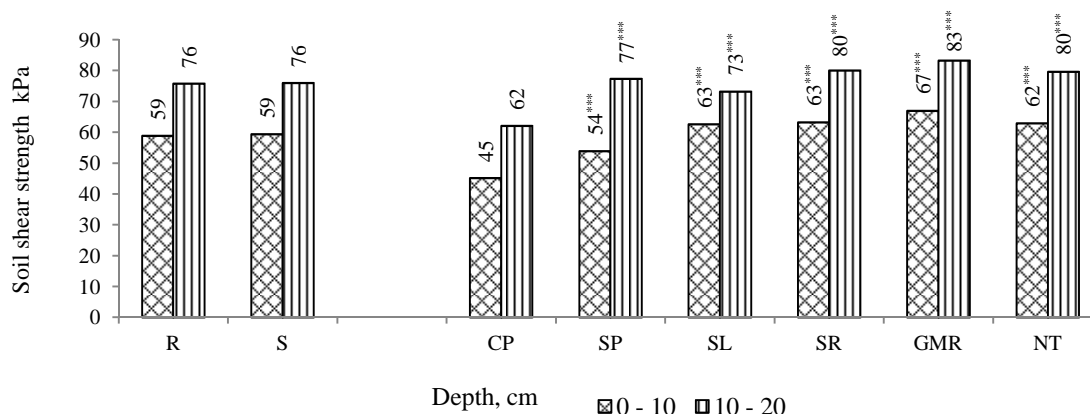
According to our results straw incorporation had no significant effect on soil penetration resistance at 0–50 cm depth, $P > 0.05$ (Table). Penetration resistance significantly depended on soil tillage systems. Soil penetration resistance increased by shallow ploughing in autumn (SP) 27–45% at 10–25 cm depth, shallow loosening with sweep and disc harrows in autumn (SL) – 27–47% at 5–20 cm depth, shallow loosening with rotary cultivator before crop sowing (SR) 21–62% at 5–25 cm and 45–50 cm depth, catch cropping and green manure incorporation with a rotavator before crop sowing (GMR) or no-tillage (NT) respectively 21–67% or 23–65% at 5–25 cm depth comparing to deep ploughing in autumn (CP).

Table

The effect of soil tillage systems and straw incorporation on soil penetration resistance at 0–50 cm depth (Experimental Station of ASU, 2013)

Treatments	Soil penetration resistance in different depths, MPa									
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	35 cm	40 cm	45 cm	50 cm
Factor A – straw incorporation										
R	1.49	1.63	1.60	1.65	1.80	2.11	2.49	2.71	2.94	2.80
S	1.54	1.69	1.65	1.64	1.70	2.08	2.27	2.64	2.79	2.92
Factor B – tillage system										
CP	1.09	1.13	1.17	1.24	1.49	1.98	2.42	2.57	2.52	2.58
SP	1.30	1.59***	1.62***	1.81***	1.90**	2.15	2.27	2.40	2.59	2.56
SL	1.56***	1.66***	1.60***	1.58**	1.68	2.16	2.30	2.67	2.80	2.96
SR	1.65***	1.82***	1.80***	1.79***	1.80*	2.00	2.44	2.96	3.45**	3.30*
GMR	1.72***	1.88***	1.84***	1.75***	1.80*	2.14	2.45	2.86	2.94	3.10
NT	1.77***	1.86***	1.71***	1.70***	1.84*	2.14	2.40	2.57	2.82	2.67

Notes. Significant differences at * $-P \leq 0.05 > 0.01$; ** $-P \leq 0.01 > 0.001$; *** $-P \leq 0.001$.



Notes. Significant differences: * $-P \leq 0.05 > 0.01$; ** $-P \leq 0.01 > 0.001$; *** $-P \leq 0.001$.

Fig. 1. The effect of tillage systems and straw on soil shear strength in spring rape (Experimental Station of ASU, 2013).

Straw incorporation had no significant influence on soil shear strength (Fig.1). Soil tillage significantly affected soil shear strength both at 0–10 cm and 10–20 cm depth soil layers. Soil shear strength was increased by shallow ploughing (SP), respectively 20 and 24%, shallow loosening (SL) – 40 and 18%, shallow rotavating (SR) – 40 and 29%, catch cropping and green manure incorporation with a rotavator (GMR) – 49 and 34%, no-tillage (NT) – 38 and 29%.

Conclusions

1. Soil penetration resistance, comparing to deep ploughing (CP), significantly increases by shallow ploughing in autumn (SP) at 10–25 cm depth, shallow loosening with sweep and disc harrows in autumn (SL) at 5–20 cm depth, shallow rotavating before crop sowing (SR) at 5–25 cm and 45–50 cm depth, catch cropping and green manure incorporation with a rotavator before crop sowing (GMR) and no-tillage (NT) at 5–25 cm depth.
2. The shallow ploughing in autumn (SP), shallow loosening with sweep and disc harrows in autumn (SL), shallow rotavating before crop sowing (SR), catch cropping and green manure incorporation with a rotavator before crop sowing (GMR) and no-tillage (NT) significantly increases soil shear strength both at 0–10 cm and at 10–20 cm depth soil layers comparing to deep ploughing in autumn (CP).

References

1. Bogužas, V., Kairyte A., Jodaugienė D. (2010). Soil physical properties and earthworms as affected by soil tillage systems, straw and green manure management. *LŽŪU. Zemdirbyste–Agriculture*, t. 97, Nr. 3, p. 3–14.
2. Kadžienė G., Feiza V., Feizienė D., Šimanskaitė D., Ramanauskienė B. (2007). Dirvožemio drėgmės ir kietumo dinamika, taikant skirtingas žemės dirbimo sistemas. *Vagos: mokslo darbai*, Nr. 77, p. 13–19.
3. Romaneckas, K. (2009). Žemės dirbimo optimizavimas cukriniams runkeliams. Habilitacijos procedūrai teikiamų mokslų darbų apžvalga, Akademija (Kauno r.), 16 p.

SVEICAM

ZĀLAUGU SELEKCIŅĀRAM IVARAM HOLMAM – 80

Zālaugu selekcionārs Ivars Holms 14. jūlijā sagaidīs mūža 80. gadskārtu. Dzīves ceļš aizsācies 1935. gadā Rīgā. Jau agrā bērnībā vectēva saimniecībā Ivars iepazīna lauku darbus, sākot ar līdumu līšanu un beidzot ar ražas novākšanu. Apzinot visu darbu saistību ar rudens guvumu, radās interese par lauksaimniecību, tā noteica arī profesijas izvēli.

I. Holms lauksaimniecības zinības apguvis Bulduru Dārzkopības tehnikumā, ko beidzis 1955. gadā. Vēlāk studējis agronomiju Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā, 1960. gadā iegūstot diplomēta agronoma kvalifikāciju.

Pēc studijām Ivara darba gaitas bija saistītas ar vairākām kopsaimniecībām Madonas rajonā, pildot gan brigadiera, gan nodaļas vadītāja, gan agronoma pienākumus. Priekuļu selekcijas un izmēģinājumu stacijā sācis strādāt 1964. gadā: vispirms par sēklkopības agronomu, bet no 1966. gada jau par vecāko zinātnisko līdzstrādnieku. Vēlāk, no 1993. līdz 2000. gadam, ieņēma vadošā pētnieka amatu. Zinātniskās darbības sākumā līdz 1968. gadam pētījis daudzgadīgo zāļu sēklkopības un novākšanas problēmas, bet vēlāk nopietni pievērsies zāļu selekcijai. I. Holms iepazinis un ļoti labi pārzinājis tā laika zālaugu selekcijas darbu pasaulē. Viņam bija iespēja 1969. gadā viesoties Vācijā Bernburgas selekcijas institūtā, kur iepazinies ar modernām selekcijas metodēm – poliploidiju, heterozi un citām. Mīnhebergas zemkopības un augkopības institūtā I. Holmam bija iespēja apgūt selekcijas darba metodes, lauku izmēģinājumu iekārtošanas un izmēģinājumu rezultātu apstrādes metodikas.

Zinātniskās kvalifikācijas pilnveidošanai I. Holms Vissavienības augkopības zinātniski pētnieciskajā institūtā Ļeņingradā (tagad Sanktpēterburga) izstrādājis zinātnisko darbu par Vestervaldes aires (*Lolium multiflorum* var. *Westervoldicum* Mans.) bioloģiskajām īpatnībām un izmantošanu selekcijā. Pēc disertācijas aizstāvēšanas 1980. gadā ieguvis lauksaimniecības zinātņu kandidāta grādu, kas vēlāk nostrificēts par lauksaimniecības zinātņu doktora grādu.

Zālaugu selekcijas darba rezultātā izveidotas šķirnes, kurām Ivars Holms ir autoru skaitā: viengadīgā aires 'Druva', ganību aires 'Spīdola', pļavas auzene 'Arita', pļavas skarene 'Gatve' un 'Urga'.

Ļoti nozīmīgs darbs ieguldīts daudzu un dažādu publikāciju un grāmatu sagatavošanā. Kā nozīmīgākā jāmin „Laukaugu selekcija Latvijā”, kurai Ivars Holms bija ne vien sastādītājs, bet arī izdošanas iniciators. Šo grāmatu joprojām atzinīgi vērtē un izmanto Latvijas laukaugu selekcionāri.

Ivara Holma interešu lokā ir arī vēstures izzināšana. Daudz laika un enerģijas viņš veltījis Priekuļu zinātnieku biogrāfisko ziņu vākšanai un apkopošanai. Joprojām apbrīnojama ir Ivara erudīcija un spēja orientēties politiskos jautājumos.

Možu garu, stipru veselību un spēju joprojām analītiski vērtēt notikumus pasaulē novēl kolēģi Priekuļos un arī citur.

Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta vārdā Ilze Skrabule un Maija Gaiķe

LOPKOPIBAS ZINĀTNIECI AUSMAI VEĢEI – 80

Dr. agr. Ausma Veģe dzimusi 1935. gada 8. septembrī Liepājas apriņķa Dunikas pagasta Sedvinu ciema „Teteros”. Vecāki Pēteris un Made Makuži bija rentnieki.

Ausma Veģe 1950. gadā beigusi Kapsēdes 4-gadīgo pamatskolu, Liepājas Raiņa 6-gadīgo pamatskolu 1952. gadā un Liepājas strādnieku jaunatnes vakara vidusskolu 1956. gadā. Pēc skolas absolvēšanas viņa 1956. gadā uzsāk studijas Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Zootehnikas fakultātē, ko 1961. gadā absolvē ar izcilību un sāk strādāt par ciltslietu zootehniķi Liepājas rajona padomju saimniecībā „Nīca”. 1962. gadā sāk strādāt Kurzemes Valsts ciltslietu stacijā par ciltslietu zootehniķi, bet 1968. gadā turpina darbu Kuldīgas Lauksaimniecības pārvaldē par ciltslietu zootehniķi. Nākamajā, 1969. gadā, Ausma iestājas aspirantūrā Latvijas lopkopības un veterinārijas

zinātniskās pētniecības institūtā, ko pabeidz 1972. gadā un uzsāk darbu Siguldas analītiskajā ciltslietu stacijā par vecāko zootehniķi.

Ausma Veģe darbu Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Zootehnikas fakultātes Īpatnējās lopkopības katedrā kā docente sāk 1979. gadā. No 1988. līdz 1991. gadam viņa ir Īpatnējās lopkopības katedras vadītāja. Pēc šīs katedras apvienošanas ar Dzīvnieku audzēšanas katedru, Ausma Veģe turpina darbu apvienotajā Dzīvnieku audzēšanas katedrā par docenti, bet 1998. gadā viņu ievēl par asociēto profesori.

Ausmas Veģes zinātniskā darbība bija saistīta ar cūkkopības nozari. Pētījumi veltīti Latvijas baltās cūku šķirnes uzlabošanai, izmantojot Lielo balto cūku šķirni. Nodarbojusies ar Latvijas produktīvo dzīvnieku genofonda saglabāšanu un izkopšanu, kā arī ar cūku šķirņu saderības pārbaudi mātes formu veidošanai. Pēc stažēšanās Vācijā Ķīles Kristiāna Albrehta Universitātē un Veienštefanas (*Weihenstephan*) augstskolas Lauksaimniecības fakultātē Ausma Veģe sāk pētīt cūku gaļas kvalitāti ietekmējošos faktorus.

Ausma Veģe kopā ar kolēģēm (L. Cjukšu, J. Volgajevu u. c.) 1986. gadā izdod grāmatu „Cūkkopība”. Nozīmīgāko publikāciju skaitā jāmin arī 1992. gadā izdotie „Ieteikumi lopkopībā zemnieku saimniecībām” (līdzautori J. Priekulis, A. Nābels u. c.), kā arī 1995. gadā izdotie „Metodiskie norādījumi lopkopības fermu projektēšanai” (autori A. Stira, A. Veģe) un „Cūku mākslīgā apsūkšana”.

Ausma Veģe darba attiecības ar Latvijas Lauksaimniecības universitāti pārtrauc 2000. gada 31. augustā, bet savu profesionālo darbību vairākus gadus turpina Cūku ciltsdarba centrā, sniedzot konsultācijas Latvijas cūkaudzētājiem par cūku selekcijas jautājumiem.

Autoru kolektīvs (J. Priekuļa vadībā), kura sastāvā ir arī Ausma Veģe, 2003. gadā izdod grāmatu „Lielopu un cūku mītnes: tehnoloģija un aprīkošana”, kā arī LLU Rakstos tiek publicēts raksts (Jansone M., Veģe A., Jonkus D., Paura L.) „Liesās gaļas un speķa biežuma noteikšanas iespējas dzīvām cūkām”, kas top, pateicoties A. Veģes vadītājam pētījumam.

Ausma Veģe bija tieša, tomēr atsaucīga un jauka kolēģe, kura savas zināšanas centās nodot pēc iespējas plašākam interesentu lokam.

Lauksaimniecības fakultātes Agrobiotehnoloģijas institūta Dzīvnieku zinātņu nodaļas kolēģi vēl Ausmai Veģei labu veselību un dzīvesprieku!

DOCENTEI JEKATERINAI VOLGAJEVAI – 80

Jekaterina Volgajeva dzimusi 1935. gada 24. jūlijā Liepājā. Tēvs kalpojis buržuāziskās Latvijas armijā kā virsnieks, māte mājsaimniece. Mācījusies Liepājas krievu pamatskolā (1942.–1949. g.), 1952. gadā beigusi Liepājas 2. vidusskolu.

No 1952. līdz 1957. gadam mācījusies Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultātē. Pēc augstskolas pabeigšanas strādājusi Liepājas rajona kolhozā „Boļševiks” par sēklkopības agronomi (1957.–1959. g.), vēlāk par agronomi Aizputes rajona kolhozā „Spartaks” (1960. g.). Durbes vidusskolā bijusi mācību pārzine (1961. g.). LPSR Komunālās saimniecības valsts komitejas vecākā inženiere–dendroloģe (1961.–1962. g.).

1962. gadā kā sekretāre rektorātā uzsāk darbu Latvijas Lauksaimniecības Akadēmijā (tagad universitātē), pēc tam strādā konstruktoru grupā par konstruktori, tad par vecāko laboranti kaltēšanas problēmu laboratorijā.

No 1965. gada strādā par vecāko laboranti, bet no 1976. līdz 1983. gadam par asistenti Zootehnikas fakultātes Īpatnējās lopkopības katedrā. No 1983. gada ievēlēta par docenti Dzīvnieku audzēšanas katedrā un šajā amatā strādā līdz 1998. gadam. No 1998. gada turpina darboties zinātniski pētnieciskā sektorā kā pētniece. Darba attiecības ar LLU pārtrauca 2001. gada 31. decembrī, pēc 39 nostrādātiem gadiem. Kopā ar profesori L. Cjukšu strādājusi pie Latvijas tumšgalves aitu ganāmpulku izkopšanas LLU mācību un pētījumu saimniecībās „Vecauce” un „Jelgava”, pētot šīs aitu šķirnes izkopšanas un produktivitātes kāpināšanas iespējas. MPS „Vecauce” aitu ganāmpulks bijis viens no ražīgākajiem ganāmpulkiem Latvijā.

Lauksaimniecības fakultātes vārdā Daina Kairiņa

ATCERAMIES

AGRONOMAM, ZINĀTNIEKAM UN PEDAGOGAM, PROFESORAM VALDIM KLĀSENAM – 80

(20.03.1935. – 11.04.2005.)

Šogad savu 80. dzimšanas dienu būtu svinējis profesors Valdis Klāsens. Cilvēks, kura dzīve pusgadsimta garumā bija saistīta ar Agronomijas (Lauksaimniecības) fakultāti. Sešpadsmit gadus (1975.–1979. un 1983.–1993.) Valdis Klāsens bija Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultātes dekāns. Daudziem agronomiem fakultāti simbolizē tieši profesors – taisnīgs, prasīgs, bet tajā pašā laikā iejūtīgs un saprotošs. Trīsdesmit gadus (1971.–2001) profesors vadīja Augu fizioloģijas un mikrobioloģijas, vēlāk Augu bioloģijas katedru.

Profesors Valdis Klāsens dzimis un audzis Liepājas apriņķa Durbes pagasta zemnieku ģimenē. 1944. gadā beidzis Krotas A. Kronvalda tautskolu, 1950. gadā Padones 7-gadīgo skolu, 1954. gadā Kazdangas Lauksaimniecības tehnikumu, bet 1959. gadā absolvējis Latvijas Lauksaimniecības akadēmiju kā mācīts agronoms. Divus gadus darba gaitas aizved V. Klāseni uz dzimto pusi, bet 1961. gadā viņš iestājas LLA Agronomijas fakultātes aspirantūrā un visa turpmākā viņa dzīve ir saistīta ar Latvijas Lauksaimniecības akadēmiju (vēlāk universitāti).

Profesora mūža pētnieciskais darbs saistīts ar tauriņziežu simbiotiskās sistēmas formēšanās un darbības likumsakarību izziņāšanu, kuru viņš uzsāka augsnes mikrobioloģijas pamatlicēja Latvijā, profesora A. Kalniņa, vadībā. Pielietojot un papildinot katedrā izstrādāto pētījumu metodiku, profesors V. Klāsens pētījis zirņu–viķu–pupu (*Rhizobium leguminosarum* Frank.) grupas gumiņbaktēriju izplatību Latvijas augsnēs. Pārbaudot lielu daudzumu izdalīto tīrkultūru simbiotiskās īpašības, analītiskās selekcijas rezultātā iegūti efektīvi gumiņbaktēriju celmi, kurus izmantoja nitragēna ražošanai. Plašu izmēģinājumu un sekojošu pārbaužu rezultātā izveidotas rezistentas gumiņbaktēriju formas un to identifikācijas metodes, kuras varēja izmantot, skaidrojot iezīmēto baktēriju ekoloģiju augsnē. Pētījumu rezultātā secināts, ka ražošanas sējumos nitragināzijas efektivitāte nav atkarīga tikai no gumiņbaktēriju celmu bioloģiskajām īpašībām, bet ļoti bieži noteicošie ir konkrētās augsnes apstākļi, kuri nodrošina vai arī nenodrošina inokulanta gumiņbaktēriju izplatīšanos augsnes aramkārtā. Ar saviem pētījumiem profesors V. Klāsens aizrāva arī studentus, viņa vadībā izstrādāti un aizstāvēti vairāk nekā 70 dažāda līmeņa studentu zinātniskie darbi, no kuriem 42 veltīti gumiņbaktēriju izpētei.

