



**IV  
Pasaules  
latviešu  
zinātnieku  
kongress**

**Lauksaimniecības  
un mežzinātņu sekcija  
Referātu tēzes**

2018. GADS



© Foto: Toms Grīnbergs



**IV Pasaules latviešu zinātnieku kongress**  
Rīga, Latvijas Nacionālā bibliotēka, 2018. g. 18. – 20. jūnijs

**Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcija**

# TĒZES

**Latvija**  
**100** 



Izglītības un zinātnes ministrija

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA  
Eiropas Reģionālās  
attīstības fonds

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Rīga – 2018

IV Pasaules latviešu zinātnieku kongresa (Rīga, 2018. g. 18. – 20. jūnijs) Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcijas referātu tēzes. Jelgava: LLU. – 113 lpp.

ISBN 978-9984-48-300-9 elektroniskais datu nesējs *USB* (tirāža 150 eks.)

ISBN 978-9984-48-301-6 tiešsaistes resurss

Atbildīgie par izdevumu:

Zinta Gaile – Kongresa Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcijas vadītāja

Dace Siliņa – LLU Lauksaimniecības fakultāte

Āris Jansons – LLU Meža fakultāte

Par tēžu saturu pilnībā atbild autori

#### **Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcijas zinātniskā komiteja**

Zinta Gaile, Dr. agr. – sekcijas vadītāja (Latvija)

Ieviņa Stūrīte, Dr. sc. – sekcijas vadītāja (Norvēģija)

Biruta Bankina, Dr. biol.

Dace Siliņa, Dr. agr.

Āris Jansons, Dr. silv.

Linards Sisenis, Dr. silv.

#### **Organizācijas komiteja**

Zinta Gaile, Dr. agr. – sekcijas vadītāja (Latvija)

Ieviņa Stūrīte, Dr. sc. – sekcijas vadītāja (Norvēģija)

Āris Jansons, Dr. silv.

Linards Sisenis, Dr. silv.

Jurģis Jansons, Dr. silv.

Datorsalikums: Dace Siliņa

Latviešu valodas redaktore: Sarmīte Palma

Vāka dizains: OZOLS IR

IV Pasaules latviešu zinātnieku kongresa Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcijas darbs norisinājās 2018. g. 19. jūnijā Rīgā, Latvijas Nacionālajā bibliotēkā.

Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcijas darbu kongresā organizē Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Sekcijas darbu atbalsta:

**LATVIJAS VALSTS MEŽI**

## PRIEKŠVārDS

Lauksaimniecība ir sektors, kas zināmā mērā nodrošina valsts suverenitāti, jo – ja ir pašiem sava pārtika, tad neesam atkarīgi no citiem un viņu vēlmēm vai rīkojumiem. Tāpēc IV Pasaules latviešu zinātnieku kongresa Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcijas tematika aptver plašu un nozīmīgu jautājumu loku, kas ietver gan globālu, gan reģionālu problēmu risinājumus. Referātu tematika un diskusijas paredzamas gan par nacionālo, enerģētikas un pārtikas drošību, gan par meža sektora zinātnē balstītām aktualitātēm un jautājumiem par nākotnes auglīkopību. Tāpat paredzams apspriest oglekļa akumulācijas un bioloģiskās lauksaimniecības produkcijas daudzveidīgas izmantošanas problemātiku. Rezumēsīm arī Valsts pētījumu programmu AgroBioRes un ResProd rezultātus. Daudzveidīga tematika atspoguļota mutiskajos un stenda referātos, kā arī tēzēs.

Ceram izmantot kongresa doto iespēju būt kopā un veidot nākotnes sadarbības modeļus, starpdisciplināras grupas, balstoties uz līdzšinējiem sasniegumiem.

Pasaules lauksaimniecībā lielākie izaicinājumi ir strauji augošā iedzīvotāju skaita nodrošināšana ar pārtiku, tai pašā laikā saudzējot vidi, globālā klimata izmaiņa un ūdens nepietiekamība. Lauksaimniecības zinātnieki strādā visdažādākajos virzienos, lai šīs problēmas inovatīvi risinātu. Savukārt nozīmīgākā tendence meža nozarē raksturojama ar vārdu kopu – “klimata-gudra mežkopība” – proti tādu darbību plānošana meža ainavā, nevis vienas audzes līmenī, kas nodrošinātu šīs ekosistēmas devumu klimata izmaiņu mazināšanā un vienlaikus noturību pret jau notiekošo izmaiņu negatīvajām ietekmēm.

Mēs lepojamies, ka pārstāvam lauksaimniecības un meža zinātņu nozares. Varbūt ikdienā mēs dažkārt sastopamies ar neizpratni, pārāk reti dzirdam “paldies” par to, ko darām, bet “paldies” ir ikvienā smaidā pēc sātīgas maltītes pie ģimenes galda, ikvienā sēņu grozā, kas salasīts Latvijas mežos. Mums tikai jānācas to saklausīt.

Sekcijas darba vadītājas:





IV Pasaules latviešu  
zinātnieku kongress

## SEKCIJAS VADĪTĀJAS

**Zinta Gaile**  
Latvija



Beigusi Latvijas Lauksaimniecības akadēmiju 1981. g. kā diplomēta agronome. Lauksaimniecības zinātņu doktora grādu (Dr. agr.) ieguvusi Latvijas Lauksaimniecības universitātē 1998. g. par pētījumu vasaras miežu sākotnējā sēklkopībā. Darba gaitas uzsāktas 1983. g. Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas (pašlaik LLU) mācību un pētījumu saimniecībā “Vecauce”, bet kopš 1998. g. sākusi strādāt kā docente LLU Lauksaimniecības fakultātē, kur arī pašlaik strādā kā profesore un Lauksaimniecības fakultātes dekāne. Zinātniskā pētniecība saistās ar laukaugu audzēšanas paņēmieni pilnveidi, lai celtu ražu un produkcijas kvalitāti. Visilgāk pētīta kukurūza, ziemas kvieši, vasaras mieži, rapsis, bet skarti arī citu laukaugu audzēšanas atsevišķi aspekti, kā arī sēklkopības un bioloģiskās lauksaimniecības problēmas. Kopējais zinātnisko un populārzinātnisko publikāciju skaits 288, t.sk. 42 indeksētas SCOPUS un/vai Clarivate Analytics Web of Science

**Ievīna Stūrīte**  
Norvēģija



Dzimusi Rīgā, pabeigusi Latvijas Lauksaimniecības akadēmiju 1991. gadā specialitātē – agronoms. Studijas turpinātas Norvēģijas Lauksaimniecības Universitātē (1992.–1994.). Norvēģijā 2005. gadā iegūts doktora zinātniskais grāds augkopības zinātnē (Dr. sc.). Kopš 2008. gada strādā Norvēģijas Bioekonomikas institūtā (NIBIO), Tjøtta. Pētnieciskais darbs saistīts ar augkopību/ņlavkopību, īpaši tauriņziežiem, slāpekļa (N) apriti un tā zudumiem ziemas periodā, oglekļa uzkrāšanos augsnē. Liela daļa pētnieciskā darba saistīta ar bioloģisko lauksaimniecību.



IV Pasaules latviešu  
zinātnieku kongress

## SEKCIJAS PROGRAMMA – REFERĀTI

### Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcija

2018. gada 19. jūnijs

Latvijas Nacionālā bibliotēka (LNB), Rīga

Norises laiks	Lauksaimniecības un meža zinātņu sekcija	Norises vieta
8:30-9:00	<b>Dalībnieku reģistrācija</b>	Ātrijs
9:00-9:15	Ievads sekcijā: sekcijas vadītāji Zinta Gaile (Latvija) / Ieviņa Stūrīte (Norvēģija)	Konferenču centrs, 78. zāle
9:15-9:45	Irina Pilvere. <i>Bioekonomikas attīstības iespējas Latvijā</i> Baiba Rivža. <i>Latvijas lauku attīstības scenāriji zināšanās balstītas ekonomikas kontekstā</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
9:45-10:15	Ruta Galoburda, Antons Ruža, Inga Moročko-Bičevska, Daina Jonkus, Tatjana Ņince, Aivars Bērziņš. <i>Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā: Valsts pētījumu programmā AgroBioRes sasniegtais</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
10:15-10:45	Jurģis Jansons. <i>Zinātnē balstīta meža nozare Latvijā</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
10:45-11:30	<b>Kafijas un tējas pauze</b>	Konferenču centra vestibils
11:30-12:00	Skaidrīte Dzene, Lāsma Aļeksējeva. <i>Bioloģiskās lauksaimniecības nozīme dabīgās kosmētikas konkurētspējas paaugstināšanā eksporta tirgos</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
12:00-12:30	Ilze Matīse-VanHoutana. <i>Kad defekts kļūst par efektu: skatupunkts, no kura vērtēt slimības uzliesmojumu</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
13:00-14:30	<b>Pusdienas</b>	LNB restorāns "Klīversala"
14:00-14:30	Lauksaimniecības sekcijas stenda referātu sesija 2D – programma turpmāk	Ātrijs
14:30-15:00	Ieviņa Stūrīte. <i>Oglekļa akumulācija zālajos Norvēģijā</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
15:00-15:30	Aivars Ratkevičs, Vivita Puķīte, Armands Celms. <i>Robežas demarkācijas nozīme Latvijas Republikas drošības un stabilitātes nodrošināšanai</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
15:30-16:00	Edīte Kaufmane, Māra Skrīvele. <i>Kā nodrošināt Latviju ar vietējiem augļiem</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
16:00-16:45	<b>Kafijas un tējas pauze</b>	Konferenču centra vestibils
16:45-17:15	Asnate Ņirse, Sandra Muižniece-Brasava, Liene Strauta, Ruta Galoburda, Daina Kārklīņa, Evija Puiškina. <i>Olbaltumvielām bagāti inovatīvi pārtikas produkti</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
17:15-17:45	Aigars Laizāns. <i>Ūdeņradis enerģētikā un transportā</i>	Konferenču centrs, 78. zāle
18:30	Izbraukšana uz vakara pasākumu brīvā dabā sekcijas dalībniekiem un viesiem – zinātniskās izpētes mežs "Zvirgzdi"	Ar autobusu no LNB

## STENDA REFERĀTI

1. Ruža A., Kārklīņš A., Bankina B., Gailis J., Bimšteine G., Līpenīte I., Dubova L., Fridmanis D. *Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana*
2. Jonkus D., Ilgaža A., Valdovska A., Liepa L., Paura L., Degola L., Petrovska S., Cielava L., Smiltiņa D., Kļaviņa I., Viduža M., Gāliņa D., Jonova S., Gatiņa L., Kovaļenko K., Ilgažs A. *Vietējās izcelsmes slaucamo govju un cūku saimnieciski nozīmīgo pazīmju ģenētiskā izpēte kvalitatīvu pārtikas produktu ražošanai*
3. Sisenis L., Luguza S., Straupe I., Liše S., Dubrovskis E., Davidāns M. *Vietējo atjaunojamo resursu efektīva ieguve un izmantošana Latvijas tautsaimniecībā*
4. Jansons J., Gaitnieks T., Lībiete Z., Donis J., Lazdiņa D., Rungis D., Jansons Ā. *Egles audzēšanas optimizācija saimnieciskajos mežos*
5. Liepa L., Dūrītis I., Ilgaža A., Valdovska A., Gāliņa D., Jonova S., Ārne A., Kovaļčuka L. *Augu ekstrakti, probiotikas, prebiotikas un sinbiotikas – perspektīvi lauksaimniecības dzīvnieku augšanas, veselības un produktivitātes uzlabotāji*
6. Straumīte E., Kunkulberga D., Ķince T., Kļava D., Kārklīņa D., Šabovics M., Krūma Z., Stūrīte I. *Inovātīvi risinājumi graudaugu izmantošanai veselīgiem produktiem*
7. Zute S., Šterna V., Jansone I., Zariņa L., Bleidere M. *Dažādu pākšaugu audzēšanas potenciāls vietējā proteīna ražošanai*
8. Gedrovica I. *Alternatīvi olbaltumvielu avoti pārtikai Latvijā*
9. Ločmele I., Legzdiņa L., Kronberga A., Gaile Z. *Ģenētiskās daudzveidības izmantošana stabilas ražas ieguvei bioloģiskajā lauksaimniecībā*
10. Lācis G., Moročko-Bičevska I., Segliņa D., Gornas P. *Auglīkopības bioloģisko pamatu pētījumu rezultāti Dārzkopības Institutā*
11. Lapse L., Zeipiņa S., Lepsis J. *Ilgtspējīgu dārzeņu audzēšanas tehnoloģiju izstrāde un dārzeņu klāsta paplašināšana Latvijā*
12. Rancāne R., Erdmane Z., Treikale O., Ozoliņa-Pole L., Gulbis K., Jaško J. *Latvijas augu aizsardzības pētniecības centra praktiskie pētījumi ilgtspējīgai Latvijas lauksaimniecībai*
13. Ikkere L.E., Pērkonis I., Bartkevičs V. *Bioindikatoru izmantošana Latvijas apkārtējās vides ķīmiskā piesārņojuma novērtēšanai*
14. Popluga D., Naglis-Liepa K., Kreišmane D., Lēnerts A., Rivža P. *Klimatam draudzīga lauksaimniecības prakse Latvijā – iespējas un risinājumi*
15. Gusta S., Štrausa S., Freimanis J. *Būvju informācijas modelēšanas iespējas un izaicinājumi būvniecības procesā Latvijā*
16. Andersons B., Jansons J., Dubrovskis D., Žūriņš A., Segliņš V. *Valsts pētījumu programma: "Meža un zemes dzīļu resursu izpēte, ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas" (ResProd)*
17. Ruņģis D.E., Gailīte A., Gaile A. *Ģenētisko resursu saglabāšana, izmantošana un izpēte Latvijā*
18. Bikovens O. *Izskatotā pūšļu fuka kompleksā pārstrāde, lai iegūtu produktus ar pievienoto vērtību un mēslojumu*
19. Janceva S., Lauberte L., Andersone A., Elberts J.A. *Silīciju saturošs lignīns kā videi draudzīgs augu mēslošanas līdzeklis mežsaimniecībai*
20. Kasparinskis R., Nikodemus O., Kukuļs I., Markots A., Rečs A., Kārklīņš A. *Jaunākās zinātniskās atziņas augsnes zinātnes jomā, kā pamats bioekonomikas attīstībai Latvijā*
21. Larsson S., Viksnina V., Kukainis O. *Augu augšanas biostimulators citokinīns*



## SATURS

Rivža B. Latvijas lauku attīstības scenāriji zināšanās balstītās ekonomikas kontekstā.....	9
Pilvere I., Nipers A. Bioekonomikas definējums un atpazīstamība .....	11
Galoburda R., Ruža A., Moročko-Bičevska I., Jonkus D., Ķince T., Bērziņš A. Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā: Valsts pētījumu programmā AgroBioRes sasniegtais.....	13
Ruža A., Kārklīšs A., Bankina B., Gailis J., Bimšteine G., Līpenīte I., Dubova L. Fridmanis D. Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana.....	15
Kārklīšs A., Līpenīte I., Ruža A. Minerālā slāpekļa dinamika augsnē Vecauces pētījumu poligonā.....	17
Dubova L., Ruža A., Alsiņa I. Augsnes mikrobioloģiskā aktivitāte dažādos augsnes apstrādes un augu maiņas variantos .....	19
Bankina B., Bimšteine G., Neusa-Luca I., Pavloviča O., Paulovska L., Roga A., Fridmanis D. Ziemas kviešu stiebra pamatnes puves ierosinātāju spektrs.....	21
Liniņa A., Ruža A., Kunkulberga D. Ziemas kviešu pilngraudu miltu reoloģiskās īpašības ietekmējošie faktori .....	22
Jonkus D., Ilgaža A., Valdovska A., Liepa L., Paura L., Degola L., Cielava L., Petrovska S., Smiltiņa D., Ruska D., Kļaviņa I., Viduža M., Gāliņa D., Jonova S., Gatiņa L., Kavaļenko K., Ilgažs A. Vietējās izcelsmes slaucamo govju un cūku saimnieciski nozīmīgo pazīmju ģenētiskā izpēte kvalitatīvu pārtikas produktu ražošanai .....	24
Liepa L., Dūrītis I., Ilgaža A., Valdovska A., Gāliņa D., Jonova S., Ārne A., Kovaļčuka L. Augu ekstrakti, probiotikas, prebiotikas un sinbiotikas – perspektīvi lauksaimniecības dzīvnieku augšanas, veselības un attīstības veicinātāji .....	26
Adamovičs A., Kaķītis A. Kaņepju stiebru un šķiedru stiepes izturība .....	28
Adamovičs A., Ivanovs S. Biogāzes ieguves iespēja no rūpnieciskajām kaņepēm Latvijas apstākļos .....	30
Bikovens O., Lauberts M., Lauberte L., Vēvere L., Janceva S. Izskatotā pūšļu fuka kompleksā pārstrāde, lai iegūtu produktus ar pievienoto vērtību un mēslojumu .....	32
Dzene S., Aļeksējeva L. Bioloģiskās lauksaimniecības nozīme dabīgās kosmētikas konkurētspējas paaugstināšanā eksporta tirgos .....	34
Gedrovica I. Alternatīvi olbaltumvielu avoti pārtikai Latvijā .....	36
Ikkere L.E., Pērkonis I., Bartkevičs V. Bioindikatoru izmantošana Latvijas apkārtējās vides ķīmiskā piesārņojuma novērtēšanai .....	38
Kampuss K. Zelta jāņogas ( <i>Ribes aureum</i> Pursh.) izmantošanas perspektīvas Latvijā .....	40
Kasparinskis R., Nikodemus O., Kukuļs I., Markots A., Rečs A., Kārklīšs A. Jaunākās zinātniskās atziņas augsnes zinātnes jomā, kā pamats bioekonomikas attīstībai Latvijā.....	42
Kaufmane E., Skrīvele M. Kā nodrošināt Latviju ar vietējiem augļiem .....	44
Ķirse A., Muižniece-Brasava S., Strauta L., Galoburda R., Kārklīņa D., Puiškina E. Olbaltumvielām bagāti inovatīvi pārtikas produkti no pākšaugiem.....	46
Lācis G., Moročko-Bičevska I., Segliņa D., Gornas P. Augļkopības bioloģisko pamatu pētījumu rezultāti Dārzkopības institūtā.....	48
Larsson S., Vīksniņa V., Kukainis O. Augu augšanas biostimulators citokinīns.....	50
Lepse L., Zeipiņa S., Lepsis J. Ilgtspējīgu dārzeņu audzēšanas tehnoloģiju izstrāde un dārzeņu klāsta paplašināšana Latvijā .....	52
Ločmele I., Legzdiņa L., Gaile Z., Kronberga A. Ģenētiskās daudzveidības izmantošana stabilas ražas ieguvei bioloģiskajā lauksaimniecībā.....	54