Kolēģu un studentu mudināts, profesors pētījis arī nezāļu sēklu miera periodu, rudzu un kviešu graudu kvalitāti noteicošos faktorus un citus tobrīd lauksaimniecībā būtiskus vai sabiedrībā aktualizētus jautājumus. Profesora erudīcijas, dzīves pieredzes un nosvērtības dēļ viņu patiesi cienīja kā kolēģi, tā studenti.

Profesors veica aktīvu sabiedrisko darbību: bija Latvijas Lauksaimniecības un Meža zinātņu akadēmijas Prezidija loceklis, Zemkopības nodaļas vadītājs, Mikrobiologu biedrības, Augsnes pētnieku biedrības biedrs, Agronomijas biedrības viceprezidents, Augstskolu profesoru asociācijas valdes loceklis, Latviešu augstskolu mācībspēku un zinātnieku apvienības (LAMZA) loceklis, Latvijas Lauksaimniecības universitātes Rakstu (latviešu izdevums) redkolēģijas vadītājs un atbildīgais redaktors.

Profesors Valdis Klāsens ir vairāk nekā 190 publikāciju autors, trīsdesmit no tām ir veltītas augstākajai lauksaimnieciskajai izglītībai Latvijā un Lauksaimniecības fakultātes vēsturei.

DOCENTAM JĀNIM LAUVAM – 80

(15.10.1935. – 21.10.1999.)

Jānis Lauva visu darba mūžu – 41 gadu – veltījis savai pirmajai un vienīgajai darba vietai, Latvijas Lauksaimniecības akadēmijai, vēlāk universitātei.

Jānis Lauva dzimis 1935. gada 15. oktobrī Rīgas apriņķa Inčukalna pagasta „Strautniekos”, taču nākamā lauksaimniecības zinātnieka bērnības atmiņas saistās ar Jelgavas rajona Sesavu, kur

Lielsavas pagastā 1939. gadā vecāki iepirka Ozolkalnu saimniecību. Pēc pārdzīvotajiem kariem un traģiskajām lauku pārmaiņām, 1950. gadā pabeidzis Sesavas 7-gadīgo skolu, Jānis dodas apgūt agronomiskās zinības uz netālu esošo Saulaines lauksaimniecības tehnikumu, kuru absolvē 1954. gadā. Pēc tehnikuma beigšanas viņa ceļi mērķtiecīgi ved uz Rīgu, kur tajā laikā līdz Jelgavas pils atjaunošanai atradās Latvijas Lauksaimniecības akadēmija (LLA). Kopš tā laika līdz pat pāragrai aiziešanai mūžībā 1999. gada 21. oktobrī Jāņa Lauvas dzīve – darbs un prieki, panākumi un sarūgtinājumi, ikdiena un svētku reizes – bija saistīta ar šo mācību iestādi. Vēl būdams agronomijas fakultātes students, 1958. gadā viņš sāk strādāt par Augkopības katedras laborantu. Katedra kļūst par viņa otro ģimeni, otrajām mājām.

Pēc LLA Agronomijas fakultātes pabeigšanas 1959. gadā Jānis Lauva sešus gadus vada katedras izmēģinājumu lauku „Vecaucē”. Šeit vecākās paaudzes pasniedzēju–zinātnieku vadībā viņš pats veidojas par pētnieku, par nākamo pasniedzēju un zinātnieku. Ar 1965. gadu J. Lauva sāk strādāt par asistentu, no 1970. gada par vecāko pasniedzēju, un no 1980. gada par docentu. Viņš lasa lekciju kursu un vada laboratorijas un praktiskos darbus augkopībā agronomijas fakultātes studentiem par lopbarības laukaugiem, sakņaugiem, eļļas un šķiedraugiem, kā arī vada augkopības kursu zooliņinieru un veterinārmedicīnas fakultāšu studentiem. Dziļi pārzinādams studentiem apgūstamo mācību vielu, bija koleģiāls, interesants un aizraujošs, taču tajā pašā laikā arī prasīgs pasniedzējs. Viņš nepieļāva paviršības mācību vielas apgūvē, laboratorijas un praktisko darbu izpildē. Viņš neuzspieda savu viedokli, bet prata veicināt, atrast studentu iniciatīvu.

Paralēli pasniedzēja darbam Jānis Lauva intensīvi veica arī zinātniski pētniecisko darbu. Par lopbarības sakņaugu audzēšanas pētījumiem 1972. gadā viņš aizstāv lauksaimniecības zinātņu kandidāta disertāciju un 1992. gadā nostrifikācijas kārtībā iegūst agronomijas zinātņu doktora (Dr. agr.) grādu. Viņa interešu loks saistījās galvenokārt ar cukurbiešu, rapšu, ķimeņu, linu bioloģijas un audzēšanas tehnoloģiju pētniecību. Viņš izveidojis neirstošu ķimeņu šķirni ‘Kamarde’ (1994. g.). Taču lielākā viņa zinātniskā mīlestība bija cukurbietes un rapsis, un par šiem laukaugiem viņš bija tā laika zinošākais speciālists Latvijā.

Jānis Lauva ir autors 83 zinātniskām, populārzinātniskām un metodiskām publikācijām.

Jānis bija interesants un aizraujošs kolēģis, viņam patika joki, asprātības un trāpīgs vārds. Tāds viņš ir arī mūsu atmiņās – vienmēr rošīgs, zinošs, atjautīgs pasniedzējs, kolēģis un draugs.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā Antons Ruža

DOCENTAM ANTONAM SKROMANIM – 80

(01.12.1935. – 03.02.2009.)

Antons Skromanis dzimis Daugavpils apriņķa Aglonas pagasta „Kristapiņos”. Mācījies Skudrīšu 7-gadīgajā skolā, pēc tam Aglonas internātskolā. 1960. gadā absolvējis LLA Agronomijas fakultāti. Pēc tam – darba gaitas dzimtajā pusē par agronomu un sovhoza direktoru. Kopš 1963. gada darba gaitas turpinājis Lauksaimniecības ministrijā un Latvijas kompartijas iestādēs. No 1971. gada līdz 1974. gadam mācījies aspirantūrā Vācijas Demokrātiskajā Republikā, kur izstrādājis un aizstāvējis zinātņu kandidāta disertāciju. 1977. gadā tiek ievēlēts par LLA docentu un Agroķīmijas katedras vadītāju un šajos amatos strādājis līdz 1983. gadam. Vienlaikus no 1981. gada līdz 1982. gadam pildījis Agronomijas fakultātes dekāna pienākumus, aizvietojojt radošajā atvaļinājumā esošo dekānu V. Klāseni. Pēc darba gaitām LLA strādājis par direktoru Republikāniskajā Lauksaimniecības ķimizācijas pētniecības un projektēšanas stacijā, uzņēmumā „Latvijas agroķīmija”, kā arī vadījis uzņēmumu „Agroķīmija” (līdz 1995. gadam). Pētījis augsnes auglības celšanas iespējas, organiskā mēslojuma gatavošanu un izmantošanu, tā ekonomisko un enerģētisko potenciālu. 1992. gadā aizstāvējis habilitētā zinātņu doktora disertāciju. Aktīvi darbojies zinātnes kā arī ražošanas organizatoriskā darbā. Iniciators un organizators mācību grāmatas „Agroķīmija” izdošanai.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā prof. Aldis Kārklīšs

AGRONOMAM, PROFESORAM LAIMONIM JURŠEVSKIM – 90

(14.01.1925. – 18.11.2008.)

Laimonis Jurševskis dzimis 1925. gada 14. janvārī lauksaimnieku ģimenē, un visu mūžu arī palicis uzticīgs lauksaimniecībai. Viņa bērnība pagājusi Bauskas apriņķa Iecavas pagasta „Lielstungās” – lauku vidē un darot lauku darbus, tāpēc pēc Iecavas pamatskolas Laimonis dodas mācīties uz Mežotnes lauksaimniecības vidusskolu. Taču to pabeigt neizdodas, jo kara vētras arī Laimonim liek uzvilkt karavīra tērpu. Kaut arī Laimonis tika iesaukts Sarkanajā armijā, tas nepaglāba viņa vecākus no jaunās varas represijām. Pēc demobilizācijas turpinātas mācības nu jau Saulaines lauksaimniecības tehnikumā, uz kuru pārcelta bijusī Mežotnes lauksaimniecības vidusskola, un pēc tam Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultātē, kuru absolvējis 1954. gadā. Tad seko agronomiskā darbība tā laika Jelgavas Mašīnu traktoru stacijā (MTS) un Jelgavas Lauksaimniecības inspekcijā, bet no 1959. gada viss turpmākais dzīves ceļš ir saistīts ar Latvijas Lauksaimniecības akadēmiju, tagad – universitāti. Agronomijas fakultātes Augkopības katedrā Laimonis Jurševskis veidojas un top par nopietnu zinātnieku un iejūtīgu un atsaucīgu pedagogu, iziedams visus hierarhijas pakāpienus no asistenta līdz profesoram.

Augkopības katedrā Laimoņa Jurševska pedagoģiskā un zinātniskā darbība gāja roku rokā, ar vienotu mērķi un uzdevumu: augstskolas pasniedzējam ir jābūt aktīvam zinātniekam, zinātniskajā darbā jāiesaista arī studenti un lekcijās ne tikai jāsniedz jaunākās zinātniskās atziņas, bet arī tās jāizvērtē. Tāpēc viņa lekciju uzskates materiālos vienmēr bija vissvaigākā informācija un par attiecīgām tēmām arī ļoti daudz paša pētījumu rezultāti.