Matīse-VanHoutana I., Lūsis I., Pigiņka-Vjačeslavova I., Stankeviča D., Ozols A., Drevinska K., Konopore L., Jeserevičs J., Cizinauskas S., Enslis S., Matiaseks K., Viltrops A. Kad defekts kļūst par efektu: skatupunkts, no kura vērtēt slimības uzliesmojumu.....	56
Nikodemus O., Penēze Z., Rendenieks Z., Ruskule A., Vinogradovs I., Zariņa A., Elferts D. Zemes izmantošanas maiņas virzītājspēki Latvijā .....	58
Platače R., Adamovičs A. Slāpekļa minerālmēslojuma normu ietekme uz niedru auzenes un auzenairenes sausas ražu .....	60
Popluga D., Naglis-Liepa K., Kreišmane D., Lēnerts A., Rivža P. Klimatam draudzīga lauksaimniecības prakse Latvijā: iespējas un risinājumi.....	62
Pogulis A. Vermikomposta lietošanas ietekme uz auzu ( <i>Avena sativa</i> L.) šķirnes ‘Belinda’ ražu.....	64
Rancāne R., Jaško J., Erdmane Z., Treikale O., Ozoliņa-Pole L., Gulbis K. Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centra praktiskie pētījumi ilgtspējīgai Latvijas lauksaimniecībai .....	66
Rancāne S., Bērziņš P., Jansons A., Rebāne A., Stesele V., Vēzis I., Jermuša G. Aktuālākie virzieni daudzgadīgo zālaugu selekcijā Latvijā.....	68
Straumīte E., Kunkulberga D., Ķince T., Kļava D., Kārkliņa D., Šabovics M., Krūma Z., Stūrīte I. Inovatīvi risinājumi graudaugu izmantošanai veselīgiem produktiem.....	70
Stūrīte I. Oglekļa akumulācija zālajos Norvēģijā.....	72
Šenfelde L., Kairiša D. Spēkbarības izdales staciju izmantošanas pieredze aitu ēdināšanā Latvijā .....	74
Zute S., Šterna V., Jansone I., Zariņa L., Bleidere M. Dažādu pākšaugu audzēšanas potenciāls vietējā proteīna ražošanai .....	76
Jansons J., Jansons Ā. Zinātnē balstīta meža nozare Latvijā.....	78
Andersons B., Jansons J., Dubrovskis D., Žūriņš A., Segliņš V. Valsts pētījumu programma: “Meža un zemes dzīļu resursu izpēte, ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas” (ResProd).....	79
Dubrovskis E., Riekstiņš K. Pārnadžu uzskaites un nomedīšanas datu analīze .....	80
Freimane L., Miezīte O. Sanitārais stāvoklis parastās priedes vidēja vecuma mežaudzē mētru kūdrenī.....	82
Indriksons A., Graudums M. Enerģētiskās koksnes resursi nosusināto mežu paaugā un pamežā .....	84
Janceva S., Lauberte L., Andersone A., Elberts J.A. Silīciju saturošs lignīns kā videi draudzīgs augu mēslošanas līdzeklis mežsaimniecībai .....	85
Jansons J., Gaitnieks T., Lībiete Z., Donis J., Lazdiņa D., Runģis D., Jansons Ā. Egles audzēšanas optimizācija saimnieciskajos mežos.....	87
Liepa L., Straupe I. Atmirušās koksnes novērtējums dažādos mežos Zemgalē, Latvijā.....	89
Miezīte O., Liepa I., Rūba J. Oglekļa akumulācija virszemes un sakņu biomasā baltalkšņa gāršā.....	91
Miezīte O., Rūba J., Dubrovskis E., Liepa I., Vēriņš V. Paaugas saglabāšanās damaksnī pēc izlases cirtes.....	93
Miezīte O., Dubrovskis E., Rūba J., Liepa I. Vēža izplatība parastā oša <i>Fraxinus excelsior</i> L. audzēs.....	95
Miezīte O., Rūba J., Freimane L., Liepa I., Dubrovskis E. Parastās priedes sanitārais stāvoklis un dabiskā atjaunošanās pēc skrejuguns mētrājā.....	97
Rūba J., Miezīte O., Dubrovskis E., Liepa I. Sanitārais stāvoklis <i>Picea abies</i> (L.) H. karst. jaunaudzēs damaksnī.....	99
Sisenis L., Pilvere I., Nipers A., Jansons Ā. Minimālās meža zemju platības efektīvai saimniekošanai Latvijā.....	101

Straupe I., Grīnfelde I., Rums O., Pilecka J. Gaisa piesārņojuma lihenoindikatīvā analīze Jelgavas pilsētā, Latvijā.....	103
Sisenis L., Luguza S., Straupe I., Liše S., Dubrovskis E., Davidāns M. Vietējo atjaunojamo resursu efektīva ieguve un izmantošana Latvijas tautsaimniecībā.....	105
Ozola L., Brokāns A. Koka siju šļūdes pētījumu rezultāti nekontrolētos vides apstākļos .....	107
Laizāns A. Ūdeņradis enerģētikā un transportā.....	109
Gusta S., Štrausa S., Freimanis J. Būvju informācijas modelēšanas iespējas un izaicinājumi būvniecības procesā Latvijā .....	111
Ratkevičs A., Puķīte V., Celms A. Robežas demarkācijas nozīme Latvijas republikas drošības un stabilitātes nodrošināšanai.....	112

## LATVIJAS LAUKU ATTĪSTĪBAS SCENĀRIJI ZINĀŠANĀS BALSTĪTĀS EKONOMIKAS KONTEKSTĀ

**Baiba Rivža**

Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
baiba.rivza@llu.lv

Lauku reģioni Eiropā aizņem 44% no teritorijas, ja pierēķina platības ap pilsētām, kur dominē lauku vērtības, veidojas vēl 44%, un atlikušie 12% pilsētteritoriju paliek ievērojamā mazākumā. Lauksaimniecībā kā tradicionālā lauku nozarē Eiropā nodarbināti 10 miljoni eiropiešu. Lauku reģionos vidēji dzīvo piektā daļa Eiropas iedzīvotāju, kas gan būtiski atšķiras dažādās Eiropas valstīs. Laukiem līdzās ekonomiskajai nozīmei ir arī vides, sociālā un kultūrvēstures nozīme. Lauku reģioni dod spēcīgu sinerģijas efektu visai valsts teritorijai.

Lai šo dzīvīgumu (*vitality*) nezaudētu un lai tas pāraugtu ilgstošā dzīvotspējā (*viability*), laukiem ir jāmainās. Jāpārveidojas gan tradicionālajām nozarēm, gan jāienāk jaunām nozarēm, kas prasīs kvalificētu darbaspēku. Pašlaik Latvijā IKP uz 1 iedzīvotāju laukos ir zemāks nekā pilsētā, tas veido 73% no Eiropas Savienības vidējā rādītāja. Tāpēc arī kopējā lauksaimniecības politikā līdz 2020. gadam un arī tālākajam periodam līdz 2030. gadam viens no pīlāriem ir lauku teritoriju attīstība, dzīves līmeņa un citu atšķirību mazināšana starp pilsētām un laukiem.

Pētījuma mērķi noteica Valsts pētījumu programmā "*Tautsaimniecības transformācija, gudra izaugsme, pārvaldība un tiesiskais ietvars valsts un sabiedrības ilgtspējīgai attīstībai – jaunas pieejas ilgtspējīgas zināšanu sabiedrības veidošanai* (EKOSOC-LV)", projektā 5.2.3. *Lauku un reģionālā attīstība zināšanu ekonomikas kontekstā*.

Veiktie pētījumi reģionu un novadu griezumā ir pirmais mēģinājums pietiekami reģionu attīstībai sistēmiski un holistiski, kā arī parādīt, kādas jaunas tendences vērojamas pēc pēdējās teritoriālās reformas (Zināšanu ekonomika..., 2018; Simtam pāri..., 2018).

Pētījumā izmantotās metodes – grupējumi, faktoranalīze, klāsteranalīze, dinamikas rindas, hierarhiju analīzes metode.

Pētījuma rezultāti liecina, ka vietējo pašvaldību loma un ietekme strauji pieaug – uzņēmējdarbības rosināšanā, cilvēka pašvērtības celšanā, sadarbības veicināšanā biedrību un kooperatīvu veidā u.c. Svarīga ir arī pašvaldībās dzīvojošo cilvēku gatavība iegūt papildus zināšanas, nebaudīties sākt uzņēmējdarbību, apvienoties biedrībās un kooperatīvos.

Svarīgi ir atbalstīt reģionālo augstskolu kā tehnoloģiju un zināšanu pārneses centrus un biznesa inkubatorus. Kā pozitīvs piemērs te jāmin Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģiju fakultāte, kuras akadēmiskais personāls zinātņu doktores Sandras Muižnieces-Brasavas vadībā konsultē uzņēmējus, palīdz atrast jaunas nišas un jaunus ekoloģiski kvalitatīvus pārtikas produktus, kā piemēram, brokastu Milzu pārslas, bērnu biezeņi Rūdolfis u.c.

Balstoties uz pētījumu rezultātiem, izanalizējot situāciju reģionos, ir izstrādāti reģionu attīstības scenāriji. Tas veikts ar hierarhiju analīzes metodi, kas apvieno ekspertu ekspresaptaujas un matemātisko analīzi, nosakot, kādos scenārijos vislabāk var tikt sasniegti reģiona attīstībai nozīmīgie kritēriji un apakškritēriji.

Trīs reģioni – Zemgale, Kurzeme un Pierīga izvēlējas zināšanās balstītas ekonomiskās attīstības ceļu; Vidzeme – izvēlējas akcentēt viedās pārvaldības scenāriju, uzsverot pašvaldības prasmi sadarboties ar iedzīvotājiem, izvēlēties prioritātes, bet Latgalei vissvarīgākais ir cilvēkresursu noturēšana un piesaiste. Vadošā tendence, protams, neizslēdz to, ka katrā reģionā ir jāattīsta visi viedības elementi – viedie iedzīvotāji, viedie resursi, viedā pārvaldība un viedā ekonomika. Visu reģionu attīstības scenāriji ir apspriesti piecos reģionu forumos, sanākot kopā zinātniekiem, uzņēmējiem, pašvaldību un augstskolu pārstāvjiem.

Secinājumi:

1. Pašvaldībās lielāku uzmanību pievērst cilvēka faktoram: uzņēmējiem, pašvaldību darbiniekiem, vietējiem iedzīvotājiem, veicināt pieaugušo izglītību.
2. Balstīties uz jaunākajām zinātnes atziņām par viedu izaugsmi, aprites ekonomiku, zaļo ekonomiku un citām inovatīvām pieejām ilgtspējīgā attīstībā, veidot klasterus, izglītības un uzņēmēju kopuzņēmumus, nodrošināt zināšanu un tehnoloģiju pārnesi tautsaimniecībā.
3. Veidot ciešāku sadarbību starp reģionālajām augstskolām un uzņēmējiem, pašvaldībām, lai pasūtītu/izmantotu/popularizētu zinātnieku pētījumus par vietējo resursu: teritorijas, iedzīvotāju, uzņēmējdarbības iespēju u.c. efektīvāku izmantošanu.

4. Pašvaldībām, uzņēmējiem un NVO vēl aktīvāk iesaistīties dažādu sadarbības veidu attīstībā, piem., *LEADER* projektu īstenošanā.
5. Neskatoties uz Latvijas plānošanas dokumentos noteiktajiem reģionālās attīstības principiem, tomēr jāsecina, ka praksē tie netiek īstenoti
6. Lai veicinātu visu Latvijas reģionu līdzsvarotu un ilgtspējīgu attīstību, tad līdzšinējās monocentriskās attīstības vietā jāveido policentriska valsts:
  - samazinot birokrātiju un nodrošinot valsts pārvaldes institūciju efektīvu darbību līdzsvarā starp centralizāciju un decentralizāciju;
  - piešķirot reģioniem plašākas funkcijas ar atbilstošu finansējumu, kā arī optimizējot vietējo pašvaldību skaitu.

**Izmantotā literatūra**

1. *Zināšanu ekonomika Latvijas lauku un reģionu dzīvotspējai* (2018). Monogrāfija. Galv. red. B. Rivža, zin. red. M. Krūzmētra. LLU. Jelgava. 325 lpp.
2. *Sīmtam pāri. Viedā Latvija* (2018). Monogrāfija. B. Rivžas redakcijā. LZA. Rīga. 420 lpp.

**BIOEKONOMIKAS DEFINĒJUMS UN ATPAZĪSTAMĪBA***Irina Pilvere, Aleksejs Nipers*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

irina.pilvere@llu.lv

Eiropas Komisija (EK) 2012. gadā apstiprināja stratēģiju “Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei: Eiropas Bioekonomika”, kas piedāvāja visaptverošu pieeju, lai risinātu ekoloģiskās, vides, enerģijas, pārtikas piegādes un dabas resursu problēmas, ar kurām saskaras Eiropa un pasaule. Šī pētījuma mērķis – noskaidrot bioekonomikas jēdziena interpretācijas un atpazīstamību dažādās datu bāzēs.

Eiropā ar bioekonomiku saprot atjaunojamo bioloģisko resursu ražošanu un to pārveidošanu pārtikā, lopbarībā, biotehnoloģiskajos produktos un bioenerģijā. Bioekonomikas nozares ir lauksaimniecība, mežsaimniecība, zivsaimniecība, pārtikas, un celulozes un papīra ražošana, kā arī ķīmiskās, biotehnoloģijas un enerģētikas nozares (European Commission, 2012). Savukārt saskaņā ar Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (OECD) definīciju bioekonomika attiecas uz tādu saimniecisko darbību kopumu, kas saistīti ar izgudrojumu, bioloģisko produktu un procesu izstrādi, ražošanu un izmantošanu (OECD, 2009). Šīs ir divas biežāk lietotās bioekonomikas definīcijas, tomēr katra valsts var noteikt savu, valsts ekonomiskajai, politiskajai un sociālajai situācijai un vēsturiskajai attīstībai atbilstošāko definīciju. Piemēram, Beļģijā ir noteikts, ka ir nepieciešama konkurētspējīga bioekonomika, kas ražo biomasu ilgtspējīgā veidā un (atkārtoti) izmanto pārtiku un barību, materiālus, citus produktus un enerģiju. Dānijā galvenās bioekonomikas attīstības jomas ir: 1) tirgus veicināšana bioloģiski ražotiem un ilgtspējīgiem produktiem; 2) pētniecības un inovāciju stiprināšana un 3) vērtību ķēdes bio-balstītos risinājumos un produktos (European Commission, 2018). Somijas bioekonomikas stratēģijas mērķis ir radīt jaunu ekonomisko izaugsmi un jaunas darbavietas, palielinot bioekonomikas biznesu un augstas pievienotās vērtības produktus un pakalpojumus, vienlaikus nodrošinot dabas ekosistēmu darbības nosacījumus (Sustainable growth from..., 2014). Francijā bioekonomikai ir jāgarantē drošas pārtikas piegāde, jāsamazina atkarība no fosilajiem resursiem, jāveicina ekonomiskās vērtības un darbavietu attīstība, jo īpaši lauku apvidos, un jāizveido jaunas tirdzniecības vietas lauksaimniekiem un mežsaimniekiem, un jāveicina cīņa pret globālo sasilšanu. Savukārt Vācija īsteno dabisku, aprites ekonomikai atbilstošu, ilgtspējīgu bio-bāzētu tautsaimniecību, kas nodrošinās pasaules pārtikas piegādes, kas ir gan plašas, gan veselīgas, gan ražos augstas kvalitātes produktus un sniegs pakalpojumus no atjaunojamiem resursiem (European Commission, 2018). Itālijā bioekonomika balstās uz visām galvenajām primārās ražošanas nozarēm, t.i., lauksaimniecību, mežsaimniecību, zivsaimniecību un akvakultūru, apstrādājot bioloģiskos resursus... (BIT Bioeconomy in..., 2017).

Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030, kas apstiprināta valdībā 2017. gada decembrī, paredz, ka Latvijas bioekonomikas nozares (lauksaimniecība, mežsaimniecība, zvejniecība, akvakultūra, pārtikas, celulozes un papīra ražošana, kā arī daļēji ķīmiskā, biotehnoloģiju un enerģētikas nozares) ir inovāciju līderes dabas kapitāla vērtības saglabāšanā, palielināšanā un efektīvā un ilgtspējīgā izmantošanā Baltijas valstīs. Tika veikta bioekonomikas termina izpēte dažādās datubāzēs (skatīt tabulu un attēlu).

Tabula

**Bibliometriskās analīzes kopsavilkums, meklējot vārdu “bioekonomika”**

Datu bāze	Avotu skaits	Datu avotu raksturojums
Google (latviešu valodā)	16 900	Latvijas Lauksaimniecības universitātes, VAS Latvijas valsts meži, Zemkopības ministrijas, Rīgas Tehniskās universitātes, Ziemeļvalstu Ministru Padomes biroja, Agroresursu un ekonomikas institūta, Izglītības un zinātnes ministrijas, Lauku tīkla, Vides risinājumu institūta, Latvijas Lauku foruma u.c., arī Polijas, Čehijas, Slovākijas institūciju mājas lapas.
Google (angļu valodā)	370 000	EK informācija, zinātniski raksti, dažādu ministriju, organizāciju, asociāciju, universitāšu, zinātnisko institūtu, žurnālu, projektu mājas lapas pasaulē.
Web of Science Core Collection*	780	Dažādas publikācijas 25 zinātniskos žurnālos, t.sk. 182 žurnālā <i>Biotechnology Applied Microbiology</i> , 131 – <i>Energy Fuels</i> , 118 – <i>Green Sustainable Science Technology</i> , 116 – <i>Environmental Sciences</i> .
SCOPUS**	965	Dažādas publikācijas 133 zinātniskos žurnālos, t.sk. 47 žurnālā <i>Journal of Cleaner Production</i> , 31 – <i>Biofuels Bioproducts and Biorefining</i> , 31 – <i>New Biotechnology</i> , 28 – <i>Industrial Biotechnology</i> .

\*kopš 1985. gada; \*\* kopš 1979. gada

Avots: Google, 2018a un b, Web of Science Core Collection, Scopus, 2018



**LAUKSAIMNIECĪBAS RESURSI ILGTSPĒJĪGAI KVALITATĪVAS  
UN VESELĪGAS PĀRTIKAS RAŽOŠANAI LATVIJĀ:  
VALSTS PĒTĪJUMU PROGRAMMĀ AGROBIORES SASNIEGTAIS**

*Ruta Galoburda<sup>1</sup>, Antons Ruža<sup>1</sup>, Inga Moročko-Bičevska<sup>2</sup>, Daina Jonkus<sup>1</sup>,  
Tatjana Ķince<sup>1</sup>, Aivars Bērziņš<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte; <sup>2</sup> Dārzkopības Institūts, Latvija;

<sup>3</sup>Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts “Bior”, Latvija  
ruta.galoburda@llu.lv

Pēc Eurostat datiem, 2017. gadā pārtikas, lauksaimniecības un zivsaimniecības produkti bija nozīmīgākās preces – Latvijas eksportā tie veidoja 21.6% no kopējās eksporta vērtības. Ņemot vērā prognozi, ka 2030. gadā iedzīvotāju skaits pasaulē sasniegs 8.3 miljardus un pārtikas izejvielu nodrošinājums būs jāpalielina par 50%, ir jāmeklē risinājumi efektīvas un ilgtspējīgas lauksaimnieciskās un pārtikas ražošanas nodrošināšanai Latvijā. Tas kompleksi jāskata šādā sistēmā: augsne – augi/dzīvnieki – pārtikas izejvielas – pārstrāde.

**Programmas virsmērķis:** ilgtspējīgi un racionāli izmantot dabas resursus, palielinot resursu izmantošanas pievienoto vērtību.

**Programmas mērķis:** zināšanu bāzes radīšana par lauksaimniecības resursu ilgtspējīgas izmantošanas tehnoloģijām kvalitatīvu pārtikas izejvielu ražošanā, pārstrādē, izejvielu un produktu kontrolē Latvijā, lai nodrošinātu patērētājus ar veselīgiem un drošiem vietējās izcelsmes pārtikas produktiem, veicinot lauksaimniecības un pārtikas nozaru izaugsmi un konkurētspēju.

Programmas ietvaros, programmas mērķu sasniegšanai un uzdevumu īstenošanai, tika izveidota starpdisciplināra zinātnieku grupa, kas īstenoja piecus savstarpēji saistītus projektus.

- *Projekts Nr. 1.* Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana (AUGSNE).
- *Projekts Nr. 2.* Augļaugu ilgtspējīgu audzēšanu ietekmējošie bioloģiskie procesi un ražošanas blakusproduktu pielietojuma paplašināšana (AUGĻI).
- *Projekts Nr. 3.* Vietējās izcelsmes slaucamo govju un cūku saimnieciski nozīmīgo pazīmju ģenētiskā izpēte kvalitatīvu pārtikas produktu ražošanai un dabīgas izcelsmes barības sastāvdaļu izstrāde un pārbaude (LOPKOPĪBA).
- *Projekts Nr. 4.* Vietējo lauksaimniecības resursu ilgtspējīga izmantošana kvalitatīvu un veselīgu pārtikas produktu izstrādei (PĀRTIKA).
- *Projekts Nr. 5.* Mikroorganismu rezistences un citu bioloģisko un ķīmisko risku izpētes procedūru izstrāde un pielietošana pārtikas ķēdē (RISKI).

Projekti savstarpēji papildināja viens otru, jo aptvēra visu pārtikas ražošanas ķēdi „no lauka līdz galdam”, sākot ar lauksaimniecības ilgtspējīgu kvalitatīvu izejvielu ieguvu gan augkopībā, gan augļkopībā, gan lopkopībā. Tālāk, risinot šo izejvielu pārstrādi, īpaša uzmanība pievērsta dažādu nišas produktu radīšanai un pārtikas ražošanas blakusproduktu izmantošanai, kā arī bioloģisko un ķīmisko risku novērtēšanai visā ražošanas un pārstrādes ķēdē.

Valsts pētījumu programmas AgroBioRes īstenošanas gaitā sasniegtie rezultātīvie rādītāji apkopoti tabulā. Lielākā daļa no plānotajiem rādītājiem sasniegta ar uzvižu. Vienīgā pozīcija, kurā ir iztrūkums, ir oriģinālie zinātniskie raksti ar SNIP > 1. Tas saistīts ar vairākiem objektīviem apstākļiem. Pirmkārt, programmas īstenošana 2014. gadā tika uzsākta tikai novembrī, nevis jūnijā, kā tika plānots, un 2015. gadā bija ievērojami samazināts finansējums. Tādējādi lauksaimnieki šajās divās sezonās nevarēja veikt lauka izmēģinājumus pietiekamā apjomā un kvalitātē, lai varētu nodrošināt augsta līmeņa publikācijām pietiekamu atkārtojumu skaitu un analīžu kvalitāti. Tomēr praktiskas nozīmes izmēģinājumi tika veikti, un rezultāti tiek apkopoti grāmatā ražotājiem un speciālistiem “Aprēķinu metodes un normatīvi” (apm. 150 lpp.), kas sākotnēji nebija plānota. Ja būs iespējams uzsāktos pētījumus turpināt, tad arī šajā programmā uzkrātie rezultāti tiks izmantoti jaunu zinātnisko publikāciju sagatavošanā. Otrkārt, sakarā ar to, ka ZS “Ancers”, kurā tika veikta 25 Latvijas baltās šķirnes cūku genotipēšana, tika konstatēts Āfrikas cūku mēris, un visi dzīvnieki tika utilizēti, analizēto gaļas paraugu skaits no genotipētajām cūkām ievērojami samazinājās, līdz ar to nav pietiekami daudz datu, lai sagatavotu augsta līmeņa publikācijas.

Programma sniedza vērtīgu ieguldījumu jaunās zinātnieku paaudzes sagatavošanā, jo programmas īstenošanā tika iesaistīti dažādu līmeņu studenti – bakalauri, maģistranti un doktoranti, kuri apguva prasmes veikt zinātnisko darbu un izstrādāja darbus par tautsaimniecībai nozīmīgām tēmām. Ar programmas atbalstu izstrādāti un aizstāvēti 9 promocijas darbi, taču vēl 9 darbi ir izstrādes stadijā.



Tabula

## Valsts pētījumu programmā AgroBioRes sasniegtais

Rezultatīvais rādītājs	Rezultāti				
	plānots	sasniegts			
	2014–2017	2014	2015	2016	2017/2018*
<b>Zinātniskie rezultatīvie rādītāji</b>					
1. Zinātnisko publikāciju skaits:					
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS)(SNIP>1) skaits	21	1	3	2	3 (6)**
oriģinālo zinātnisko rakstu (SCOPUS)(SNIP<1), Web of Science skaits	21	1	4	8	24 (5)
oriģinālo zinātnisko rakstu ERIH (A un B) datubāzē iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos skaits	36	6	23	26	26 (2)
recenzētu zinātnisku monogrāfiju skaits	1	–	–	–	(1)
2. Programmas ietvaros aizstāvēto darbu skaits:					
promocijas darbu skaits	8	–	4	1	4 (9)
maģistra darbu skaits	14	–	7	9	10
<b>Programmas popularizēšanas rezultatīvie rādītāji</b>					
Programmas gaitas un rezultātu popularizēšanas interaktīvie pasākumi, kuru mērķu grupās iekļauti arī izglītojamie, skaits:					
konferences	62	14	42	68	80 (3)
semināri	15	6	12	8	7
rīkoti semināri	15	1	3	8	4
populārzinātniskas publikācijas	50	3	4	8	10 (3)
izstādes	12	3	6	7	6
<b>Tautsaimnieciskie rezultatīvie rādītāji</b>					
1. Zinātniskajai institūcijai programmas ietvaros piesaistītā privātā finansējuma apjoms, t. sk.:					
1.1. privātā sektora līdzfinansējums programmā iekļauto projektu īstenošanai	–	–	–	–	–
1.2. ieņēmumi no programmas ietvaros radītā intelektuālā īpašuma komercializēšanas (rūpnieciskā īpašuma tiesību atsavināšana, licencēšana, izņēmuma tiesību vai lietošanas tiesību piešķiršana par atlīdzību), EUR	2150	820	2775	570	498
1.3. ieņēmumi no līgumdarbiem, kas balstās uz programmas ietvaros radītajiem rezultātiem un zinātnības, EUR	52000	–	3954	31832	16532
2. Programmas ietvaros pieteikto, reģistrēto un spēkā uzturēto patentu vai augu šķirņu skaits:					
Latvijas teritorijā	15	2	3	6	4
ārpus Latvijas	1	–	1	–	–
3. Programmas ietvaros izstrādāto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu vai pakalpojumu skaits, kas aprobēti uzņēmumos	13	–	2	3	5 (2)
4. Ieviešanai nodoto jauno tehnoloģiju, metožu, prototipu, produktu vai pakalpojumu skaits (noslēgtie līgumi par intelektuālā īpašuma nodošanu)	2	–	1	–	(1)
5. Šķirņu licenču līgumi	4	–	1	2	4 (1)

\* Indikatīvi rādītāji. \*\* Iekavās norādītie skaitļi rāda, cik darbi ir izstrādes stadijā.

**Pateicība.** Valsts pētījumu programma Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā (AgroBioRes) (2014–2017) īstenota ar Latvijas Izglītības un zinātnes ministrijas atbalstu.

**AgroBioRes**

**Izmantotā literatūra**

Plašāka informācija pieejama Valsts pētījumu programmas AgroBioRes mājaslapā: <http://www.agrobiores.lv>.

## AUGSNES ILGTSPĒJĪGA IZMANTOŠANA UN MĒSLOŠANAS RISKU MAZINĀŠANA

*Antons Ruža<sup>1</sup>, Aldis Kārklīšs<sup>1</sup>, Biruta Bankina<sup>1</sup>, Jānis Gailis<sup>1</sup>,  
Gunita Bimšteine<sup>1</sup>, Ināra Līpenīte<sup>1</sup>, Laila Dubova<sup>1</sup>, Dāvids Fridmanis<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte, <sup>2</sup>Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrs  
antons.ruza@llu.lv

Latvijas lauksaimniecībai ir augsts potenciāls, lai nodrošinātu tirgu ar vietējas izcelsmes augstvērtīgiem produktiem, t.sk., nišas produktiem. Īstenojot Valsts pētījumu programmu „Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā” (AgroBioRes), projekta AUGSNE ietvaros zinātnieki, sadarbojoties ar uzņēmējiem, risina nozarei svarīgus jautājumus. Globāla aktualitāte ir intensīvas lauksaimniecības saderība un saskaņotība ar vidi, tāpēc programmā tiek veikti pētījumi par ekoloģiski drošu mēslošanas līdzekļu lietošanu un vides risku apzināšanu kultivējamās zemēs, kā arī par kultūraugu audzēšanas dažādu tehnoloģiju ietekmi uz augsnes auglību un kaitīgo organismu savairošanos.

Pētījumi saistīti ar kultūraugu audzēšanas dažādu tehnoloģiju un augmaiņas ietekmi uz augsnes fizikālajām un agroķīmiskajām īpašībām, kā arī kaitīgo un derīgo organismu spektra izmaiņām, lai radītu zināšanu bāzi par vietējo resursu, tai skaitā augsnes ilgtspējīgas izmantošanas iespējām.

Pētījumu veikšanai LLU MPS “Pēterlauki iekārtots divfaktoru ilgtermiņa izmēģinājums: A – augsnes apstrādes paņēmieni (A1 konvencionālā augsnes apstrāde – aršana 20–22 cm dziļumā; A2 minimālā augsnes apstrāde – bezapvēršanas apstrāde līdz 10–12 cm dziļumam); B – augu rotācijas (B1 – kvieši bezmaiņas sējumā; B2 – rapsis, kvieši, kvieši; B3 – augu maiņa, kurā iekļauti vairāki kultūraugi, pašlaik četri).

Šajā izmēģinājumu laukā veikti kompleksi pētījumi par turpmāk uzskaitītiem jautājumiem:

1. Raža un ražas kvalitāte, tās ķīmiskais sastāvs, augu barības elementu iznesas.
2. Augsnes agrofizikālo un agroķīmisko īpašību izmaiņas,  $N_{min}$  dinamika augsnē, C akumulācija augsnē.
3. Mikroorganismi, kas nosaka augsnes mikrobioloģisko aktivitāti, celulozes sadalīšanās.
4. Kviešu stiebra pamatnes puves attīstība atkarībā no augu maiņas un augsnes apstrādes, slimības ierosinātāju spektrs, mikotoksīnu uzkrāšanās riska novērtēšana.
5. Derīgie kukaiņi, vaboles kā bioloģiskās daudzveidības indikatori.

Pētījumu rezultātā uzkrāta zināšanu bāze mēslošanas normu optimizācijai, samazinot vides riskus, ko rada slāpekļa un fosfora iespējamie zudumi no kultivēto zemju augsnēm. Izstrādāti priekšlikumi racionālai mēslošanas plānošanai, maksimāli pieskaņojot to augšņu dažādībai ar mērķi mazināt vides riskus (Kārklīšs, Ruža, 2015).

Augsnes mikrobioloģiskā aktivitāte tika novērtēta augu veģetācijas periodā. Mikroorganismu aktivitāte dažādos augsnes slāņos ietekmē gan augu atlieku sadalīšanos, gan barības elementu kustīgumu augsnē. Daudzveidīga augsnes mikroorganismu populācija nodrošina ilglaicīgu augsnes kvalitātes saglabāšanos, iegūstot arī kvalitatīvu lauksaimniecības produkciju. Būtiskas mikroorganismu darbības izmaiņas var liecināt, par lauksaimniecības produkcijas ražošanā lietoto paņēmieni nelabvēlīgo ietekmi uz vidi (Dubova *et al.*, 2016).

Līdzšinējie pētījumi pasaulē un Latvijā pierāda, ka audzēšanas tehnoloģijas būtiski ietekmē labību stiebra pamatnes un sakņu puves, kā arī vārpu fuzariozes izplatību. *Fusarium* ģints patogēni, kas ir galvenie šo slimību ierosinātāji, ir potenciāli mikotoksīnu veidotāji graudos, pēdējos gados novērota arī citu bīstamu patogēnu, tai skaitā *Alternaria* spp. savairošanās. Pasaulē tiek veikti plaši pētījumi par patogēnu spektru un tā atkarību no dažādiem vides un agronomiskajiem faktoriem, taču iegūtie rezultāti ir pretrunīgi, vēl aizvien nav skaidrs, kas tieši veicina vienas vai otras sugas, tai skaitā bīstamo *F. graminearum* un *F. culmorum* savairošanos un mikotoksīnu uzkrāšanos. Izmēģinājumā noskaidrota audzēšanas tehnoloģiju ietekme uz patogēnu spektru un mikotoksīnu veidošanos. Precīzai patogēnu spektra skaidrošanai pielietotas modernās molekulārās metodes, kam ir zinātniska nozīme, jo rezultāti liecina par izmaiņām, kas notiek biocenozēs un patogēnu populācijās (Bankina *et al.*, 2013; Bankina *et al.*, 2017; Paulovska *et al.*, 2017).

Bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai agrocenozēs ir veikts skrejvaboļu un īsspārņu monitorings ziemas kviešu sējumos. Lielāku skrejvaboļu sugu daudzveidību nodrošina trīs faktori: mazāk intensīva augsnes apstrāde – mazāks mehāniskais traucējums; vasaras rapsis kā priekšaug – leknāka kviešu veģetācija, tāpēc vairāk ekoloģisko nišu; nezāles sējumos diskutā augsnē bez augu maiņas – lielāka augu sugu daudzveidība – vairāk ekoloģisko nišu (Gailis, Turka, 2014; Gailis *et al.*, 2017).

Valsts pētījumu programmas projekta realizācijas laikā iegūti dati par dažādām izmaiņām agrocenozēs atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas, tomēr daudzi jautājumi ir palikuši vēl neatbildēti. Tā kā dabā darbojas daudzi neregulējami faktori, arī to ietekme uz augsnes ilgtspējīgas izmantošanas iespējām var izpausties tikai garākā laika periodā. Šāda veida izmēģinājumiem ir nepieciešams ievērojami ilgāks laika periods – vairāki gadu desmiti.

#### Izmantotā literatūra

1. 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, Section B: Soil & Plant Science*, Vol. 63, No. 8, pp. 723–730.
2. Bankina, B., Bimšteine, G., Neusa-Luca, I., Roga, A., Fridmanis, D. (2017) What influences the composition of fungi in wheat grains? *Acta Agrobotanica*, Vol. 70, No. 4, pp. 1726.
3. Dubova, L., Ruža, A., Alsiņa, I. (2016). Soil microbiological activity depending on tillage system and crop rotation. *Agronomy Research*, Vol. 14, No. 4, pp. 1274–1284.
4. Gailis, J., Turka, I. (2014). The diversity and structure of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in differently managed winter wheat fields. *Baltic Journal of Coleopterology*, Vol. 14, No. 2, pp. 33–46.
5. Gailis, J., Turka, I., Ausmane, M. (2017). Soil tillage and crop rotation differently affect biodiversity and species assemblage of ground beetles inhabiting winter wheat fields. *Agronomy Research*, Vol. 15, No. 1, pp. 94–111.
6. Karklins, A., Ruža, A. (2015). Nitrogen apparent recovery can be used as the indicator of soil nitrogen supply. *Zemdirbyste*, Vol. 102, No. 2, pp.133–140.
7. Paulovska, L., Bankina, B., Roga, A., Fridmanis, D. (2017). The incidence of wheat crown rot depending on agronomic practices. In: *Research for Rural Development – 2017: Annual 23<sup>th</sup> International Scientific Conference Proceedings*, Jelgava, May 17 – 19, Vol. 2, pp. 13–18.

**AgroBioRes**

## MINERĀLĀ SLĀPEKĻA DINAMIKA AUGSNĒ VECAUCES PĒTĪJUMU POLIGONĀ

*Aldis Kārklīšs, Ināra Līpenīte, Antons Ruža*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

aldis.karklins@llu.lv

Slāpekļa mēslojuma lietošana un vides aspekti ir viens no galvenajiem punktiem, kas tiek izcelts, diskutējot par modernās lauksaimniecības ilgtspēju. Iegūt augstu un kvalitatīvu kultūraugu ražu ar minimālu (vai vēl labāk – bez) papildus slāpekļa piegādi ir vilinošs, taču ne vienmēr izpildāms izaicinājums. Eiropas Savienības, kā arī Latvijas normatīvie akti reglamentē slāpekļa mēslojuma lietošanu, tai skaitā norādot, ka slāpekļa mēslojuma normas ir jānosaka, balstoties uz tā minerālo savienojumu daudzumu augsnē. Tas ir samērā grūti izpildāms noteikums, jo minerālā slāpekļa savienojumi augsnē raksturojas ar augstu dinamiskumu, kā arī sarežģīta ir augsnes parauga noņemšanas un sagatavošanas procedūra, līdz tas nonāk laboratorijā atbilstošas analīzes veikšanai.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot minerālo slāpekļa savienojumu (slāpekļis amonija un nitrātu veidā) dinamiku augsnē trīs gadu (2015.–2017.) periodā atkarībā no audzējamā kultūrauga un lietotā slāpekļa mēslojuma, lai izvērtētu iespējas šādu metodi pielietot mēslojuma diferenciacijā un apzinātu riskus, ko var radīt tā lietošana.

Pētījumu vieta atradās LLU mācību un pētījumu saimniecībā “Vecauce” laukā ar virsēji velēnglejoto augsni (GLu). Augsnes granulometriskais sastāvs virskārtā: smaga smalka mālsmilts, apakškārtā – smaga mālsmilts. Augsnes nosaukums atbilstoši WRB<sup>1</sup> – *Luvic Phaeozem (Aric, Loamic, Protostagnic)*. Augsnes reakcija pH KCl virskārtā 7.05, apakškārtā – 6.76, karbonāti sastopami jau aramkārtā. Organiskā oglekļa saturs aramkārtā – 15.49 g kg<sup>-1</sup>. Augsni var raksturot, kā Latvijas tūrumos plaši izplatītu, vidēji saistīgu, iekultivētu, kura piemērota vairuma kultūraugu audzēšanai. Šajā laukā bija iekārtots augsnes minerālā slāpekļa (N–NO<sub>3</sub> + N–NH<sub>4</sub>) monitoringa poligons, kurā reizi mēnesī aptuveni vienā datumā ņēma augsnes paraugus pa slāņiem: 0–30 cm, 20–60 cm un 60–90 cm dziļumā. Paraugi tika analizēti vienā laboratorijā, izmantojot Latvijā standartizētu metodiku<sup>2</sup>. Sekojošā tabulā ir parādīti laukā audzētie kultūraugi, tiem dotais slāpekļa mēslojums (izmantojot minerālmēsļus), slāpekļa iznese ar ražu, kas tika izskaitļota, balstoties uz iegūto kultūrauga pamatprodukcijas un blakusprodukcijas ražas lielumu un tās ķīmisko sastāvu, kā arī slāpekļa bilance (mēslojums mīnus iznese). Mēslojuma norma un arī slāpekļa bilance ir izskaitļota divējādi. Pirmkārt, kāda tā būtu, ja lietotu Latvijā rekomendēto normu (Kārklīšs, Ruža, 2013) un kāda tā reāli tika lietota un kāda bilance veidojas atbilstoši šai reāli lietotajai slāpekļa normai.

Tabula

**Slāpekļa aprīte augsnē**

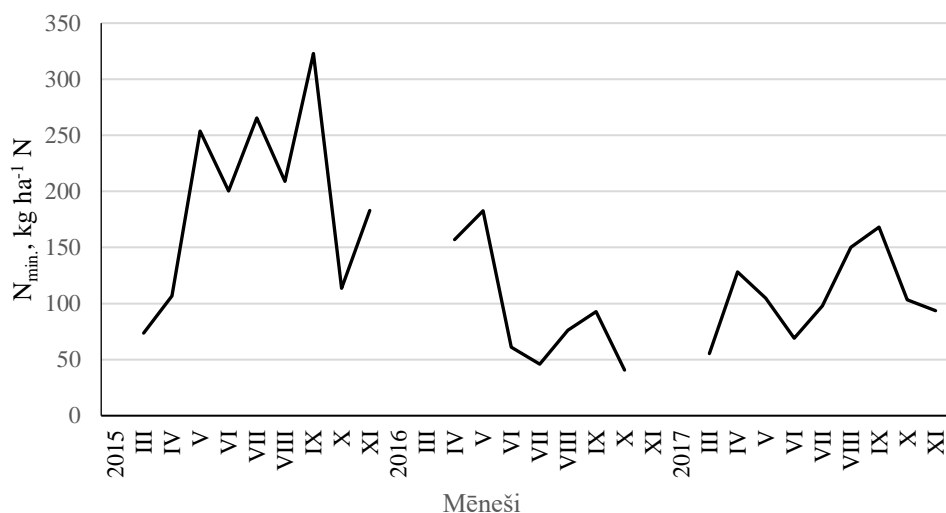
Gads	Audzētais kultūraugs	Mēslojuma norma, kg ha <sup>-1</sup> N		N iznese, kg ha <sup>-1</sup>	N bilance, kg ha <sup>-1</sup>	
		rekomendētā	lietotā		plānotā	sasniegtā
2015.	Kukurūza	180	105	344	-164	-239
2016.	Vīķu–auzu mists	90	0	110	-30	-110
2017.	Ziemas rapsis	140	188	153	-13	35
<b>Kopā</b>		<b>410</b>	<b>293</b>	<b>697</b>	<b>-287</b>	<b>-404</b>

Kopumā rekomendētās slāpekļa mēslojuma normas minētajiem kultūraugiem var uzskatīt par videi “saudzīgām”, jo to lietošana paredz, ka augs daļu no sev nepieciešamā slāpekļa iegūs no augsnē esošajām rezervēm. Vislielākā, jau rekomendācijās ieprogrammētā negatīvā slāpekļa bilance ir, audzējot kukurūzu. Tas ir samērā loģiski, jo šim kultūraugam ir garš veģetācijas periods un spēcīgi attīstīta sakņu sistēma. Reāli iegūtā bilance bija vēl izteiktāk negatīva (-239 kg ha<sup>-1</sup> N). Ņemot vērā, ka kukurūzas priekšaugi bija ziemas mieži, kuru salmi tika iestrādāti augsnē, kukurūza ir spējusi sevi nodrošināt ar nepieciešamo slāpekli. Nākamais kultūraugs (vīķu–auzu mists zaļmasai) vispār nav saņēmis slāpekļa mēslojumu, bilance negatīva. Savukārt ziemas rapsis, kas sēts pēc mistra, kopumā gan rudenī, gan trīs papildmēslojumos 2017. gada pavasarī–vasarā ir saņēmis vairāk, nekā rekomendēts atbilstoši sasniegtajam ražas līmenim. Augusta vidū rapsis tika novākts, augsne lobīta, tādējādi iestrādājot rapša stublājus, dots mēslojums (18 kg ha<sup>-1</sup> N) un 25. septembrī iesēti ziemas kvieši.

<sup>1</sup> World Reference Base for Soil Resources.

<sup>2</sup> 1 M kālija hlorīda ekstraktā (LVS ISO 14256–2).

Iepriekš aprakstītais attēlo darbības izmēģinājuma vietā, kā arī doto slāpekļa mēslojumu. Savukārt attēlā ir parādīta minerālā slāpekļa saturs 0–90 cm augsnes slānī, izsakot to  $\text{kg ha}^{-1} \text{N}$ . Kaut gan tika lietots mērens slāpekļa mēslojums, kas pats par sevi neradīja pārpalikumu augsnē pēc ražas novākšanas, tomēr minerālā slāpekļa daudzums augsnē ir ievērojams, sevišķi pirmajā pētījumu gadā, kad tika audzēta kukurūza. Savukārt 2017. gadā, kad lauks bija aizņemts ar rapsi, kurš regulāri saņēma slāpekļa papildmēslojumu, minerālā slāpekļa daudzums augsnē bija relatīvi zems. Piemēram, 11.05.2017. tika dots  $68 \text{ kg ha}^{-1} \text{N}$  (ar amonija nitrātu), taču 29. maijā ievāktajos paraugos konstatēts  $105 \text{ kg ha}^{-1} \text{N}$  minerālais slāpekļis, tai skaitā  $77 \text{ kg}$  nitrātu un  $28 \text{ kg}$  amonija formā, kuri augsnes profilā bija sadalījušies aptuveni vienmērīgi.



Att. Minerālā slāpekļa dinamika 0–90 cm augsnes slānī pētījumu periodā.

Jautājums, kas prasa vēl papildus izpēti, ir minerālā slāpekļa saturs augsnē interpretācija. Ja vadāmiem no poļu autoru pētījumiem, tad minerālā slāpekļa saturs mālsmits augsnē, kas 0–90 cm slānī pārsniedz  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{N}$  ir uzskatāms par augstu, bet tas, kas pārsniedz  $130 \text{ kg ha}^{-1} \text{N}$  – par ļoti augstu (Rutkowska, Fotyma, 2011). Tāpat šāds saturs būtu pieļaujams veģetācijas laikā, kad notiek slāpekļa patēriņš, bet nebūtu vēlams veģetācijas noslēgumā, piemēram, oktobrī, novembrī, sevišķi tad, ja lauks nav aizņemts ar kultūraugu. Pētījumu gados šāda situācija veidojās pēc kukurūzas novākšanas, daļēji arī pēc rapša, taču tad lauku jau klāja ziemas kviešu zelmenis.

Vērtējot iegūtos datus, var secināt, ka pārbagāts (neattaisnojami liels) slāpekļa mēslojums nav vienīgais iemesls, kāpēc augsne veģetācijas laikā netiek iztukšota no minerālā slāpekļa savienojumiem un pastāv zināmi riski to zudumam ziemas laikā. Iekultivētai augsnei ir liela bufer spēja. Organisko vielu (ieštrādāto salmu, pēcplaujas atlieku, augsnes humusa) mineralizācija notiek nepārtraukti, kamēr augsnes temperatūra ir virs  $5^{\circ}\text{C}$ . Atsevišķo periodos to intensificē augsnes apstrāde, meteoroloģiskie apstākļi u.c. faktori, ne tikai dotais mēslojums, tāpēc minerālā slāpekļa dinamika augsnē notiek atbilstoši daudz komplicētākām likumsakarībām. Tāpēc ir sarežģīti, kā arī nepārlicināmi slāpekļa mēslojuma normu pieskaņot tikai vienam minerālā slāpekļa krājumu augsnē mērījumam, kā bieži vien to rekomendē darīt.

**Pateicība.** Publikācija sagatavota Valsts pētījumu programmas Nr. 2014.10–4/VPP–7/5 projekta „Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana (AUGSNE)” ietvaros.

**AgroBioRes**

#### Izmantotā literatūra

1. Kārklis, A., Ruža, A. (2013). *Lauku kultūraugu mēslošanas normatīvi*. Jelgava: LLU. 55 lpp.
2. Rutkowska, A., Fotyma, M. (2011). Mineral nitrogen as a universal soil test to predict plant N requirements and ground water pollution – case study for Poland. In: *Principles, Application and Assessment in Soil Science*, Edited by B. E. Ozkaraova Gungor, pp. 333–350. [Tiešsaiste] [skatīts 05.05.2018.]. Pieejams: <https://www.intechopen.com/books/principles-application-and-assessment-in-soil-science/mineral-nitrogen-as-a-universal-soil-test-to-predict-plant-n-requirements-and-ground-water-pollution>

## AUGSNES MIKROBIOLOĢISKĀ AKTIVITĀTE DAŽĀDOS AUGSNES APSTRĀDES UN AUGU MAIŅAS VARIANTOS

*Laila Dubova, Antons Ruža, Ina Alsiņa*

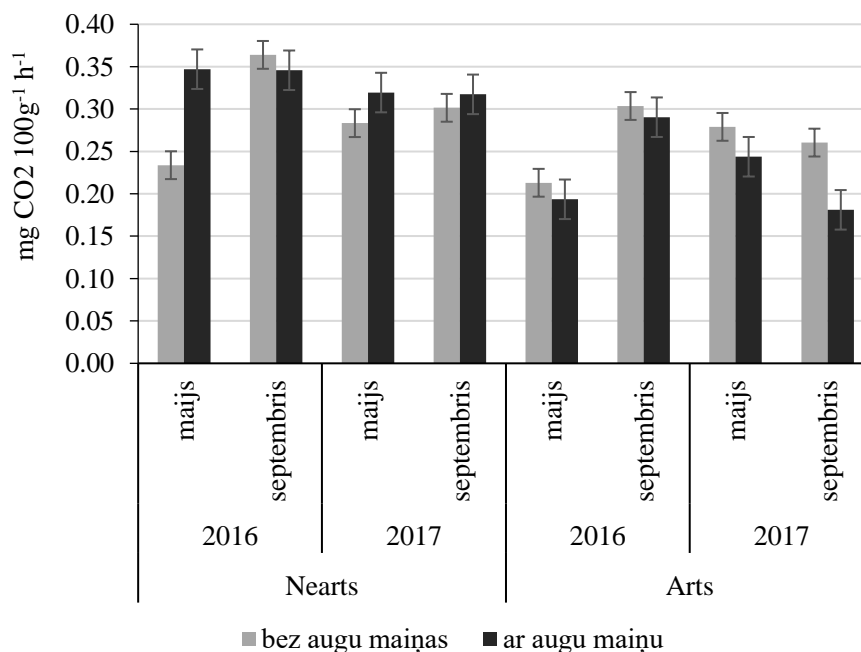
Latvijas Lauksaimniecības universitāte

laila.dubova@llu.lv

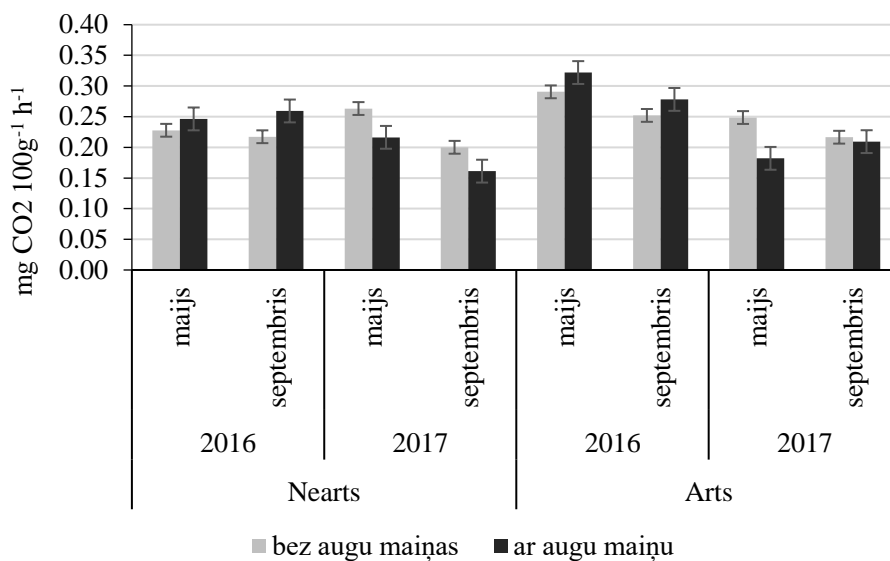
Mikroorganismu asociācijas ir nozīmīgs augsnes biocenozes komponents, kuru darbības efektivitāti ietekmē ne tikai lietotais minerālais un organiskais mēslojums, bet arī augsnes apstrādes veids un kultūraugu maiņa. Lietotie agrotehniskie paņēmieni izmaina gan augsnes mikroorganismu daudzveidību, gan aktivitāti. Savukārt mikroorganismu bioķīmiskā aktivitāte ietekmē augu augšanas apstākļus, augsnes kvalitāti, kas nosaka agroekosistēmas ilgtspējīgu funkcionēšanu, ietekmē augu atlieku un augiem izmantojamo barības vielu izvietojumu, aerāciju, mitruma un temperatūras režīmu. Organiskās vielas uzkrāšanās vai sadalīšanās izmaina 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 (Balota *et al.*, 2003; Mikanova *et al.*, 2009; Kabiri *et al.*, 2016).