Laimonis Jurševskis 1966. gadā sekmīgi aizstāv Lauksaimniecības zinātņu kandidāta disertāciju par dzelteno lupīnu kā lopbarības un zaļmēslojuma kultūraugu smilts augsnes. Turpmākā viņa zinātniskā darbība ir saistīta ar graudkopības jautājumiem. Atbilstoši sava laika materiāli tehniskajām iespējām, Laimonis Jurševskis bijis daudzu agrotehnisko jauninājumu aizsācējs un aktīvs propagandists agronomu vidē. Viņš ir intensīvo labību audzēšanas tehnoloģiju pionieris Latvijā. Viņa plašās zināšanas un paša pētījumu rezultāti apkopoti daudzās publikācijās un vairākās mācību grāmatās.

Bez mācību un zinātniskās darbības Laimonis Jurševskis bija viens no Latvijas Agronomu biedrības atjaunotājiem 1988. gadā un ilggadējs tās valdes loceklis. Viņš nemītīgi uzturēja ciešus kontaktus ar agronomu sabiedrību un centās, lai jaunākās atziņas tiktu ieviestas arī praksē.

Ilgajos pasniedzēja darba gados, ievadot augstākajās zinībās jau savu bijušo studentu nākamo paaudzi, viņš bija arī agronomu dzimtu pēctecības veidotājs. Profesora atbalsts, padoms un rosinošās diskusijas pavadīja vai ikkatru agronomijas nozares topošo speciālistu un zinātnieku.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā Antons Ruža

ZEMKOPIBAS ZINĀTNIKAM, PROFESORAM JEVĢĒNIJAM RUBENIM – 90

(25.10.1925.– 18.04.2005.)

Jevģēnijs Rubenis dzimis 1925. gada 25. oktobrī Daugavpils apriņķī, Asūnes pagastā.

1950. gadā ar izcilību beidzis Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultāti. Viengadīgās aspirantūras laikā Voronežas lauksaimniecības institūta profesora, lauksaimniecības zinātņu doktora Vasilija Kvasņikova vadībā apkopojis savus no 1951. līdz 1954. gadam veiktos pētījumus un 1955. gadā aizstāvējis disertāciju, iegūstot lauksaimniecības zinātņu kandidāta grādu. 1975. gadā aizstāvējis lauksaimniecības zinātņu doktora grādu, kuru PSRS Augstākā atestācijas komisija apstiprinājusi 1976. gadā. Minētais zinātniskais grāds 1992. gadā pielīdzināts Latvijas Republikas lauksaimniecības habilitētā doktora grādam. Strādājis Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Zemkopības (Laukkopības) katedrā par asistentu (1950.–1956. g.), vecāko pasniedzēju (1956.–1958. g.), docentu (1958.–1972. g., 1974.–1976. g.), vecāko zinātnisko līdzstrādnieku (1972.–1974. g.), bet no 1976. gada līdz mūža beigām par profesoru.

PSRS Augstākās atestācijas komisija 1958. gadā Jevgēnijam Rubenim piešķīrusi docenta zinātnisko nosaukumu un 1978. gadā profesora nosaukumu. Bijis LLA Agronomijas fakultātes dekāns (1962.–1964. g.), Zemkopības (Laukkopības) katedras vadītājs (1979.–1997. g.). Interesanti un saistoši lasījis lekcijas un vadījis nodarbības par pētījumu metodiku, zemkopību, vēlāk par laukkopību un zinātniskā darba metodēm. Bijis Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas loceklis (1992. g.) un Goda loceklis (1995. g.). Vēlāk pildījis LLU Lauksaimniecības zinātnes nozares Laukkopības apakšnozares habilitācijas un promocijas padomes priekšsēdētāja (1992.–1998. g.) un Lauksaimniecības inženierzinātnes habilitācijas un promocijas padomes locekļa amatu (1994.–1998. g.). Visā pedagoģiskās darbības laikā iemantojis cieņu un atzinību gan studentu un darba kolēģu, gan zinātnieku un praktiķu vidū.

Pētījis daudzgadīgo zālāju aršanas laikus, laukaugu priekšaugus, bezmaiņas sējumus, starpkultūras un nezāļu izplatību. Pētījumu atziņas sekmīgi ieviesis un izmantojis ražošanā un studentu apmācībā. Vadījis deviņu zinātņu kandidātu (doktoru) disertāciju izstrādāšanu.

Ārzemju pieredzi laukkopībā apguvis Baltkrievijā, Igaunijā, Krievijā, Lietuvā, Ukrainā, Uzbekijā, Vācijā. Ieguvis Latvijas PSR Nopelniem bagātā zinātnes darbinieka (1985. g.) un Valsts emeritētā zinātnieka (1998. g.) nosaukumu.

Publicējis vairāk par 200 zinātnisku un populārzinātnisku darbu, bijis daudzu mācību grāmatu un līdzekļu autors vai līdzautors: „Agronomijas pamati” (1974, 1984, 1994), „Agronomisko izmēģinājumu metodikas pamati” (1976), „Augseku agrotehniskie pamati” (1979), „Zemkopība” (1983), „Agronomisko izmēģinājumu metodikas praktikums” (1987), „Bioloģiskā zemkopība” (1992).

Miris 2005. gadā, apglabāts Rīgā, Meža kapos.

Laukkopības nodaļas un Lauksaimniecības fakultātes darbinieki atcerēsies profesoru Rubeni kā atsaucīga un pedagoģiski erudīta pasniedzēja paraugu.

Lauksaimniecības fakultātes vārdā profesors emeritus Andris Bērziņš

ASISTENTEI VELTAI MŪRNIECEI – 95

(15.01.1920. – 22.05.2008.)

Veltas Mūrnieces dzimtā puse ir Valkas apriņķa Jaunalūksnes pagasts. 1940. gadā beigusi Alūksnes vidusskolu, bet 1948. gadā – LU Bioloģijas fakultātes augsnes zinību nodaļu. Pēc LU absolvēšanas strādājusi augstskolā vispirms par laboranti, pēc tam par asistenti. 1953. gadā uzsāk darba gaitas LLA Agroķīmijas katedrā, kur nostrādā līdz 1986. gadam. 1973. gadā aizstāv zinātņu kandidāta disertāciju „Mikroelementu sāļu B, Cu, Mn un kūtsmēsļu mikroelementu ietekme uz cukurbiešu un kartupeļu ražu un kvalitāti”. Vadījusi laboratorijas darbus analītiskajā ķīmijā un agroķīmijā. Katedrā V. Mūrniece strādājusi klusi, bez lielām ambīcijām, paliekot it kā otrajā plānā. Taču viņas līdzdalība bijusi jūtama visos pasākumos: studiju procesā, studentu audzināšanas darbā, zinātniskās aktivitātēs uz lauka un laboratorijā, saimnieciskās lietās, aizvietojojot un rūpējoties par saslimušu kolēģi. Darbabiedri atceras Veltu kā vienkāršu, sirsnīgu un ļoti izpalīdzīgu cilvēku.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā prof. Aldis Kārklīņš

DOCENTAM JĀNIM LAGANOVSKIM – 100

(13.01.1915.–13.05.2005.)

Šogad, 13. janvārī, aprit 100 gadu, kopš dzimis docents Jānis Laganovskis, ilggadējs Latvijas Lauksaimniecības universitātes LF darbinieks. Dzimis Ludzas apriņķa Kārsavas pagastā. Mācījies Vītolu un Kārsavas pamatskolā, bet no 1928. gada līdz 1932. gadam – Malnavas lauksaimniecības vidusskolā. 1932. gadā iestājies LU Lauksaimniecības fakultātē, kuru absolvējis 1937. gadā. Darba gaitas uzsācis jau studiju laikā, vasaras brīvlaikos strādādams par agronoma palīgu Ludzā un Krāslavā, bet no 1936. gada strādājis par agronomu Latvijas Lauksaimniecības

kamerā Jelgavā. Ar 1939. gadu uzsācis darba gaitas Jelgavas Lauksaimniecības akadēmijā Lauksaimniecības ķīmijas katedrā par jaunāko asistentu, no 1940. gada – par asistentu. 1944. gadā katedra tiek pārveidota par Agroķīmijas katedru, kur J. Laganovskis turpinājis darbu līdz aiziešanai pensijā 1983. gadā. 1952. gadā aizstāv zinātņu kandidāta disertāciju „Mikroelementu Mn, Cu un Zn ietekme uz laukaugu ražu”. No 1962. līdz 1964. gadam pildījis Agronomijas fakultātes dekāna vietnieka pienākumus.