Mikroorganismu aktivitāte analizēta izmēģinājuma laukos Jelgavas novadā, MPS Pēterlauki Poķos. Salīdzināti divi augsnes apstrādes veidi – augsni arot un bez aršanas, kā arī dažādi augu maiņas varianti – bez augu maiņas (ziemas kvieši) un augu maiņas varianti, iekļaujot arī pākšaugus (lauka pupas) un rapsi. Paraugi ievākti ar zondi (Ø 2 cm) divos augsnes dziļumos 0–10 cm un 11–20 cm. Kopējais paraugs (1 kg) no katra lauciņa līdz analizēšanai uzglabāts ledusskapī +4 °C temperatūrā. Augsnes mikroorganismu darbības aktivitāte raksturota ar augsnes elpošanas intensitātes izmaiņām (noteikta pēc izdalītā CO<sub>2</sub> daudzuma) un fermentu aktivitāti – dehidrogenāžu, kas norāda uz aerobo mikroorganismu metabolisma intensitāti, un fluoresceīna diacetāta (FDA) hidrolīzes intensitāti, kas raksturo vairāku, organisko vielu sadalīšanās iesaistītu hidrolītisko fermentu (esterāzes, lipāzes, proteāzes) darbību. Novērtēta arī celulozi sadalošo mikroorganismu aktivitāte augu veģetācijas perioda beigās.

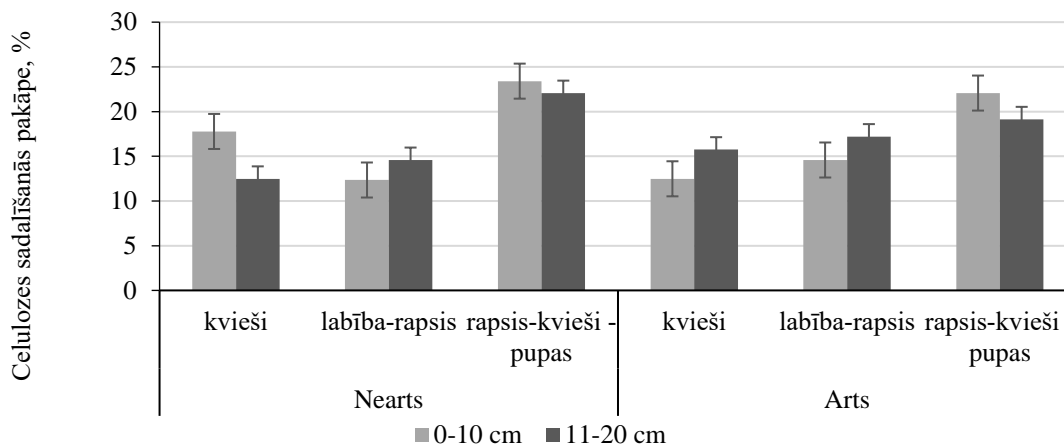
Iegūtie rezultāti norāda, ka augsnes apstrādei un augu maiņai nav viennozīmīga ietekme uz mikroorganismu aktivitāti ne augsnes virskārtā (1. att.), ne arī dziļākajā augsnes slānī (2. att.).



1. att. Augsnes elpošanas intensitāte 0–10 cm dziļumā.



2. att. Augsnes elpošanas intensitāte 11–20 cm dziļumā.



3. att. Celulozes sadalīšanās intensitāte augu veģetācijas beigās atkarībā no augu maiņas.

Mikroorganismu aktivitāte periodiski ir augstāka gan variantos, kur augsne arta, gan neartajos jeb reducētās augsnes apstrādes variantos. Svārstības bieži ir saistītas ar meteoroloģisko apstākļu ietekmi, tomēr konstatēta arī augu maiņas ietekme uz mikroorganismu aktivitāti. Būtiskākas svārstības fermentu aktivitātē konstatētas augsnes virskārtā, kura vairāk pakļauta meteoroloģisko apstākļu izmaiņām.

**Pateicība.** Darbs veikts Valsts pētījumu programmas “Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā (AgroBioRes) 1. projekta “Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana (AUGSNE)”” ietvaros.

**AgroBioRes**

#### Izmantotā literatūra

- Balota, E.L., Colozzi-Filho, A., Andrade, A., Dick, R. (2003). Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 38, pp. 15–20.
- Kabiri, V., Raiesi, F., Ghazavi, M.A. (2016). Tillage effects on soil microbial biomass, SOM mineralization and enzyme activity in semi-arid Calcixerepts. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 232, pp. 73–84.
- Mikanova, O., Javurek, M., Simon, T., Friedlova M., Vach, M. (2009). The effect of tillage systems on some microbial characteristics. *Soil & Tillage Research*, Vol. 105, pp. 72–76.

## ZIEMAS KVIEŠU STIEBRA PAMATNES PUVES IEROSINĀTĀJU SPEKTRS

*Biruta Bankina<sup>1</sup>, Gunita Bimšteine<sup>1</sup>, Ingrīda Neusa-Luca<sup>1</sup>, Olga Pavloviča<sup>2</sup>,  
Laura Paulovska<sup>1,3</sup>, Ance Roga<sup>4</sup>, Dāvids Fridmanis<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte; <sup>2</sup>Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs;

<sup>3</sup>Syngenta, Latvija; <sup>4</sup>Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrs

biruta.bankina@llu.lv

Kviešu stiebra pamatnes puve ir bieži sastopama, dažkārt postīga slimība visā pasaulē. Atkarībā no ierosinātāja literatūrā sastopami dažādi nosaukumi (baltvārpainība, acsveida plankumainība, parastā sakņu puve utt.), taču realitātē situācija ir sarežģītāka, jo bieži vien inficēšanās ir kompleksa un uz viena un tā paša stiebra sastopami vairāki patogēni (Bankina *et al.*, 2013). Patogēnu prasības pret vidi, kā arī jutība pret fungicīdiem atšķiras, tādēļ nepieciešami patogēnu spektra pētījumi – lai izprastu sēņu izplatības likumsakarības, kā arī lai izveidotu racionālu augu aizsardzības sistēmu. Pētījumu mērķis bija identificēt ziemas kviešu stiebra pamatnes puves ierosinātājus.

Ziemas kviešu stiebrī ar slimības pazīmēm ievākti izmēģinājumā, kas iekārtots Latvijas Lauksaimniecības universitātes Mācību un pētījumu saimniecībā “Pēterlauki”. Šajā pētījumā analizēti 2012.–2017. gada dati (izņemot 2014. gadu, kad tika audzēti vasaras kvieši). Paraugi vākti īsi pirms ražas novākšanas, vizuāli konstatēta stiebru pamatnes puve, un no inficētajiem audu gabaliņiem iegūtas sēņu tūrkultūras (izolāti). Izolāti aprakstīti pēc morfoloģiskajām pazīmēm (micēlija faktūra un krāsa, koloniju augšanas īpatnības, barotnes krāsošanās, sporu esamība un uzbūve) un sagrupēti līdzīgās grupās, veikta to sākotnējā identifikācija, un paraugi no katras grupas aizsūtīti uz Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centru molekulāri ģenētisko analīžu veikšanai.

Piecos gados iegūti un identificēti 4479 izolāti, kas piederēja 22 ģintīm. Kopumā 56.2% no visiem izolātiem bija stiebra pamatnes puves ierosinātāji, 3.7% – kviešu lapu slimību ierosinātāji, 1.8% – citi patogēni, un 38.4% – sēnes, kuras nav vai ir vāji saistītas ar kviešu slimībām. No šīm sēnēm 92.8% bija *Phaeosphaeria* spp., ticamāk *P. pontiformis*, par kuru literatūrā ir pretrunīgi viedokļi. Šī sēne bieži atrasta inficētos kviešu stiebrus Čīlē (Moya-Elizondo *et al.*, 2015) un parasti tiek uzskatīts, ka tā ir kviešu endofīts. Literatūras datu ir maz, un ir vajadzīgi pētījumi, lai noskaidrotu šīs sēnes un kviešu mijiedarbību. No kviešu patogēniem identificēti *Pyrenophora tritici-repentis*, kas ierosina dzeltenplankumainību – vienu no visnozīmīgākajām kviešu slimībām, un *Parastagonospora nodorum*, kas ierosina kviešu plēkšņu plankumainību. Dažos gadījumos konstatētas arī *Botrytis* spp., *Alternaria* spp. un *Penicillium* spp., kas ierosina slimības citiem augiem. Kviešu stiebru pamatnes puvi galvenokārt ierosināja sēnes no *Oculimacula* un *Fusarium* ģintīm: attiecīgi 46.3% un 40.6%. Šīs ģintis tiek atzītas par nozīmīgām dažādos reģionos arī citos pētījumos (Gala *et al.*, 2014; Winter *et al.*, 2014). Pēdējos gados bieži atrasts arī *Microdochium nivale* (12.8%), kas vairāk pazīstams kā sārtā sniega pelējuma ierosinātājs, taču pēdējie pētījumi liecina, ka šis patogēns ierosina arī stiebra pamatnes puvi. Pārējie stiebra pamatnes puves ierosinātāji – *Gaeumannomyces graminis*, *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp. – konstatēti tikai atsevišķos gadījumos.

Turpmākajos pētījumos lielāka uzmanība jāpievērš *Oculimacula* un *Fusarium* ģints sēņu pētniecībai – jānoskaidro atsevišķu sugu sastopamība un jāpēta apstākļi, kas veicina šo patogēnu izplatību.

**Pateicība.** Pētījumi veikti Valsts pētījumu programmas “Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā” projekta “Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana” ietvaros.

**AgroBioRes**

### Izmantotā literatūra

1. 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, Section B: Soil & Plant Science*, Vol. 63, No. 8, pp. 723–730.
2. Gala, D., Gorczyca, A., Oleksy, A., Kolodziejczuk, M. (2014). Stem-base disease in winter durum and common wheat cultivation in the years 2009–2011. *Journal of Plant Protection Research*, Vol. 54, No. 1, pp. 15–21.
3. Moya-Elizondo, E.A., Arismendi, N., Paz Castro, M., Doussoulin, F. (2015). Distribution and prevalence of crown rot pathogens affecting wheat crops in southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, Vol. 75, No. 1, pp. 78–84.
4. Winter, M., de Mol, F., Tiedemann, A. (2014). Cropping systems with maize and oilseed rape for energy production may reduce the risk of stem base diseases in wheat. *Field Crop Research*, Vol. 156, pp. 249–257.



## ZIEMAS KVIEŠU PILNGRAUDU MILTU REOLOĢISKĀS ĪPAŠĪBAS IETEKMĒJOŠIE FAKTORI

*Anda Linīna, Antons Ruža, Daiga Kunkulberga*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

anda.linina@llu.lv

Ziemas kvieši (*Triticum aestivum* L.) pieder plašāk audzētajām un vērtīgākajām labībām Latvijā. No kviešu graudiem iegūst miltus, no kuriem ražo svarīgāko pārtikas produktu – maizi. Pieaugot patērētāju prasībām pēc veselīgākiem produktiem, arvien vairāk uzturā lieto pilngraudu produktus, kuru ražošanā tiek izmantots viss grauds. Tie ir veselīgāki, jo no graudiem nav atdalīti graudapvalki un dīglis (Bucsell *et al.*, 2016). Graudu tehnoloģiskās īpašības ietekmē kviešu audzēšanas vieta, gada meteoroloģiskie apstākļi un arī slāpekļa mēslojums (Kunkulberga *et al.*, 2007). Mīklas reoloģiskās īpašības (ūdens uzņemšanas spēja, mīklas veidošanās laiks, mīklas stabilitāte, un mīklas izplūstamība) atspoguļo gala produkta kvalitāti (Barak *et al.*, 2013).

Darba mērķis bija noteikt faktoru: gada meteoroloģisko apstākļu un slāpekļa mēslojuma, kā arī to mijiedarbības ietekmes īpatsvaru uz pilngraudu miltu reoloģiskajām īpašībām.

Lauka izmēģinājumi veikti LLU mācību un pētījumu saimniecībā Pēterlauki (56° 30.658' Zp. un 23° 41.580' Ag.) trīs gadus: 2009./2010.; 2010./2011.; 2011./2012. g. Pētījumā iekļautas divas ziemas kviešu šķirnes 'Bussard' un 'Zentos'. Pavasarī pēc veģetācijas atjaunošanās vienā paņēmiņā lietots slāpekļa (N) mēslojums 60, 90, 120 un 150 kg ha<sup>-1</sup>. Visi agrotehniskie pasākumi veikti optimālos termiņos atbilstoši meteoroloģiskajiem apstākļiem veģetācijas periodā un augu attīstībai. Gaisa temperatūra graudu nogatavošanas laikā jūlijā 2010. un 2011. gadā pārsniedza vidējos ilggadējos rādītājus attiecīgi par 4.4 un 2.7 °C, bet 2012. gadā – par 1.2 °C, salīdzinot ar ilggadējiem vidējiem rādītājiem. Nokrišņu daudzums izmēģinājuma gados – 2010., 2011. un 2012. gadā – jūlijā ievērojami pārsniedza ilggadējos vidējos rādītājus, kas būtiski ietekmēja graudu nogatavošanās procesu. Kvieši nokulti optimālos termiņos augusta I dekādē. No katra atkārtojuma noņemts vidējais paraugs, atbilstoši standartam LVS 270. Graudu paraugs samalts dzirnavās: *Perten Laboratory mill 3100*, kas apgādāta ar 0.8 mm sietu. Pilngraudu miltiem LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes Pārtikas produktu laboratorijā veikta mīklas reoloģisko īpašību izpēte; mīcīšanas laikā ar Farinogrāfu (ICC 115/1) noteikts: ūdens uzņemšanas spēja, mīklas veidošanās laiks, mīklas stabilitāte un mīklas izplūstamība. Dati analizēti ar divu faktoru dispersijas analīzi, izmantojot Excel programmas datu analīzes rīku ANOVA. Katra faktora izkliedes kvadrātu summu dalot ar kopējo izkliedi, noteikts katra faktora ietekmes īpatsvars ( $\eta$ , %), kas izteikts procentos.

Trīs gadu pētījuma rezultāti liecina, ka šķirnes 'Bussard' pilngraudu miltiem bija augstāka ūdens absorbcijas spēja, ilgāks mīklas stabilitātes laiks un zemāka mīklas izplūstamības pakāpe, salīdzinot ar šķirnes 'Zentos' pilngraudu miltiem. Ziemas kviešu šķirņu pilngraudu mīklas reoloģiskie rādītāji apliecina, ka šķirnes 'Bussard' milti ir stipri, bet 'Zentos' vidēji stipri un tie piemēroti pilngraudu miltu ražošanai (Linina *et al.*, 2014). Pētījuma rezultātu statistiskajā apstrādē noteikts, ka pilngraudu miltu ūdens uzņemšanas spēju šķirnēm 'Bussard' un 'Zentos' visvairāk ietekmēja gada meteoroloģiskie apstākļi (gads), šī faktora ietekmes īpatsvars ( $\eta$ , %) attiecīgi bija 39% un 44% (tab.), slāpekļa mēslojuma ietekme bija 40% un 39%. Faktoru gads  $\times$  slāpekļa mēslojums mijiedarbība šķirnes 'Bussard' pilngraudu miltu ūdens uzņemšanas spēju ietekmēja par 18%, bet šķirnes 'Zentos' miltu ūdens uzņemšanas spēju – būtiski neietekmēja ( $p > 0.05$ ). Šķirnes 'Bussard' un 'Zentos' pilngraudu miltu mīklas veidošanās laiku vairāk ietekmēja kviešu audzēšanas gads, attiecīgi 77% un 45%, N mēslojuma ietekme, attiecīgi 15% un 38%, mijiedarbības gads  $\times$  slāpekļa mēslojums ietekme bija 7% un 15%. Pilngraudu miltu mīklas stabilitāti šķirnēm 'Bussard' un 'Zentos' vairāk ietekmēja gads, attiecīgi 56% un 94%, N mēslojuma ietekme, attiecīgi 29% un 3%, bet mijiedarbības gads  $\times$  slāpekļa mēslojuma ietekme attiecīgi 15% un 3%. Pilngraudu miltu mīklas izplūstamības pakāpi ( $p < 0.05$ ) ietekmēja izmēģinājuma gads, N mēslojums un šo faktoru mijiedarbība. Aprēķinātie faktoru ietekmes īpatsvari ( $\eta$ , %), apliecina, ka šķirnes 'Bussard' un 'Zentos' graudu miltu mīklas izplūstamību vairāk ietekmēja gads, attiecīgi 58% un 53%, slāpekļa mēslojuma ietekme bija 11 un 23%, bet mijiedarbība gads  $\times$  slāpekļa mēslojums to ietekmēja par 29% un 21%.

Tabula

**Ziemas kviešu šķirņu ‘Bussard’ un ‘Zentos’ pilngraudu miltu reoloģiskās īpašības ietekmējošo faktoru ietekmes īpatsvars (η, %), 2010.–2012. g.**

Rādītājs	Gads (A)	N mēslojums (B)	A × B
‘Bussard’			
Ūdens uzņemšanas spēja,	39	40	18
Mīklas veid. laiks	77	15	7
Mīklas stabilitāte	56	29	15
Mīklas izplūstamība	58	11	29
‘Zentos’			
Ūdens uzņemšanas spēja,	44	39	ns
Mīklas veid. laiks	45	38	15
Mīklas stabilitāte	94	3	3
Mīklas izplūstamība	53	23	21

ns – pētīto faktoru ietekme nav būtiska 95% būtiskuma līmenī

Lielāka ietekme uz ziemas kviešu pilngraudu miltu ūdens uzņemšanas spēju, mīklas veidošanās laiku, mīklas stabilitāti un mīklas izplūstamību bija gada meteoroloģiskajiem apstākļiem kviešu augšanas laikā, bet šos rādītājus būtiski ietekmēja arī lietotais slāpekļa mēslojums, kā rezultātā miltu reoloģiskās īpašības uzlabojās. Būtiski miltu reoloģiskās īpašības ietekmēja arī abu faktoru mijiedarbība: gads × slāpekļa mēslojums.

**Pateicība.** Tēzes sagatavotas Valsts pētījumu Programmas “Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā (AgroBioRes)” (2014.–2017. g.) projekta Nr. 1 “Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana (AUGSNE)” ietvaros.

#### Izmantotā literatūra

1. Barak, S., Mudgil, D., Khatkar, B.S. (2013). Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties. *Food Science and Technology*, Vol. 51, pp. 211–217.
2. Bucsella, B., Molnar, D., Harasztos, A.H., Tömösközi, S. (2016). Comparison of the rheological and end-product properties of an industrial aleurone-rich wheat flour, whole grain wheat and rye flour. *Journal of Cereal Science*, Vol. 69, pp. 40–48.
3. Kunkulberga, D., Klava, D., Ruza, A., Zirvite, I., Riekstina, A. (2007). Development of wholegrain products. In: *Proceedings of 4 International Congresses “Flour – Bread’07”. 6th Croatian Congress of Cereal Technologist*, October 24–27, Opatija, Croatia, pp. 300–305.
4. Linina, A., Ruza, A., Kunkulberga, D., Rakcejeva, T. (2014). The influence of environmental conditions on winter wheat wholemeal protein content and rheological properties. In: *Proceedings of the 9th Conference on Food Science and Technology: Food for Consumer Well-being, Foodbalt 2014*, May 8–9, Jelgava, LLU, Latvia, pp. 66–71.

**AgroBioRes**

## VIETĒJĀS IZCELSMES SLAUCAMO GOVJU UN CŪKU SAIMNIECISKI NOZĪMĪGO PAZĪMJU ĢENĒTISKĀ IZPĒTE KVALITATĪVU PĀRTIKAS PRODUKTU RAŽOŠANAI

*Daina Jonkus<sup>1</sup>, Aija Ilgaža<sup>2</sup>, Anda Valdovska<sup>2</sup>, Laima Liepa<sup>2</sup>, Līga Paura<sup>1</sup>, Lilija Degola<sup>1</sup>, Lāsma Cielava<sup>1</sup>, Solvita Petrovska<sup>1</sup>, Dace Smiltiņa<sup>1</sup>, Diāna Ruska<sup>1</sup>, Iveta Kļaviņa<sup>1</sup>, Māra Viduža<sup>2</sup>, Daiga Gāliņa<sup>2</sup>, Sintija Jonova<sup>2</sup>, Linda Gatiņa<sup>2</sup>, Kaspars Kovaļenko<sup>2</sup>, Agris Ilgažs<sup>2</sup>*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte: <sup>1</sup>Lauksaimniecības fakultāte, <sup>2</sup>Veterinārmedicīnas fakultāte  
daina.jonkus@llu.lv

Darbā apkopoti Valsts pētījumu programmā “Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā” iegūtie rezultāti 2014.–2017. g. Projekta mērķis bija skaidrot vietējās izcelsmes slaucamo govju un cūku ģenētisko piemērotību kvalitatīvu pārtikas produktu (siera un gaļas) ražošanai un izstrādāt dabīgas izcelsmes barības sastāvdaļu lietošanas ieteikumus lauksaimniecības dzīvniekiem, kas paaugstinās dzīvnieku produktivitāti.

Latvijā ir divas vietējās izcelsmes slaucamo govju šķirnes: Latvijas brūnā (LBGR) un Latvijas zilā (LZ) un viena vietējās izcelsmes cūku šķirne – Latvijas baltā (LB). Ar katru gadu šo dzīvnieku skaits samazinās, jo produkcijas apjoma ziņā tie nevar konkurēt ar komerciālajām dzīvnieku šķirnēm. Vietējās izcelsmes dzīvniekiem ir vairākas vērtīgas īpašības, kuru dēļ tos būtu vēlams saglabāt, un ar mūsdienu tehnoloģijas metodēm noskaidrot to ģenētisko piemērotību izejvielu ražošanai, no kurām varētu iegūt veselīgus pārtikas produktus.

Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā noskaidroti vietējās izcelsmes govju piena proteīna genotipi pēc kapa kazeīna (*CSN3*) un beta laktoglobulīna (*LGB*) gēniem, bet LB šķirnes cūku genotipi pēc *RYR1* un *PRKAG3* gēniem noteikti Latvijas Universitātes (LU) Bioloģijas institūtā.

LBGR un LZ govju populācijās vērojams polimorfisms pēc analizēto gēnu lokusiem. Piena pārstrādei piemērotākais kapa kazeīna BB genotips sastopams vidēji 10% un beta laktoglobulīna BB genotips 70% vietējās izcelsmes slaucamo govju. Kapa kazeīna un beta laktoglobulīna vēlamās B alēles biežums LBGR govīm bija attiecīgi 0.25 un 0.90, bet LZ govīm – 0.45 un 0.83. Govju piena ķīmiskā sastāva analīzes veiktas LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultātes laboratorijā svaigam pienam, trīs līdz četras stundas pēc tā izslaušanas. LBGR šķirnes govju pienā novērots augstāks olbaltumvielu saturs ( $3.49 \pm 0.04\%$ ), nekā LZ šķirnei ( $3.37 \pm 0.03\%$ ). LBGR govju piens bija arī ar būtiski augstāku ( $p < 0.05$ ) tauku saturu ( $4.58 \pm 0.02\%$ ) nekā LZ šķirnes govīm ( $4.22 \pm 0.03\%$ ). Pienam, kas iegūts no LBGR šķirnes govīm, novērots īsāks recēšanas laiks (15.8 min), stingrāks receklis (3.56 N) un lielāks recekļa iznākums (26.8%), salīdzinot ar LZ govju pienu (17.3 min, 3.45 N un 23.1%). Gan LBGR, gan LZ govju piena pārstrādes īpašības bija būtiski labākas nekā pētījumā izmantotajām Holšteinas melnraibās šķirnes govīm (attiecīgi 24.5 min, 3.46 N, 21.6%).

Veicot LB cūku *RYR1* gēna trīs lokusu (rs344435545-rs196953058-rs323041392) analīzi, noskaidrots, ka cūkas ir monomorfas pēc analizētajiem lokusiem (genotipi attiecīgi CC-TT-GG)<sub>2</sub> cūkām nav sastopama heterozigotā vai recesīvā genotipa forma, kas saistīta ar gaļas kvalitātes pazemināšanos un cūku stresa sindromu. *PRKAG3* gēna četru lokusu (rs196958025, rs344045190, rs196959698 un rs333081881) genotipēšanā iegūtie rezultāti liecina, ka LB cūkas pēc šo gēnu lokusiem ir polimorfas. Lokusa rs196958025 (*PRKAG3*g.-995 A>G) genotipēšanā konstatēja, ka alēles A biežums – 0.85 un alēles G – biežums 0.15. Homozigoti pēc retāk izplatītās alēles G (genotips GG) bija 4.2% dzīvnieku. Lokusa rs344045190 (*PRKAG3*g.-311 A>G) genotipēšanā noskaidrots, ka arī šis lokuss ir polimorfs: alēles A biežums – 0.73 un alēles G 0.27. Starp abiem lokusiem pastāv daļēja saistība, G alēles klātbūtnē samazinās gaļas kvalitāte – tā ir gaiša un udeņaina. Abu pārējo lokusu genotipēšanā noskaidrots, ka biežāk izplatīto alēļu A un G biežums LB cūkām bija augsts, attiecīgi 0.90 un 0.97. Homozigotas cūkas pēc retāk izplatītajām alēlēm nekonstatēja.

Lai no dzīvniekiem iegūtu augstas kvalitātes produktus, svarīga ir ne tikai to ģenētiskā izcelsme, bet arī izaudzēšanas laikā izmantotā barība, tādēļ projektā tika izvērtēta probiotiku ‘ProbioHelp’, griķu kliju un augu (ceļmallapa, lielā nātre) pulvera kā barības piedevu ietekme uz sivēnu gremošanas trakta mikrobiotu.

Pētījumu uzsāka ar 2 nedēļas (D14) veciem sivēniem (n=44), kuri saņēma pamatbarību (PB) (kontroles grupa – K), bet trīs pētījuma grupu (P) dzīvnieki papildus pie PB astoņas nedēļas saņēma (1) ‘ProbioHelp’ (PP), (2) ‘ProbioHelp’ un griķu klijas 3% no PB daudzuma (PPG) un (3) PH grupa – augu pulveri 1.5% no PB. Griķu klijas un augu drogas sajauca ar PB, bet ‘ProbioHelp’ tika pievienots ūdenim

devā, atkarībā no dzīvnieku vecuma: D14, D28, D35, D42, D49 attiecīgi koncentrācijās 1%, 0.75%, 0.45%, 0.34%, un 0.32%. PH grupas sivēniem būtiski pieauga tievās zarnas (*jejunum*) bārkstīņu augstums un platums, salīdzinot ar K grupu. PP grupas sivēniem tievās zarnas saturā būtiski ( $p < 0.05$ ) palielinājās *Lactobacillus* spp. skaits. *Enterobacteriaceae* skaits sivēnu fēcēs būtiski samazinās PP grupai D35 vecumā, taču *Enterobacteriaceae* un *E. coli* skaits D56 vecumā būtiski samazinājās PH grupai, salīdzinot ar K grupu. Visās P grupās 56 dienas veciem sivēniem novēroja vismaz 50% multirezistentu *E. coli* izplatību, taču rezistence pret 5 antibiotiku klasēm tika novērota tikai K grupā.

Dabīgas izcelsmes barības piedevas ietekme tika pētīta arī uz teļu augšanu un attīstību. Izmantota jauna barība piedeva – topinambūra (*Helianthus tuberosus* L.) miltu koncentrāts, lai izpētītu ieteicamās devas un izbarošanas ilgumu teļiem.

Latvijā ar īpašas tehnoloģijas palīdzību, kas ļauj inulīna koncentrāciju paaugstināt līdz 49–52% (dabā ~10%), ražota topinambūra miltu trīs devas (6 g, 12 g un 24 g teļam dienā) izbarotas, pievienojot to pie pilnpiena (3 pētījuma, 1 kontroles grupa, katrā  $n=8$ ), vai pie spēkbarības (3 pētījuma, 1 kontroles grupa,  $n=5$ ). Saimniecībā pētījumiem izveidotās 4 nedēļas vecu teļu grupas tika turētas aizgaldos atbilstoši labturības noteikumiem. Pētījuma 1., 28. un 56. dienā noteikta teļu dzīvmasa un veselības stāvoklis. Pētījums noslēgts ar teļu plānveida kaušanu sertificētā kautuvē, iegūstot gaļas paraugus tālākai izmeklēšanai zinātniskā institūta “BIOR” laboratorijās.

Topinambūra miltu visu trīs devu izēdināšana, izšķīdinot to pilnpienā, pirmajās 8 pētījuma nedēļās (t.i., teļiem 4 – 12 nedēļu vecumā) būtiski ( $p < 0.05$ ) paaugstināja diennakts dzīvmasas pieaugumu. Augstākie vidējie rādītāji iegūti teļu grupai, kas saņēma 12 g miltus (attiecīgi  $0.9 \pm 0.08$ , kontrole  $0.6 \pm 0.07$  kg  $d^{-1}$ ). Devas palielināšana līdz 24 g diennaktī dzīvmasas pieaugumu būtiski nepaaugstināja. Izēdinot šos miltus ar spēkbarību, konstatēts, ka ieteicamā diennakts deva vienam teļam arī bija 12 g, kas nodrošināja augstāko dzīvmasas pieaugumu visā pētījuma laikā ( $1.2 \pm 0.12$  kg  $d^{-1}$ ). Turpinot šīs grupas teļiem izēdināt topinambūra miltus vēl 4 nedēļas, konstatēts, ka ilgāka piedevas izēdināšana dzīvmasas pieaugumu būtiski neietekmēja. Gaļas kvalitātes rādītāju analīze liecina, ka olbaltumvielu un kopējais tauku daudzums (%) grupām būtiski neatšķīrās. Zemākais holesterīna saturs bija to teļu gaļā, kam topinambūra miltus izēdināja ar spēkbarību. Secināts, ka labāko iegūtās produkcijas kvantitatīvo un kvalitatīvo rādītāju uzlabojumu 4 līdz 12 nedēļas veciem teļiem var iegūt, vienam teļam izēdinot 12 g topinambūra miltus (sastāvā inulīns 50%) ar spēkbarību.

Projektā tika veikts eksperiments arī ar augstražīgām slaucamām govīm. Eksperimenta ar *Lactobacillus fermentum* kultūru, kas ir izolēta no biogāzes reaktora satura, mērķis bija noskaidrot to efektivitāti slaucamo govju subklīniskās acidozes (SARA) riska mazināšanā un izslaukuma paaugstināšanā laktācijas sākumā. Slaucamo govju fermā augstražīgo govju grupā 20 līdz 90 dienas pēc atnešanās pirmajā eksperimenta (E1) grupā 10 dzīvniekiem tika ievadīta individuāli *per os* *L. fermentum* kultūra 150 mL devā ( $8.1 \times 10^5$  KVV  $mL^{-1}$ ) 5 dienas pēc kārtas, otrajā eksperimenta (E2) grupā 10 govīm līdzīgi katru dienu ievadīts antacīda vielu MgO saturošais bols (20 g) 5 dienas pēc kārtas. Kontroles (K) grupas 10 govīm identiski ievadīts 150 mL ūdens. Visām govīm eksperimenta 20 dienu laikā (D1 – D20) tika veiktas izslaukuma, tauku un olbaltumvielu satura analīzes.

D1 – D20 periodā E1 grupā noteikts būtiski ( $p < 0.05$ ) augstāks kopējais iegūtā piena daudzums nekā E2 un K grupā, dienas izslaukuma kāpinājums D1 – D20 ir konstatēts tikai E1 grupā, tajā pašā laikā piena tauku un olbaltumvielu saturs un attiecība nav būtiski ietekmēti, kas nozīmē, ka *L. fermentum* kultūras barības piedevas ir efektīvas slaucamo govju izslaukuma paaugstināšanā laktācijas sākuma periodā.

Latvijā audzētās vietējās izcelsmes slaucamās govīs un cūkas ģenētiski ir piemērotas kvalitatīvu pārtikas produktu ražošanai. Mērķtiecīgas selekcijas ceļā turpmāk iespējams palielināt vēlamo genotipu biežumu populācijās.

Dabīgas izcelsmes lopbarības piedevas pozitīvi ietekmē cūku un liellopu veselību un paaugstina produktu kvantitāti un kvalitāti.

**Pateicība.** Pētījumi veikti Valsts pētījumu programmas “Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā (AgroBioRes)”, projekta “Vietējās izcelsmes slaucamo govju un cūku saimnieciski nozīmīgo pazīmju ģenētiskā izpēte kvalitatīvu pārtikas produktu ražošanai un dabīgas izcelsmes barības sastāvdaļu izstrāde un pārbaude (LOPKOPĪBA) ietvaros.