Docenta darbības laiku raksturo būtiskas pārmaiņas LLU dzīvē: JLA izveidošana 1939. gadā, Pils bombardēšana un pārpalikuma vākšana no drupām un evakuācija uz Rīgu 1944. gadā, pārceļšanās atpakaļ uz Jelgavu no 1959. līdz 1961. gadam. Jānis Laganovskis aktīvi līdzdarbojies visos katedras veidošanas organizatoriskos un saimnieciskos darbos, mūsdienu terminoloģijā runājot, bija tās patiesais menedžeris. Arī sabiedriskajā dzīvē viņa līdera dotības bija izteiktas un gandrīz neviens fakultātes pasākums un jo sevišķi absolventu salidojumi nevarēja iztikt bez docenta līdzdalības. Docents galvenokārt strādājis ar neklātienes studentiem un Kvalifikācijas celšanas fakultātes klausītājiem. Viņa spēja pētījumos gūt atziņas un personisko pieredzi lietiski un uzskatāmi izstāstīt praktizējošiem agronomiem nodrošināja nedalītu autoritāti praktiķu vidū. Docents bijis kaismīgs eksperimentētājs, labs praktisko problēmu pārzinātājs, tāpēc cilvēku, kas vēlējās saņemt konsultācijas, netrūka. Tomēr ne viss ritēja gludi. Varas pārstāvjiem nepatika docenta tiešums, asā mēle un nepieķāpība kārtējām ideoloģiskām muļķībām lauksaimniecības jomā. Tādēļ virzība pa karjeras kāpnēm tika krietni piebremzēta. Docents par to gan pārlietu nepārdzīvoja, uzskatot, ka cilvēciskā cieņa un atzinība, ko viņš saņēmis no dažādu paaudžu agronomiem, bijusi neviltota, patiesa un atsvērusi visus pārejošos oficiālos slavinājumus. Zinātniskajā darbā galvenokārt pētījis mikroelementu ietekmi uz kultūraugu ražu, dārzeņu mēslošanas jautājumus, kā arī organizējis ģeogrāfiskā tīkla izmēģinājumus ar mēslošanas līdzekļiem Latvijā. Bijis aktīvs Latvijas Agronomu biedrības, Latvijas Zemnieku savienības biedrs un studentu Konkordijas „Valdemārija” vecbiedrs.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā prof. Aldis Kārklīšs

DOCENTAM VISVALDIM FREIVALDAM – 105

(20.04.1910. – 30.09.1972.)

Visvaldis Freivalds dzimis Baltkrievijā, Vitebskā. No 1924. gada līdz 1929. gadam mācījies Rīgas pilsētas komercskolā, bet 1939. gadā absolvējis LU Lauksaimniecības fakultāti. No 1941. gada kā agronoms uzsācis darba gaitas Cēsvainē. Pēckara periodā pievērsies pedagoģiskajam darbam, vispirms strādādams LU Bioloģijas fakultātē par asistentu (1945–1950), bet pēc tam LLA Augsnes zinātnes katedrā par vecāko pasniedzēju (1950–1969) un docentu (1969–1972). 1960. gadā aizstāvējis lauksaimniecības zinātņu kandidāta disertāciju „Apgūstamās augsnes Jelgavas rajonā”. Lasījis lekcijas un vadījis praktiskos darbus melioratīvajā augsnes zinātnē. Pētījis Latvijas augšņu fizikālās īpašības un Jelgavas rajona augsnes. Piedalījies pirmo Latvijas augšņu vērtēšanas tabulu izstrādāšanā. Līdzautors 1970. gadā izdotajai mācību grāmatai „Augsnes zinātne un Latvijas PSR augsnes”.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā prof. Aldis Kārklīšs

SELEKSIONĀRAM UN LAUKSAIMNIECĪBAS ZINĀTNIKAM VILHELMAM ZEIBOTAM – 110

(1905.13.01.–1982.06.12.)

Vilhelms Zeibots jau pirmās Latvijas neatkarības laikā bija nozīmīgs linkopības speciālists un pētnieks, vēlāk viņa darba gaitas saistītas ar stiebrzaļu selekciju. Visu darba mūžu V. Zeibots savās zināšanās un pieredzē dalījies ar lauksaimniekiem, aktīvi iesaistījies zinātnes atziņu ieviešanā praksē.

V. Zeibota dzimtā vieta ir Cēsu apriņķa Veselavas pagasts. Lauksaimniecisko izglītību apguvis Priekuļu lauksaimniecības vidusskolā, bet 1924. gadā turpinājis LU Lauksaimniecības fakultātē.

Jau studiju laikā praktizējies linkopībā, kļuvis par instruktoru Latvijas Linkopju centrālajā savienībā. Pēc šīs savienības likvidēšanas turpinājis strādāt Lauksaimniecības centrālbiedrībā par rajona agronomu Dzērbenē, darbojies arī kā taksators zemes vērtēšanā. Nodibinoties Latvijas Lauksaimniecības kamerai, V. Zeibots norīkots darbā par linkopības nodaļas vadītāju. Veicamo pienākumu bijis ļoti daudz, viņš strādāja ar lielu atdevi, turpināja arī studijas, kuras pabeidza 1936. gadā. Tūlīt pēc studiju beigšanas līdz 1940. gadam bijis vadošais linkopības speciālists Jelgavas Lauksaimniecības kamerā, ieviesis jaunākās atziņas linu audzēšanā un šķiedras apstrādē. Zināšanas linkopībā papildinājis 1937. gadā vairākās Rietumeiropas valstīs: Francijā, Beļģijā, Holandē.

V. Zeibota zināšanas un pieredze bija svarīga dažādām varām Latvijā. Zemkopības tautas komisariāts 1940. gadā norīkojis V. Zeibotu par linkopības un koksagīza audzēšanas nodaļas vadītāju, bet no 1942. gada līdz 1944. gadam viņš bijis Lauksaimniecības ģenerāldirekcijas tehnisko kultūru agronomis.

Atgriežoties padomju varai Latvijā, represijas skāra arī linkopības speciālistu, un no 1945. līdz 1946. gadam V. Zeibots bija ieslodzīts filtrācijas nometnē Ņižņijtagilā. Pēc atbrīvošanas iesaistījies kolektīvo saimniecību organizēšanā un tā laika lauksaimniecības sistēmas ieviešanā Latvijā.

V. Zeibotu 1955. gadā uzaicināja darbā Priekuļu Selekcijas un izmēģinājumu stacijā par stiebrzāļu selekcionāru. Viņš ir autors un līdzautors vairākām stiebrzāļu šķirnēm: timotiņam 'Priekuļu 20', kamolzālei 'Priekuļu 30', parastai dižauzai 'Priekuļu 20', pļavas lapsastei 'Priekuļu 40', ganību airenei 'Priekuļu 59' ('Gerda'). Līdztekus selekcijas darbam V. Zeibots pētījis pļavu un kultivēto ganību izveidošanas, pievēršies kopšanas un izmantošanas jautājumiem. Tika izstrādāta un 1977. gadā aizstāvēta disertācija „Kamolzāles tīrsējas un dažādu zāļu maisījumu salīdzinošais novērtējums kultivētajās ganībās” lauksaimniecības zinātņu kandidāta grāda iegūšanai.

Visos laikos Vilhelms Zeibots aktīvi iesaistījies lauksaimnieku izglītošanas darbā, bijis ļoti populārs lektors, sarakstījis daudz publikāciju gan par linkopību savas darbības pirmajā pusē, gan par zālaugiem un to sēklaudzēšanu. Viņa darbs bieži atzinīgi novērtēts.

Šodienas lauksaimniecības zinātniekiem un selekcionāriem svarīgas ir pētījumos uzkrātās atziņas, bet V. Zeibota darbīgais un aktīvais mūžs rosina strādāt savā dzimtenē, savā zemē.

Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta vārdā Ilze Skrabule un Maija Gaiķe

PASNIEDZĒJAM UN ZINĀTNIEKAM JĀNIM LUCĀNAM – 110

(17.10.1905. – 02.12.1963.)

Jānis Lucāns ir viens no trijiem Jāņiem, Augkopības katedras mācītbspēkiem un zinātniekiem, kuriem tieši šogad apriņķa jubileja. Dzimis 1905. gadā Krasnodaras apgabalā ieceļojušā latviešu zemnieka ģimenē. Jau 1910. gadā vecāki nopērk mājas Viesītes pagastā un ģimene pārceļas uz Latviju. Te Jānis skaistā Viesītes ezera krastos pavada savu bērnību un apgūst pirmās skolas gudrības. Pēc Viesītes pagasta pamatskolas pabeigšanas viņš nododas lauksaimniecības zinību apguvei, un 1926. gadā pabeidz Malnavas lauksaimniecības vidusskolu. Pēc obligātā dienesta armijā un darba aizsaulē aizgājušā tēva saimniecībā Jānis Lucāns 1932. gadā iestājas LU Lauksaimniecības fakultātē, ko ļoti sekmīgi absolvē 1936. gadā. Pēc studiju beigšanas viņš vienu vasaru praktizējas Zviedrijā, strādādams par agronomu. Sākot ar 1937. gada pavasari, visa turpmākā Jāņa Lucāna darbība saistīta ar Lauksaimniecības fakultātes Augkopības katedru, sākot ar Vecauces mācību un izmēģinājumu saimniecības augkopības izmēģinājumu darbu vadītāja pienākumiem līdz docenta un Augkopības katedras vadītāja amatam. Pēc Vecaucē veiktajiem izmēģinājumiem parādās viņa pirmās zinātniskās publikācijas, galvenokārt saistībā ar dažādu zālaugu audzēšanas un izmantošanas jautājumiem. Vecaucē iegūtais eksperimentālais materiāls ir

par pamatu Jāņa Lucāna 1943. gadā Jelgavas Lauksaimniecības akadēmijā aizstāvētajai lauksaimniecības zinātņu doktora disertācijai par lucernu un tās audzēšanas iespējām Latvijā. 1944. gadā Jāni Lucānu ievēl par docentu un viņš kļūst par Augkopības katedras vadītāju. 1949. gadā, apvienojot salīdzinoši nelielās Augkopības un Tehnisko kultūru katedras vienā Augkopības katedrā, par tās vadītāju kļūst profesors J. Peive. Taču no 1959. gada decembra, kad J. Peive tiek pārcelts administratīvā darbā, Augkopības katedru līdz mūža beigām, 1963. gada decembrim, vada Jānis Lucāns.