**AUGU EKSTRAKTI, PROBIOTIKAS, PREBIOTIKAS UN SINBIOTIKAS –  
PERSPEKTĪVI LAUKSAIMNIECĪBAS DZĪVNIĒKU AUGŠANAS,  
VESELĪBAS UN ATTĪSTĪBAS VEICINĀTĀJI**

*Laima Liepa, Ilmārs Dūrītis, Aija Ilgaža, Anda Valdovska,  
Daiga Gāliņa, Sintija Jonova, Astra Ārne, Līga Kovaļčuka*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
laima.liepa@llu.lv

Lauksaimniecības dzīvniekiem pamatbarībai arvien biežāk pievieno gremošanas sistēmas mikrobiotu un fermentācijas procesus modificējošas piedevas, lai stimulētu dzīvnieku veselību un augšanu, zarnās kavētu patogēno organismu attīstību, tādējādi samazinot antibiotiku pielietošanu lopkopībā un bakteriālās rezistences veidošanos. Darbā apkopoti LLU Veterinārmedicīnas fakultātē 2014.–2017. g. projektos iegūtie rezultāti. Mērķis bija izpētīt augu (*Hippophae rhamnoides* lapu un izspaidu ekstraktus, *Plantago major* un *Urtica dioica* pulveris), probiotiku (*Lactobacillus fermentum*, *Enterococcus faecium*, *Saccharomyces* spp., 'ProbioHelp'), prebiotiku (inulīns), piedevu (griķu klijas) un sinbiotiku iedarbību uz teļu, slaucamo govju un atšķirto sivēnu veselības un produktivitātes rādītājiem. Tika izvirzīti četri pētījuma uzdevumi. 1) Pētīt smiltsērķšķu (*Hippophae rhamnoides*) lapu un izspaidu ekstraktu efektivitāti jaundzimušo teļu ēdināšanā, noskaidrojot to iedarbību uz dzīvnieku imunitāti, veselības un augšanas rādītājiem (Liepa, Dūrītis). 2) Noskaidrot no biogāzes reaktora satura izolētās *Lactobacillus fermentum* kultūras barības piedevu efektivitāti slaucamo govju vielmaiņas slimību profilaksē (Liepa, Viduža). 3) Noskaidrot prebiotikas inulīna un divu atšķirīgu sinbiotiku ieteicamo izēdināšanas devu un veidu 4 līdz 12 nedēļu veciem teļiem, analizējot to iedarbību uz veselību un attīstību (Ilgaža, Ārne, Jonova). 4) Izvērtēt 'ProbioHelp', griķu kliju un augu (ceļmallapa, lielā nātre) pulvera kā barības piedevu ietekmi uz sivēnu augšanu un gaļas kvalitāti (Valdovska, Gāliņa).

Pirmā uzdevuma veikšanai izvēlēta lielferma, kur teļiem diareju radījušas ēdināšanas kļūdas. Eksperimenta grupās (E) 10 jaundzīvnieki ekstraktus, pirms piena izdzirdināšanas, saņēma *per os* 0.11–0.15 mL kg<sup>-1</sup> dzīvmasas 15 dienas pēc kārtas, sākot ar otro ēdināšanas reizi. Kontroles grupas (K) 10 teļi līdzīgā devā saņēma ūdeni. Teļiem tika izvērtēta 1., 8., 15., 30. dzīves dienā (D1, D8, D15, D30) dzīvmasa, asins morfoloģiskie un bioķīmiskie rādītāji, un katru dienu klīniskie rādītāji.

Otrais pētījums veikts slaucamo govju fermā augstāzīgo govju grupā 20 līdz 60 dienas pēc atnešanās: E1 grupā 10 dzīvniekiem *L. fermentum* kultūra (8.1×10<sup>5</sup> KVV mL<sup>-1</sup>) 150 mL devā ievadīta individuāli *per os* 5 dienas pēc kārtas, E2 grupā 10 govīm līdzīgi ievadīts *S. cerevisiae* celms MUCL39885 ("Probio-Sacco" 10%) instrukcijā ieteiktajā 1.5×10<sup>9</sup> KVV mL<sup>-1</sup> devā, K grupas 10 govīm identiski ievadīts 150 mL ūdens. Visām govīm D0 – D5 ir analizēts spurekļa saturā pH, gaistošo taukskābju daudzums, un D0, D5, D20 asinīs noteikti aknu bioķīmiskie rādītāji.

Trešā uzdevuma izstrāde veikta trīs aktivitātēs. 1) Noteikta topinambūra (*Helianthus tuberosus* L.) miltos esošā inulīna koncentrācija (49–52%) un izveidotas trīs E un viena K grupa: katrā 4 – 12 nedēļas veci teļi (n=8), izēdinot pie piena E1 grupā – 3 g, E2 – 6 g un E3 – 12 g inulīna katram teļam dienā. 2) Iepriekš minētās inulīna devas teļiem pievienotas spēkbarībai (trīs E un viena K, n=5). 3) Inulīnam pievienojot probiotiku, izveidotas divas sinbiotiku receptūras: Sin1: 6 g inulīna ar 1 g *Enterococcus faecium* (n=5); Sin2: 6 g inulīna ar 5 g *S. cerevisiae* (1026 celms) (divas E un viena K, n=5). Pētījuma ilgums 56 dienas: D1, D28 un D56 teļiem noteikta masa, fekāliju konsistence (pēc Larson *et al.*, 1977), veikta klīniskā un asins paraugu izmeklēšana. D56 – teļu plānveida kaušanas laikā sertificētā kautuvē veikta kuņģu morfometriskā mērīšana, nosakot: kopējo gremošanas kanāla masu, spurekļa un glumenieka masu bez barības masām, glumenieka un spurekļa garumu.

Ceturtā uzdevuma veikšanai 2 nedēļas veci sivēni (n=44) saņēma pamatbarību (PB) (K), bet E grupas dzīvnieki papildus pie PB astoņas nedēļas ilgi saņēma 'ProbioHelp' (EP), 'ProbioHelp' un griķu klijas 3% no PB daudzuma (EPG), bet EH grupa – augu pulveri 1.5% no PB. Griķu klijas un augu drogas sajauc ar PB, bet 'ProbioHelp' tika pievienots ūdenim atšķirīgā devā atkarībā no dzīvnieku vecuma: D14, D28, D35, D42, D49 attiecīgi koncentrācijās 1%, 0.75%, 0.45%, 0.34%, 0.32%.

Eksperimentos ar smiltsērķšķu lapu ūdens-etanola ekstraktu (SML) konstatēts, ka tas ir mazinājis diarejas pacientu septicēmijas simptomus – ķermeņa temperatūru un anoreksiju, un būtiski (p<0.05) samazinājis iekaisuma rādītājus – TNF-alfa un haptoglobīna (Hpt) koncentrāciju asinīs. Tomēr SML esošā tanīnu iedarbībā ir samazinājies teļu dzīvmasas pieaugums, jo tie gremošanas traktā saista barības proteīnu nešķīstošos savienojumos (Suryakumar, Gupta, 2011). Pazeminot ekstraktā tanīnu koncentrāciju līdz 3.2 mg 100 g<sup>-1</sup>, ar polietilēnglikola pievienošanu smiltsērķšķu lapu un izspaidu ūdens-spirta-eļļas

ekstraktam (SMLI+PEG) (Adams, 2013) ir panākts būtiski ( $p < 0.05$ ) augstāks D1 – D30 teļu dzīvmasas pieaugums, ir būtiski ( $p < 0.01$ ) samazināta Hpt koncentrācija asinīs, kā arī samazināta saslīmsība ar diareju, salīdzinot ar K. Eksperimentos ar izspaidu eļļas ekstraktu (SMI) pirmo reizi Latvijā pielietota šūnu plūsmas citometrijas metode teļu asins T un B limfocītu subpopulāciju noteikšanā, un konstatēts, ka D1 teļu asinīs 12–24 stundas pēc SMI devas saņemšanas ir bijis būtiski ( $p < 0.05$ ) augstāks CD4+, CD4+/CD8+ daudzums un nebūtiski ( $p = 0.08$ ) augstāks CD8+, CD21+ un CD14+ skaits, salīdzinot ar K. Tas liecina, ka E teļiem limfocīti ir nonākuši asinīs no jaunpiena. Taču D0 – D15 SMI ietekmē organismā ir mazinājušies nespecifiskie iekaisuma faktori (Hpt koncentrācija), kas var saistīties ar asins T un B limfocītu subpopulāciju veidošanās supresiju D1 – D30, kā arī ar būtiski ( $p = 0.05$ ) lielāku dzīvmasas pieauguma iegūšanu un samazinātu saslīmsību ar diareju, salīdzinot ar K (Adams, 2013). Secināts, ka smiltsērķšķu pārstrādes blakusproduktu – SMLI+PEG vai SMI ieteicams vienreiz *per os* pielietot pirmajā dzīves dienā, lai teļiem uzlabotu pasīvo imunitāti. Šos ekstraktus pielietojot 15 dienas, tiek samazināta teļu saslīmsība ar nutriatīvo diareju, novēro būtisku dzīvmasas pieaugumu, taču vienlaicīgi tiek kavēta T un B limfocītu diferenciācija asinīs dzīvniekiem pirmajā dzīves mēnesī.

Otrajā eksperimentā slaucamajām govīm *L. fermentum* barības piedevas D1 – D5 būtiski ( $p < 0.05$ ) un visvairāk, salīdzinot ar *S. cerevisiae* iedarbību, asinīs samazinājušas aknu fermentu ASAT, GGT aktivitāti (Duncan, 2013), bet D0 – D5 spurekļa saturā pH, etiķskābes un pienskābes daudzums nav būtiski izmainījies. Lai arī sviestskābes daudzums D0 – D5 ir būtiski ( $p < 0.05$ ) paaugstinājies, taču pēc *L. fermentum* piedevu lietošanas pārtraukšanas atkal tas atgriezies D0 līmenī. Eksperimentos konstatēts, ka *L. fermentum* barības piedevas slaucamām govīm efektīvāk mazinājušas ketozes risku pēcdzemdību periodā nekā *S. cerevisiae* MUCL39885 piedevas.

Trešajā eksperimentā pēc topinambūra miltu (50% inulīns) kā piedevu izmantošanas noskaidrots, ka visu trīs testēto inulīna devu izēdināšana gan ar pilnpienu, gan ar spēkbarību teļiem būtiski ( $p < 0.05$ ) paaugstinājusi dzīvmasas pieaugumu, salīdzinot ar K, kas saskan ar līdzīgiem pētījumiem (Grand *et al.*, 2013). Visās grupās D0 – D56 teļi bijuši klīniski veseli. Savukārt, teļiem, kam topinambūra milti izēdināti ar pienu, nutriatīvo diareju sastopamība bijusi mazāka nekā K. Izvērtējot gremošanas kanāla morfometriskos rādītājus, secināts, ka prebiotiku grupas teļiem visi gremošanas kanāla attīstības rādītāji bijuši labāki nekā K, kaut arī atšķirības nav būtiskas ( $p > 0.05$ ). Izveidotās sinbiotiku receptes neuzrādīja būtiski labākus rezultātus, salīdzinot ar probiotiku E grupām, kas liecina, ka *E. faecium* un *S. cerevisiae* piedevas neuzlabo inulīna ietekmi uz 4–12 nedēļu vecu teļu organismu. Varam secināt, ka optimālā inulīna izēdināšanas deva, lai paātrinātu augšanu un teļu gremošanas kanāla attīstību, pievienojot to pilnpienam vai spēkbarībai, ir 6 g dzīvniekam diennaktī.

Analizējot sivēnu masas izmaiņas ceturtajā pētījumā, būtiskākais pieaugums ir sasniegts EPG grupā, jo dzīvnieki ar griķu klijām saņēma papildus barības vielas, īpaši proteīnu. Salīdzinoši mazākie dzīvmasas pieaugumi EP un EH grupās skaidrojami ar pētījumā ietverto probiotiku un augu bioloģiski aktīvo vielu ietekmi galvenokārt uz dzīvnieku vielu maiņu un veselības stāvokli, kā rezultātā novērojām pozitīvas izmaiņas dzīvnieku asins ainā un gaļas kvalitātē – holesterīna līmeņa samazināšanā un nepiesātināto taukskābju satura palielināšanā. Salīdzinot intramuskulāro tauku saturu dažādu grupu dzīvnieku kautķermeņu gaļas *m. longissimus dorsi* paraugos, konstatējām, ka visās E grupās tas ir būtiski augstāks nekā K, turklāt EH tas sasniedza 1.11% palielinājumu attiecībā pret K. Pētījums parādīja, ka gan probiotiku, gan griķu kliju, gan augu piedevu izmantošana būtiski uzlabo gaļas kvalitatīvās īpašības.

**Pateicība.** Pētījumi finansēti no Latvijas Zinātnes padomes projekta 672/2014 (2014.–2017. g.) un Valsts pētījumu programmas (AgroBioRes) 2014.10-4/VPP-7/5 līdzekļiem.

**AgroBioRes**

#### Izmantotā literatūra

1. Adams, C. (2013). *Total Nutrition: Feeding Animals for Health and Growth*. Packington, Context, 238 p.
2. Duncan, B. (2013). Probiotics. In: Watson R.R., Preedy V.R. (Eds.) *Bioactive Food as Dietary Interventions for Liver and Gastrointestinal Disease*, Elsevier, Oxford, pp. 454–461.
3. Grand, E., Respondek, F., Martineau, C., Detilleux, J., Bertrand, G. (2013). Effects of short-chain fructooligosaccharides on growth performance of preruminant veal calves. *Journal of Dairy Science*, Vol. 96, Issue 2, pp. 1094–1101.
4. Larson, L.L., Owen, F.G., Albright, J.L., Appleman, R.D., Lamb, R.C., Muller, L.D. (1977). Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. *Journal of Dairy Science*, Vol. 60, pp. 989–991.
5. Suryakumar, G., Gupta, A. (2011). Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, No. 138, pp. 268–278.

## KAŅEPJU STIEBRU UN ŠĶIEDRU STIEPES IZTURĪBA

*Aleksandrs Adamovičs, Aivars Kaķītis*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

aleksandrs.adamovics@llu.lv

Kaņepju šķiedru un stiebru izmantošana kombinētos materiālos ļauj tos veidot ekoloģiski tīrus būvniecības un citu nozaru vajadzībām. Lai varētu efektīvi izmantot kaņepju dabiskās fizikāli mehāniskās īpašības, jāzina šo īpašību vērtības un jānovērtē to izmaiņas dažādu apkārtējās vides apstākļu ietekmē.

Kaņepju šķiedru raksturo tās izturības robežspriegums stiepē, bet kaņepju stiebrus – spiedes izturība garenvirzienā un šķērsvirzienā. Kaņepju šķiedras mehānisko īpašību stiepē noteikšana ir vitāli svarīga, jo to vērtība ļauj novērtēt, kādu mehānisko īpašību uzlabojumu var sasniegt, ja šķiedra tiek iekļauta kombinētos materiālos.

Lai noteiktu kaņepes stiebra izturību spiedē, vispirms tie jāsapagatavo. Paraugi tika sagatavoti, nogriežot stiebru perpendikulāri tā garenasij. Parauga garums ir atkarīgs no stiebra diametra. Paraugu garumus izvēlas tā, lai tie atbilstu 2–3 stiebru diametriem.

Ar mikroskopa „Keyence VHX–300” palīdzību tika nomērīts stiebra ārējais un iekšējais diametrs; mērījuma precizitāte  $\pm 5 \mu\text{m}$ . Ar digitālo bīdmēru tika izmērīts faktiskais parauga garums; mērījuma precizitāte  $\pm 10 \mu\text{m}$ .

Spiedes izturības robežspriegumi tika noteikti, sagraujot paraugus šķērsvirzienā un garenvirzienā, slogojot tos starp divām paralēlām plaknēm.

Lai noteiktu putuģipša armēšanai piemērotākās kaņepju šķirnes, jānosaka to šķiedru izturība stiepē, ko savukārt nosaka, aprēķinot maksimālos stiepes robežspriegumus, slogojot materiālu stiepē līdz tā sabrukšanai. Iegūtie kaņepju šķiedru kūlīši ir ar dažādu šķērsizmēru, un to struktūra ir nehomogēna. Lai nodrošinātu pietiekamu mērījumu precizitāti, jānodrošina parauga pārraušana aptuveni tā vidū, turklāt tas nedrīkst notrūkt tuvu stiprinājuma vietām.

Paraugu sagatavošana tika veikta, atlasot tilināto kaņepju šķiedras ar iespējami vienādu šķērsizmēru vai atdalot šķiedras no netilināto kaņepju stiebriem. Iegūtajiem paraugiem bija dažādi šķērsizmēri, un tie saturēja daudz elementāršķiedru. Paraugu relatīvais mitrums bija 8–10%. Pēc būtības tas bija nehomogēns materiāls, tāpēc bija jāveic 20–50 mērījumu atkārtojumi, lai nodrošinātu pietiekamu to precizitāti. Vienas šķirnes kaņepju šķiedru testēšanas eksperimentus veica dažādos laikos un atlasot paraugus no 20 līdz 50 augiem.