Veicot pedagoģisko darbību, Jānis Lucāns nepārtrauc savus zinātniskos pētījumus Vecaucē. Viņa pētījumi vienmēr bijuši precīzi un argumentēti, nepieļaujot nekādas paviršības. Slēdzieni un secinājumi balstījās tikai uz eksperimentos iegūtajiem rezultātiem. Piecdesmito gadu beigās – sešdesmito sākumā zālaugi tika uzskatīti par nicināmiem kultūraugiem, un bija nepieciešams atbrīvot platības kukurūzai. Arī Jānis Lucāns daudz enerģijas, laika un zināšanu veltīja toreiz vēl Latvijas apstākļos maz pētītās kukurūzas bioloģisko īpašību un agrotehnisko pasākumu izpētei. Neskatoties uz J. Lucāna skrupulozajiem pētījumu rezultātiem, tieši kukurūzas agrotehnikas jautājumi radīja asas domstarpības ar vienīgo pareizo ģenerāllīniju, par ko pētnieks vairākkārt tika kritizēts republikas visaugstākajā līmenī. Taču Jānis Lucāns līdz pēdējam bija principiāls zinātnieks, kas balstās uz pārbaudītu pētījumu rezultātiem un no ārpuses nav iespajdojams ar nepamatotiem pieņēmumiem, lai arī kas tos izteiktu. Protams, tas atstāja nopietnu iespaidu uz viņa veselību un veicināja pāragru aiziešanu aizsaulē 58 gadu vecumā. Jāņa Lucāna zinātniskā un pedagoģiskā darbība atstājusi neizdzēšamu vietu Latvijas lauksaimniecības un lauksaimniecības zinātnes attīstībā.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā Antons Ruža

MIKROBILOĢIJAS PROFESORAM ALFRĒDAM KALNIŅAM – 120

(07.01.1895.–23.08.1989.)

Alfrēds Kalniņš – LPSR Nopelniem bagātais zinātnes darbinieks, bioloģijas zinātņu doktors, izcils zinātnieks un LLA mācītājs. Viens no vispazīstamākajiem latviešu mikrobiologiem, vairāku mikrobioloģijas zinātnes virzienu attīstītājs, augsnes un daļēji arī tehniskās mikrobioloģijas pamatlicējs Latvijā.

Dzimis 1895. gada 7. janvārī Cēsīs, Dāvja un Karlīnas, dzimušas Pīlaines, jaunākais dēls. Pamatizglītību ieguvis patstāvīgi, vidējo – no 1904. gada līdz 1913. gadam Rīgas Pētera I reālskolā. Pēc tam no 1913. gada līdz 1918. gadam studējis Rīgas Politehniskajā institūtā Ķīmijas un lauksaimniecības nodaļā, bet no 1920. gada līdz 1923. gadam – Latvijas Universitātes Lauksaimniecības fakultātē, kuru absolvējis 1923. gada 25. maijā. Viņa diplomdarbam tika piešķirta I. godalga.

Pedagoģisko un zinātnisko darbību A. Kalniņš sācis jau studiju gados, pētot augļu un ogu vīnu rūgšanas mikrofloru un tehnoloģiju. Šie pētījumi tiek veikti P. Delles vadībā LU Rūgšanas un lauksaimniecības tehnoloģijas laboratorijā. A. Kalniņš pievērsies ģ. ģ. *Clostridium* un *Bacillus* baktēriju pētījumiem, skaidrojot linu mirkšanas bioķīmiskās un mikrobioloģiskās norises. Atklājis 17 jaunas baktēriju–celulozes noārdītāju sugas. Par šo pētījumu viņš saņēmis Starptautiskās izglītības padomes stipendiju studijām ārzemēs. No 1926. gada 26. janvāra līdz 1927. gada 31. martam viņš specializējies augsnes mikrobioloģijā Lielbritānijā Rotamstedas lauksaimniecības izmēģinājumu stacijā. A. Kalniņš apmeklēja arī citas Rietumeiropas zinātniskās pētniecības iestādes Francijā, Šveicē, Itālijā, Vācijā, Dānijā un Zviedrijā, kur iepazinies ar augsnes mikrobioloģijas pētniecības darbu un nodibinājis zinātniskus kontaktus ar tā laika izcilie zinātniekiem mikrobioloģijā.

No 1936. gada A. Kalniņš strādājis par privātdocentu Lauksaimniecības tehnoloģijas katedrā. 1940. gadā profesors A. Kirhenšteins nodod Mikrobioloģijas katedru A. Kalniņa vadībā. 1945. gada rudenī A. Kalniņš veic lielu LLA Mikrobioloģijas katedras atjaunošanas un iekārtošanas darbu Rīgā. Vienlaikus piedalās LPSR ZA Mikrobioloģijas institūta organizēšanā un ir profesora A. Kirhenšteina līdzgaitnieks. 1949. gadā Mikrobioloģijas katedra apvienojas ar augu

fizioloģijas katedru. Šo katedru A. Kalniņš vada līdz 1955. gadam un no 1960. līdz 1971. gadam. Katedrā profesors veic zinātniski pētniecisko darbu arī augu fizioloģijā, lasa lekcijas ne vien mikrobioloģijā un augu fizioloģijā, bet no 1960. gada arī bioķīmijā. 1962. gadā A. Kalniņš iegūst bioloģijas zinātņu doktora grādu. Vairākus gadus lasa lekcijas arī Bulduru dārzkopības tehnikumā un LVU Bioloģijas fakultātē.

A. Kalniņa lekcijām bija raksturīgs lietišķs materiāla izklāsts, stingri loģiska faktu savstarpējā saistība un mērķtiecība. Viņš izcēlās ar precizitāti, erudīciju, bija stingrs prasībās pret sevi un citiem, tiecās pēc skaidrības vienmēr un visur.

Ilgajos darba gados A. Kalniņš izaudzinājis sava darba turpinātājus zinātniski pētnieciskajā darbā Latvijas PSR ZA Mikrobioloģijas institūtā un LLA. Viņa vadībā izstrādātas un aizstāvētas 14 zinātņu kandidātu disertācijas mikrobioloģijā, augu fizioloģijā un biotehnoloģijā.

Zinātniskie pētījumi gan ar teorētisku, gan praktisku nozīmi tika veikti gandrīz 60 gadu garumā.

A. Kalniņš pētīja segraugu un raugveida organismu morfoloģiskās un fizioloģiskās īpašības, to līdzdalību un nozīmi rūgšanas procesā. Praktiska nozīme ir pētījumiem par lupīnas zaļmēslojuma iestrādāšanu augsnē augsnes auglības celšanas nolūkā. Pēc A. Kalniņa ierosinājuma no 50. gadiem agara nitragīnu un citus baktēriju preparātus sāka ražot Latvijas Zemkopības ZPI Tīraines selekcijas un izmēģinājumu stacijā. Vispusīgi un plaši ir A. Kalniņa ekoloģiskie pētījumi par gumiņbaktēriju īpašībām (virulenci, aktivitāti, konkurences spējām) un to izplatību Latvijas augsnēs. Ilgus gadus A. Kalniņš veltījis pētījumiem par gumiņbaktēriju bakteriofāgiem un izstrādājis oriģinālas metodes fāgu izolēšanai un kultivēšanai, kā arī to daudzuma noteikšanai augsnē.

A. Kalniņa izstrādātās zinātnisko pētījumu metodes brauca apgūt speciālisti no visas PSRS. Viņa darbi ir pazīstami un atzīti arī Rietumeiropā. Saņēmis daudzus apbalvojumus, t. sk. arī mikrobiologa L. Pastēra 150. dzimšanas dienai veltīto medaļu.

A. Kalniņš bija arī talantīgs pedagogs un piedalījās lauksaimniecības darbinieku rokasgrāmatu sarakstīšanā, daudzus darbus recenzējis, bijis „Lauksaimniecības enciklopēdijas” galvenās redakcijas loceklis, 225 publikāciju autors.

Sadzīvē un darba kolektīvā A. Kalniņš bija darbīgs, vienkāršs, labs organizators, asprātīgs un interesants sarunu biedrs. Lielu nozīmi piešķīra veselīgam dzīves veidam. Regulāri, līdz pat sirmam vecumam, viņš nodarbojās ar fizikultūru, strādāja dārzā, kopdams ziedus un ogulājus. Veselības saglabāšanā un uzturēšanā nozīmi piešķīra pareizam uzturam un regulārām ēdienreizēm. Labprāt un ar panākumiem raudzēja vīnus, ar kuriem svētku reizēs cienāja kolēģus. Bija izsmalcināti viesmīlīgs, ar saprotošu, vienmēr labestīgu sirds siltumu.

Lauksaimniecības fakultātes vārdā Vilhelmīne Šteinberga

PASNIEDZĒJAM, ZINĀTNIĒKAM UN SELEKCIONĀRAM JĀNIM LIELMANIM – 120

(16.10.1895. – 04.03.1970.)

Šogad apřit 120. gadskārta vienam no Latvijas izcilākajiem selekcionāriem un selekcijas darba organizatoriem Jānim Lielmanim. Lai arī selekcionārs nācis no Valkas rajona Trikātas, viņa dzīve un radošā darbība saistās ar Valsts Stendes selekcijas un izmēģinājumu staciju – Jānis Lielmanis bija tās dibinātājs un daudzus gadus vadītājs.

Pēc Trikātas draudzes skolas pabeigšanas Jānis mācījies Rīgas pilsētas reālskolā un 1915. gadā kļūst par Rīgas Politehniskā institūta Lauksaimniecības fakultātes studentu. Tā kā, fronteī tuvojoties Rīgai, Politehniskais institūts tiek evakuēts uz Maskavu, Jānis Lielmanis kādu laiku mācās Maskavas lauksaimniecības institūtā, kur lekcijas lasa tā laika slavenie profesori D. Prajaņņnikovs, V. Viljamss un citi. 1920. gadā Jānis Lielmanis atgriežas Latvijā un atsāk studijas Latvijas augstskolas (ar 1923. gadu Latvijas Universitāte) Lauksaimniecības fakultātē, kuru absolvē 1922. gadā. Jau šajā pašā gadā kopā ar savu studiju biedru, arī topošo selekcionāru, Emīlu Bērziņu uzņemas Stendes selekcijas un izmēģinājumu stacijas organizēšanu un veidošanu. Stendes selekcijas un izmēģinājumu staciju viņš vada no 1922. gada līdz 1946. gadam. Šajā laikā apmeklē daudzus Rietumeiropas selekcijas centrus un zinātniskās institūcijas. Sākot ar 1933. gadu paralēli

darbam Stendē viņš strādā arī LU, bet no 1940. gada Jelgavas LA Lauksaimniecības fakultātē par privātdocentu, lasīdams lekcijas laukaugu selekcijā un ģenētikā. No 1944. līdz 1949. gadam bijis LLA docents un Selekcijas un ģenētikas katedras vadītājs. Taču, sākot ar 1948. gadu, PSRS teritorijā pār ģenētiku nolaižas melni mākoņi un par visasāk nosodāmajiem kļūst mendelisti, morganisti, veismanisti. Šādos apstākļos, lai nebojātu padomju jaunatnes „pareizos” uzskatus, Jānim Lielmanim nākas atstāt darbu augstskolā un viņš atkal pārceļas uz Stendes selekcijas un izmēģinājumu staciju par selekcijas nodaļas vadītāju.

Jānis Lielmanis sekmīgi darbojas ar vairāku laukaugu sugu selekciju, taču viņa lielākā mīlestība bija sarkanais āboliņš. 1957. gadā, vēl pirms zālaugu oficiālās noniecināšanas un kukurūzas kā lauku karalienes parādīšanās, Jānis Lielmanis aizstāv lauksaimniecības zinātņu kandidāta grādu par Stendes vēlīno sarkano āboliņu. Kad tiek uzspiesta cita orientācija, zālaugi, t. sk. āboliņš ar tā selekcionāru, vairs nav modē. Taču darbs turpinās nu jau no jauna izveidotajā Zemkopības zinātniskās pētniecības institūtā Skrīveros. Kad lauku karaliene kukurūza zaudē savu spožumu, Jānis Lielmanis 1968. gadā aizstāv lauksaimniecības zinātņu doktora disertāciju, un atkal par sarkano āboliņu un tā audzēšanu Latvijā.

Savā darbīgajā mūžā viņš publicējis daudzus zinātniskus un populārzinātniskus rakstus par laukaugu selekciju un agrotehniku, ir vairāku grāmatu autors un līdzautors.

Jāņa Lielmaņa darbību raksturo izcili sasniegumi, kāpumi, atzinība un pa vidu arī smagi kritumi, nosodījums un atkalatzišana. Jānis Lielmanis ir apbalvots ar Triju zvaigžņu ordeņa 4. šķiru (1937), LPSR Nopelniem bagātā agronoma goda nosaukumu (1957), ar Latvijas valsts prēmiju un Darba sarkanā karoga ordeni (1959) un ar Latvijas PSR nopelniem bagātā zinātnieka goda nosaukumu (1975). Jānis Lielmanis ir teicis: „Neprasiet no manis, lai es mestu kūleņus. Akrobātika mani neinteresē, es esmu selekcionārs.” (Jānis Zālītis, No dzīves dzīvei. APL, Talsi, 2012, 173. lpp.)

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā Antons Ruža

AUGSNES ZINĀTNIKAM PROFESORAM KĀRLIM KRŪMIŅAM – 125

(26.12.1890.–31.10.1966.)

Šogad apirit 125 gadi, kopš dzimis Kārlis Krūmiņš – izcils augsnes pētnieks, kura zinātniskā darbība galvenokārt bija veltīta Latvijas augšņu ģenēzes, klasifikācijas un iekultivēšanas jautājumu pētniecībai. Profesora dzimtā puse ir Viļķenes pagasts Limbažu novadā. Skolas gaitas uzsācis Vitrupes pagasta skolā, turpinājis Lielupes draudzes skolā un Limbažu pilsētas skolā, bet vēlāk mācījies Rīgā vispārīzglītojošosursos un pašmācības ceļā kā eksterns. 1912. gadā iestājies un 1918. gadā pabeidzis Rīgas Politehniskā institūta Ķīmijas nodaļu un kā inženieris galvenajā kūdras pārvaldē uzsācis darba gaitas Maskavā (1918–1920); vēlāk strādājis par vecāko tehniķi Maskavas kūdras akadēmijā (1920–1921). 1921. gadā K. Krūmiņš atgriežas Rīgā, sāk strādāt par asistentu Latvijas Universitātes Ķīmijas katedrā un pievēršas aktīvam pētniecības darbam augšņu ģenēzes un klasifikācijas jautājumu skaidrošanā. Labi pārzinādams ķīmiju, viņš veicis daudzas nozīmīgas augšņu analīzes un izstrādājis jaunas metodes augšņu izpētē (piromorfoloģiskā analīze, augiem izmantojamā kālija un fosfora noteikšana). 1930. gadā viņš izveido augšņu klasifikācijas shēmu, tādējādi papildinot un uzlabojot J. Vītiņa pirmo augšņu klasifikāciju. Arī turpmākajā darbā K. Krūmiņš nepārtraukti pilnveido Latvijas augšņu klasifikācijas shēmas (1936., 1948. un 1952. gads). Vairāk nekā 30 gadu K. Krūmiņš veltījis augšņu iekultivēšanas procesa un kultūraugšņu īpašību izpētei. Viņš pirmo reizi Latvijas augšņu klasifikācijas shēmās kultūraugsnes un brūnzemes nodalīja kā atsevišķus tipus. 1930. un 1931. gadā kopā ar K. Bambergu un P. Kulitānu izdevis nozīmīgu divu sējumu darbu „Lauksaimniecības analīze”, kas tika atzinīgi novērtēts arī Vācijas augsnes pētnieku recenzijās. K. Krūmiņš uzskatīja, ka augšņu klasifikācijā jāievēro ne tikai augšņu stadiālās attīstības princips, bet arī agronomiski svarīgākās augsnes īpašības: reakcija, trūdvielu saturs, trūdvielu horizonta biezums, pārpurvošanās pazīmes un iekultivēšanas pakāpe. Tādā veidā klasificējot augsnes, to piederība zināmam tipam jau lielā mērā nosaka attiecīgās augsnes ražošanas nozīmi.

Kā docētājs strādājis no 1921. līdz 1966. gadam LU un pēc tam LLU. Ilgstoši (1944–1964) bijis Augsnes zinātnes katedras un pāris gadus apvienotās Augsnes zinātnes un Zemkopības katedras vadītājs.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā prof. Aldis Kārklīšs

**LATVIJAS AUGSNES ZINĀTNES PAMATLICĒJAM PROFESORAM
JĀNIM VĪTIŅAM – 130**

(31.03.1885.–18.11.1951.)

Jāni Vītiņu pamatoti var uzskatīt par Latvijas augsnes zinātnes pamatlicēju. Viņš veicis daudzpusīgu zinātnisko darbu Latvijas augšņu ģenēzes, klasifikācijas, zemes vērtēšanas un kartogrāfijas jomā, kā arī jauno augsnes speciālistu sagatavošanā. J. Vītiņš ir dzimis 1885. gada 31. martā Saldus apriņķa Kursišu pagasta „Vālodzēs”. Mācoties Grobiņas pagastskolā, J. Vītiņš ieguva labas zināšanas ne vien vispārīgajos priekšmetos, bet arī svešvalodās. No 1900. gada līdz 1905. gadam J. Vītiņš mācījies Goru-Gorku Zemkopības skolā Mogiļevas guberņā. Diploma ar izcilību saņemšana dod gandarījumu un nostiprina viņa pārliecību doties uz Pēterburgu, lai mācītos Meža institūtā. 1910. gadā, pēc Pēterburgas Meža institūta beigšanas, J. Vītiņš sāk strādāt Kubaņā, kur viņš pētījis Kubaņas apgabala un Melnās jūras piekrastes augsnes, kas būtu piemērotas tabakas audzēšanai. 1921. gadā, atgriezies Latvijā, J. Vītiņš uzkrātās zināšanas veltījis Latvijas augšņu pētniecībai. Vispārīgu pārskatu par Latvijas augsnēm viņš ieguvis maršruta pētījumos (galvenokārt ejot kājām) dažādās vietās – aprakstījis augsnes profilus, savācis augšņu paraugus un analizējis tos. Jau pēc dažiem intensīva darba gadiem viņš bija ieguvis bagātīgu faktu materiālu par Latvijas augšņu īpašībām, izplatību un noderību zemkopībai. Sākot ar 1922. gadu, J. Vītiņš sāk publicēt latviešu valodā pirmos zinātniskos darbus augsnes zinātnē par skābo augšņu kaļķošanu, augšņu struktūru, gleja augšņu veidošanos, smilts augšņu ielabošanu u. c. jautājumiem. Līdz tam laikam šajā nozarē latviešu valodā nebija neviena oriģināla zinātniskā darba. J. Vītiņš sarakstījis arī pirmo mācību grāmatu par Latvijas augsnēm, izstrādājis pirmo zemes vērtēšanas darbu metodiku Latvijā un no 1934. līdz 1940. gadam šos darbus arī vadījis. J. Vītiņam pieder prioritāte augšņu klasifikācijas izstrādē un augšņu kartogrāfijas attīstībā Latvijā. Pirmo Latvijas augšņu klasifikācijas shēmu, kas bija samērā vienkārša, viņš izstrādājis 1927. gadā. Vēlāk, 1936. gadā, J. Vītiņš kopā ar J. Krūmiņu izveidoja jaunu, pilnīgāku augšņu sarakstu zemes kadastra darbiem. J. Vītiņa vadībā izgatavota arī pirmā Latvijas augšņu un cilmiežu karte mērogā 1:400 000 (1945. gadā).

J. Vītiņš ir devis arī lielu ieguldījumu hidroģeoloģisko procesu izpētē Latvijā. Viņa vadībā trīsdesmito gadu sākumā tika veikti plaši pētījumi par Ķemeru un Baldones apkārtnes hidroģeoloģiju, lai noskaidrotu sēravotu un citu dziedniecībā noderīgu ūdeņu un dūņu ģeogrāfisko izplatību, kā arī to kopējos krājumus un ūdeņu dinamiskās izmaiņas gadu ciklā. Viņš pētījis Latvijas pazemes ūdeņus dažādās ģeoloģiskajās formācijās un to korelatīvo sakarību ar virsmas ūdeņiem un augšņu tipu ģenēzi. Kopā ar K. Cukermani publicējis 3 apjomīgas monogrāfijas ar urbumu profiliem, kartēm un datu analizēm. J. Vītiņu uzskata par vienu no hidroģeoloģijas pamatlicējiem Latvijā.

J. Vītiņš bijis Latvijas Universitātes profesors un Zinātniskās padomes loceklis, kā arī Latvijas Zinātņu akadēmijas Augsnes zinību un zemkopības institūta Augšņu kartogrāfijas laboratorijas vadītājs. Lasījis lekcijas augsnes zinātnē un hidroģeoloģijā.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā prof. Aldis Kārklīšs

ATVADĪJĀMIES

ZIRŅU SELEKCIONĀRE MAIJA VITJAŽKOVA

(02.01.1947. – 30.06.2014.)

Zirņu ziedēšanas laikā mūžībā aizgājusi Maija Vitjažkova – spilgta personība, atsaucīgs un uzņēmīgs cilvēks, zirņu selekcionāre, lauksaimniecības zinātniece.

Pēc studijām Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē 1970. gadā Maija sāka strādāt Priekuļu Selekcijas un izmēģinājumu stacijā par vecāko laboranti zirņu selekcijas grupā. Darbs veikts arī kartupeļu selekcijā, tomēr zirņi bija sirdij tuvāki, un M. Vitjažkova uzņēmās sēklkopības agronomes pienākumus, bet vēlāk, no 1983. līdz 2003. gadam, vadīja zirņu selekcijas grupu. Šajā laikā izstrādāta doktora disertācija un 1993. gadā iegūts bioloģijas zinātņu doktores grāds. Zināšanu apguve tika turpināta, uzsākta sadarbība ar zinātniekiem, pētījumu rezultāti prezentēti starptautiskās konferencēs. Latvijas lauksaimniekiem ir labi pazīstamas zirņu šķirnes, kuru izveidē pieliktas Maijas Vitjažkovas rokas un prāts: 'Vitra', 'Aina', 'Alma', 'Zaiga', 'Selga', 'Retrija', 'Bruno' un 'Lāsma'. Savu padomu Maija nekad nav liegusi: ne zemniekiem, gatavojot rakstus lauksaimniecības žurnāliem, lasot lekcijas un sniedzot konsultācijas, ne arī kolēģiem – vēl no 2009. līdz 2013. gadam Priekuļos dodot padomus par zirņu selekcijas jautājumiem. Par ieguldījumu laukaugu selekcijā un sēklaudzēšanā Maija Vitjažkova kļuva par Jāņa Lielmaņa prēmijas laureāti. Ilgus gadus viņa darbojusies Latvijas Ģenētiku un selekcionāru biedrībā.

Maijas sirds siltums un rūpes veltītas dēliem un mazbērniem, labi vārdi un uzmundrinājums bieži palīdzējuši draugiem un darba biedriem. Maija bija pateicīga liktenim, kas atveda viņu uz Priekuļiem. Viņas vārdi bija: „Priekuļi paši par sevi ir viena no spilgtākām vietām Latvijā, gan dabasskatu, gan ievērojamu cilvēku, kas cēlušies no Priekuļiem, ziņā.” Tas, Maija, ir arī par Tevi...

Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūta vārdā Ilze Skrabule un Maija Gaiķe

LEKTORS AUGUSTS KURČINS

(05.11.1928. – 01.09.2014.)

Mūžībā aizgājis LLU LF ilggadējais darbinieks lektors Augusts Kurčins, kura darba mūžs ar fakultāti bija saistīts no 1953. gada līdz pat 1998. gadam.

Zinātniski praktiskās konferences „Līdzsvarota lauksaimniecība” 2013. gada izdevumā ir viņam veltīts raksts saistībā ar toreizējo 85 gadu jubileju. Pieminēsim viņa uzcītīgo kalpošanu LLU un fakultātei visa darba mūža garumā.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā prof. Aldis Kārklīšs

LABORATORIJAS VADĪTĀJS JĀNIS GRĪNBERĢIS

(01.08.1938. – 06.11.2014.)

Dzīves ceļš ir noslēdzies ilggadējam Agronomijas un Lauksaimniecības fakultātes darbiniekam Jānim Grīnberģim, cilvēkam, kuram ir bijusi tikai viena darba vieta – LLU. Dzimtājā pusē Svētes pagastā pavadīts viss mūžs. Absolvēts Bulduru dārzkopības tehnikums, bet 1965. gadā – LLA Agronomijas fakultāte. Gan dārzkopība, gan arī agronomija viņam bija ļoti tuva. Pēc studiju beigšanas J. Grīnberģi uzaicina strādāt Augkopības katedrā, bet pēc neilga laika viņu nozīmē par fakultātes Agronomisko analīžu laboratorijas vadītāju. Šajā amatā Jānis strādā līdz pat 2004. gadam, kad dodas pensijā.

Savulaik laboratorijai bija nozīmīga loma fakultātes dzīvē, jo tajā tika veiktas visas zinātniskiem darbiem, studentu un aspirantu noslēgumu darbiem, pat studentu kursa darbiem

nepieciešamās analīzes. Atcerēsimies J. Grīnberga kādreizējos nopelnus un atbalstu daudzu fakultātes mācībspēku profesionālajā izaugsmē un absolventu sagatavošanā.

LLU Lauksaimniecības fakultātes vārdā prof. Aldis Kārkliņš

PROFESORS ARTURS PRIEDĪTE

(07.11.1928.–16.11.2014.)

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte un visa Latvijas agronomu saime ir zaudējusi kolēģi, agronomu, augu aizsargu, Valsts emeritēto zinātnieku profesoru Arturu Priedīti, kas savu mūžu veltījis lauksaimniecības entomoloģijai, kultūraugu kaitēkļu bioloģijai un ekoloģijai, bet it sevišķi ābeļu biocenozei. Profesors pirmais Latvijā izstrādājis integrēto augu aizsardzības sistēmu ābelēm. Mācījis vairākām lauksaimnieku paaudzēm lauksaimniecības entomoloģiju, un viņa bijušie studenti tagad strādā zemnieku saimniecībās, valsts iestādēs, zinātniskos institūtos un universitātē, atceroties viņu pateicībā par gūtajām zināšanām.

Savulaik profesors Arturs Priedīte vadījis Augu un kukaiņu vīrus slimību problēmu laboratoriju, Lauksaimniecības fakultātes Augu aizsardzības katedru, bijis Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas prezidija loceklis un Zemkopības nodaļas vadītājs. Viņš bijis arī Latvijas Agronomu biedrības īstens entuziasts un atbalstītājs, ilgus gadus kā galvenais redaktors rūpējies par žurnāla „Zeme un tauta” izdošanu.

Pēc aiziešanas pensijā 2000. gadā profesors turpināja interesēties par augu aizsardzības problēmām, sniedza padomus lauksaimniecības entomoloģijā doktorantiem un studentiem, kuri specializējās augu aizsardzībā. Aktīvi piedalījās semināru un konferenču diskusijās. Neiztrūkstoši un regulāri notika gan lietišķas, gan brīvu tematu diskusijas pie kafijas tases kolēģu vidū. Diskusiju temati bija visdažādākie – no „zemes lietām” līdz pat astronomijai. Profesoram bija ļoti plašs interešu loks, viņš bija Latvijas Entomoloģijas biedrības un Latvijas Ornitoloģijas biedrības biedrs.

Nozīmīgu vietu profesora Artura Priedītes dzīvē ieņēma ģimene, kuras lokā kolēģi bija vienmēr laipni aicināti un gaidīti. Šajos brīžos līdz ar profesoru priecājāties par viņa bitēm, gandrīz pieradinātiem savvaļas putniem un īpašo daiļdārzu, kurš bija izkopts līdz pilnībai.

Kolēģiem ļoti pietrūks profesora un šo daudzpusīgo sarunu.

LLU Lauksaimniecības fakultātes kolēģi

Zinātniski praktiskās konferences
Līdzsvarota lauksaimniecība
RAKSTI
Jelgava, 2015
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Latvijas Agronomu biedrība
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija

Parakstīts iespiešanai: 2015. gada 12. februārī
Tirāža: 350 eksemplāri

Sagatavots iespiešanai Latvijas Lauksaimniecības universitātes
Lauksaimniecības fakultātē
Lielā ielā 2, Jelgava, LV 3001
Tālr.: +371 63005629
e-pasts: dzidra.kreismane@llu.lv

Iespiests tipogrāfijā SIA „Drukātava”
Liliju iela 95/1, Mārupe, LV-2167
Tālr.: +371 67368188
e-pasts: valdis@drukatava.lv