Mērāmie paraugi tika sagarināti 50 mm garos šķiedru gabaliņos, un katram tika izmērīts biežums trijās vietās un aprēķināta tā vidējā vērtība. Mērījumi tika veikti ar digitālo bīdmēru, kura mērījuma kļūda bija  $\pm 10 \mu\text{m}$ . Paraugus nostiprināja kartona rāmītī, ar ārējo izmēru 50 mm. Parauga galus pielīmēja pie kartona, ielīmējot tā galus starp kartona gabaliņiem. Eksperimentos tika konstatēts, ka šāds parauga galu nostiprināšanas veids ļauj ērti rīkoties un nodrošina parauga pārraušanu pietiekamā attālumā no stiprinājuma vietas. Pēc parauga nostiprināšanas rāmītī tika izmērīts tā platums, izmantojot digitālo mikroskopu „Keyence VHX–300”. Parauga platumu mērīja vismaz trijās vietās un aprēķināja vidējo vērtību.

Lai noteiktu parauga maksimālo pārraušanas spēku, to slogoja stiepē, izmantojot materiālu pārbaudes mašīnu „Zwick 2500”. Spēka pārbaudes mašīnas „TC-FR2.5TN.D09” maksimālais slodzes spēks bija 2.5 kN. Spēka mērīšanas kļūda nepārsniedza 0.4%; pārvietojuma mērīšanas kļūda  $\pm 0.1 \mu\text{m}$ . Paraugu ievietoja mašīnas stiprinājumos, saspiežot parauga kartonos ielīmētās daļas. Pēc nostiprināšanas kartona rāmītī pārgrieza abās pusēs. Pēc tam veica parauga slogošanu un tika uzņemta stiepes diagramma, no kuras noteica maksimālo pārraušanas spēku. Iekārta „GUNT WP–300” nodrošināja slodzes spēku līdz 20 kN, ar maksimālo kļūdu 1% un pārvietojuma mērīšanas kļūdu  $\pm 10 \mu\text{m}$ .

Atkārtojumu vidējo sagraušanas spēka vērtību  $F_{max}$  un stiepes izturības robežspriegumu  $\sigma_{max}$  aprēķināja pēc formulas:

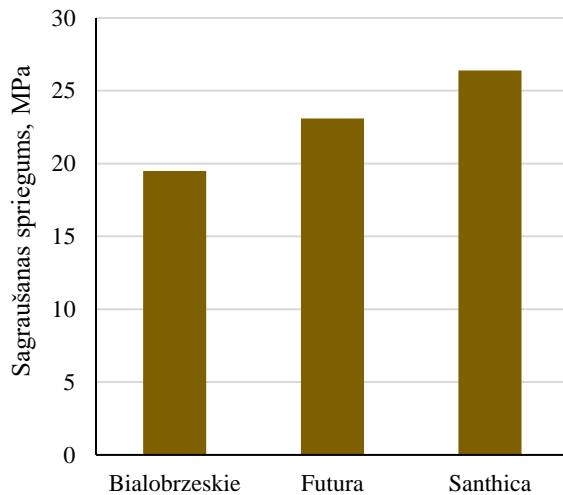
$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{a \cdot b},$$

kur  $F_{max}$  – maksimālā pārraušanas spēka vidējā vērtība;  $a$  – parauga biežums;  $b$  – parauga platums.

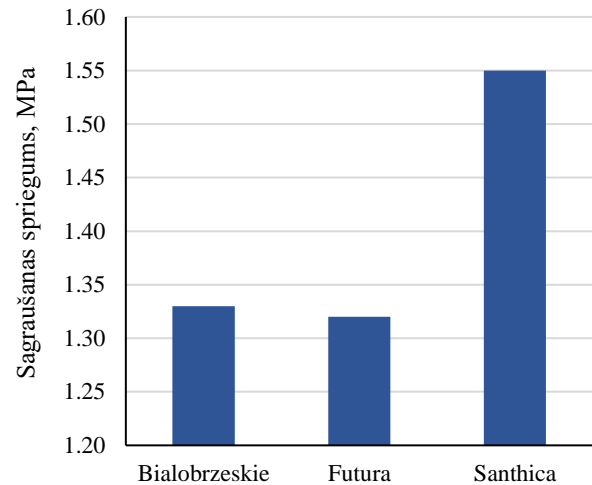
Netilinātās kaņepju šķiedras (kopā ar lūksni) stiepes izturība tika noteikta četrām šķirnēm: ‘Bialobrzskie’, ‘Futura’, ‘Tygra’ un ‘Santhica 27’. Mērāmie paraugi tika atlasīti un sagarināti 50 mm garos

šķiedru gabaliņos, un katram gabaliņam tika izmērīts biezums trijās vietās un aprēķināta tā vidējā vērtība. Mērījumus veica ar digitālo bīdmēru, ar mērījuma kļūdu  $\pm 10 \mu\text{m}$ .

Iegūtie rezultāti rāda, ka šķirnes 'Bialobrzესkie' spiedes izturība garenvirzienā vidēji bija 19.5 MPa, bet šķērsvirzienā – 1.33 MPa; šķirnes 'Futura 75' spiedes izturība garenvirzienā bija 23.1 MPa, bet šķērsvirzienā – 1.32 MPa; savukārt šķirnes 'Santhica 27' mērījumu vērtības attiecīgi bija 26.4 MPa un 1.55 MPa (1., 2. att.).



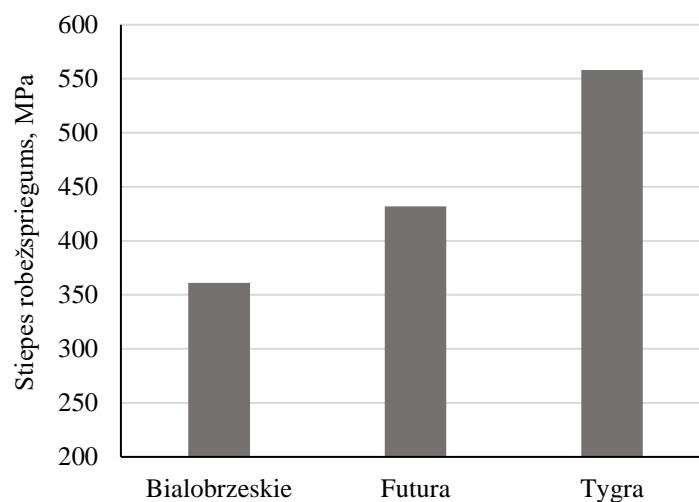
1. att. Kaņepju stiebru izturība spiedē garenvirzienā.



2. att. Kaņepju stiebru izturība spiedē šķērsvirzienā.

Rezultāti liecina, ka stiebru sagraušanas robežspriegums, slogojot šķērsvirzienā, bija ievērojami mazāks par izturības robežspriegumu, slogojot garenvirzienā. Šī atšķirība sasniedza 17.5 reizes šķirnei 'Futura', un šāds rezultāts izriet no stiebra uzbūves. Var secināt, ka, izmantojot kaņepju stiebrus materiālu armēšanai, jānodrošina pareiza to orientācija attiecībā pret galveno spriegumu virzieniem.

Eksperimentu rezultātā tika noteikts izturības robežspriegums trīs kaņepju šķirņu netilinātai šķiedrai ar lūksnes piejaukumu. Vislielākā izturība bija šķirnes 'Tygra' šķiedrām (3. att.).



3. att. Netilinātu kaņepju šķiedru (kopā ar lūksni) robežizturība stiepē.

To vidējā stiepes izturība sasniedza 558 MPa, kas ir līdzvērtīga kvalitatīva tērauda stiepes izturībai. Jāatzīmē, ka eksperimentos tika konstatēta liela mērījumu rezultātu izkliede. Stiepes izturība atsevišķiem paraugiem bija robežās no 715 MPa līdz 373 MPa, ko var izskaidrot ar apstākli, ka kaņepju šķiedra ir nehomogēns materiāls un tās īpašības mainās plašās robežās. Jāatzīmē, ka visu šķirņu šķiedru stiepes izturība bija pietiekami liela, lai to varētu izmantot putuģipša armēšanai.



**BIOGĀZES IEGUVES IESPĒJA NO RŪPnieciskajām kaņepēm Latvijā apstākļos***Aleksandrs Adamovičs, Semjons Ivanovs*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

aleksandrs.adamovics@llu.lv

Industriālo kaņepju (*Cannabis sativa* L.) audzēšana un pārstrāde pasaulē un Latvijā izraisa arvien lielāku interesi. Tās tiek uzskatītas par vienu no daudzsoļošākajiem atjaunojamo resursu avotiem, lai aizstātu neatjaunojamo dabas resursu krājumu sastāvdaļas plašam rūpniecības produktu spektram.

Neatjaunojamo dabas resursu krājumi pasaulē samazinās, taču tajā pašā laikā to patēriņš turpina pieaugt un iegūšanas process arvien sadārdzinās. Visā ciklā no neatjaunojamo resursu iegūšanas līdz likvidācijai tiek patērētas lielas enerģijas jaudas, notiek CO<sub>2</sub> emisija, tiek piesārņoti ūdens resursi, kā arī darbojas citi dzīves un vides kvalitāti degradējoši faktori. Viens hektārs kaņepju sējumu gadā absorbē četras raizes vairāk CO<sub>2</sub> nekā 1 ha meža. Līdz ar to pasaulē arvien vairāk vērojams atjaunojamo resursu pieprasījuma pieaugums, kas saistās ar energoefektīvu, vidi saudzējošu atjaunojamo resursu iegūšanu, pārstrādi ekoloģiskos, biodegradējamos materiālos ar augstu pievienoto vērtību, samazinot materiālu un enerģijas ietilpību.

ES direktīvās noteikts, ka 2020. gadā no alternatīvajiem un atjaunojamiem enerģijas avotiem jāsaņem 20% enerģijas (Latvijā – 40%).

Viens no daudzsoļošākajiem atjaunojamās enerģijas avotiem ir biogāze, ko var iegūt anaerobās fermentācijas procesā elektrostacijās. Pašlaik Latvijā ir 56 biogāzes ražošanas stacijas, kas galvenokārt strādā ar kukurūzas masu un daļēji ar lopu atkritumiem. Augsta kukurūzas raža ļauj iegūt lielu biomasas daudzumu un attiecīgi lielu biogāzes daudzumu enerģijas ražošanai. Rūpniecisko kaņepāju piemērotību šāda veida enerģijas iegūšanai var novērtēt, nosakot tā produktivitāti un enerģētisko vērtību, kā arī siltumnīcefekta gāzu emisijas un citus vides faktorus. Viens no galvenajiem faktoriem, kas ietekmē biogāzes ražošanu, ir organisko vielu saturs biomasā, jo īpaši ogļhidrāti, proteīni un lipīdi (Struik *et al.*, 2000; Fernandez *et al.*, 2001; Kamat *et al.*, 2002). Vidējais sausnas saturs augos ir 12–25%; organisko vielu saturs – 85–93%; attiecība C : N = 10–28. Literārie avoti diemžēl dažreiz norāda tikai konkrēto augu sugu, tāpēc dati, kas iegūti galvenokārt no Vācijas avotiem, Latvijas apstākļos ne vienmēr ir piemēroti praktiskiem aprēķiniem (Baader *et al.*, 1978; Ivanovs *et al.*, 2014).

Kaņepju sējumu platības Latvijā ar katru gadu palielinās, un 2017. gadā, pēc Latvijas Industriālo kaņepju asociācijas datiem, tās aizņēma jau aptuveni 1000 ha. Kaņepju audzēšana Latvijā nākotnē varētu būt galvenais šķiedras un bioenerģijas ražošanai nepieciešamais izejvielu avots. Latvijā un citās Baltijas valstīs pētījumu par kaņepju audzēšanu ir ļoti maz, bet par to izmantošanu bioenerģijas un citu produktu ieguvei nav vispār. Šī darba mērķis bija novērtēt iespējas iegūt biogāzi no rūpniecisko kaņepju bioloģiskās masas.

Lai novērtētu rūpniecisko kaņepju šķirņu piemērotību biogāzes ražošanai, tika ierīkoti lauka izmēģinājumi LLU MPS „Pēterlauki” (56°53' N, 23°71' E). Augsne: velēnu karbonātu, smags putekļu smilšmāls. Agroķīmiskie rādītāji: pH KCL 6.4; organiskās vielas saturs – 29 g kg<sup>-1</sup>; fosfora saturs – 75 mg kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; kālija saturs – 153 mg kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Eksperimenti tika veikti, izmantojot 10 rūpniecisko kaņepju (*Cannabis sativa* L.) šķirnes: ‘Bialobrzeskie’, ‘Futura 75’, ‘Fedora 17’, ‘Santhica 27’, ‘Beniko’, ‘Ferimon’, ‘Epsilon 68’, ‘Tygra’, ‘Wojko’ un ‘Uso 31’. Kaņepju sēklu izsējas norma bija 50 kg ha<sup>-1</sup>. Mēslojums: N–120, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–90, K<sub>2</sub>O–150 kg ha<sup>-1</sup>. Rūpniecisko kaņepju biomasas ieguvei ražošanas eksperimentos tika izmantots lopbarības kombains „Claas Jaguar”. Sasmalcināto stiebru vidējais garums bija 14–6 mm. Pēc ražas novākšanas paraugos tika noteikts organiskās sausnas un pelnu saturs, lai analizētu anaerobās fermentācijas procesā nepieciešamos komponentus. Rūpniecisko kaņepāju bioloģiskās masas pelnu saturs sausnā bija aptuveni 4%. Saražotās biogāzes daudzums tika novērtēts laboratorijas iekārtā, kas sastāvēja no četriem 5 litru bioreaktoriem. Katrs bioreaktors bija aprīkots ar sistēmu, kas uzturēja temperatūru un gāzes savākšanu, kā arī automātisku parametru reģistrēšanu datorā. Novērojumi tika veikti 38 ± 1 °C temperatūrā. Izmantojot gāzes analizatoru „GA 2000”, tika noteikts metāna, skābekļa, oglekļa dioksīda un sērūdeņraža daudzums biogāzē, kā arī gāzes spiediens un tilpums.

Sausnas ražas iznākums no kaņepju bioloģiskās masas Latvijas agroklīmatiskajos apstākļos atkarībā no šķirnes veidoja 12–16 t ha<sup>-1</sup> (skat. tabulu). No tādas ražas masas pēc fermentācijas var iegūt 6–7 tūkst. m<sup>3</sup> biogāzes no 1 hektāra, kas ir līdzīgi tās iznākumam no kukurūzas skābbarības. Vidējās biogāzes un metāna ieguves vērtības, pētot dažādas kaņepju šķirnes, atspoguļotas tabulā.

Tabula

**Industriālo kaņepju biomasas raža un biogāzes iznākums no 1 ha sējumu**

Kaņepju šķirne	Zaļās masas raža, t ha <sup>-1</sup>	Sausnas raža, t ha <sup>-1</sup>	Pelnu daudzums sausnā, t ha <sup>-1</sup>	Organiskās masas iznākums, t ha <sup>-1</sup>	Metāna iznākums, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Biogāzes iznākums, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
‘Bialobrzeskie’	60.99	15.86	0.51	15.35	3913.97	7444.23
‘Futura 75 NT’	49.65	14.81	0.47	14.34	3656.91	6955.31
‘Fedora 17’	42.87	12.78	0.41	12.37	3153.68	5998.18
‘Santhica 27 NT’	45.07	13.47	0.43	13.04	3324.04	6322.20
‘Beniko’	39.96	11.96	0.38	11.58	2953.24	5616.94
‘Ferimon’	43.24	12.93	0.41	12.51	3191.20	6069.55
‘Epsilon 68 NT’	48.67	14.47	0.46	14.01	3572.66	6795.05
‘Tygra’	45.07	13.40	0.43	12.97	3308.59	6292.81
‘Wojko’	39.59	11.79	0.38	11.41	2909.45	5533.67
‘Felina 32’	42.98	12.80	0.41	12.39	3159.00	6008.30
‘Uso 31’	40.43	11.98	0.38	11.60	2957.08	5624.25
<b>Vidēji</b>	<b>45.32</b>	<b>13.30</b>	<b>0.43</b>	<b>12.87</b>	<b>3281.80</b>	<b>6241.86</b>

Pētījumos ar 10 rūpniecisko kaņepju šķirnēm vidēji no viena hektāra tika iegūti 6242 m<sup>3</sup> biogāzes. Biogāzes iznākums bija atkarīgs no izmantotās šķirnes. Lielākie rādītāji tika konstatēti šķirnēm ‘Futura 75’ un ‘Bialobrzeskie’ (attiecīgi 11 un 19% vairāk par vidējo rādītāju) un sasniedza 7400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

**Izmantotā literatūra**

1. Baader, B., Done, E., Brenndorfer, M. (1978). *Biogas Theorie und Praxis*, KTBL, Darmstadt, 229 s. (In German)
2. Ivanovs, S., Adamovics, A., Rucins, A., Bulgakov, V. (2014). Investigations into losses of biological mass and quality during harvest of industrial hemp. In *Engineering for Rural Development*, Proceedings, Volume 13, pp. 19–23.
3. Fernandez, B., Porrier, P., Chamy, R. (2001). Effect of inoculum substrate ratio on the start-up of solid waste anaerobic digesters. *Water Sci. Technol.*, 44(4), pp. 103–108.
4. Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, M.J., Stutterheim, N.C., Venturi, G., Cromack, H.T.H. (2000). Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *International Journal of Industrial Crops and Products*, 11, pp. 107–118.
5. Kamat, J., Roy, D.N.M, Goe, M.K.M. (2002). Effect of harvesting age on the chemical properties of hemp plants. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 22(4), pp. 285–293.

## IZSKALOTĀ PŪŠĻU FUKA KOMPLEKSĀ PĀRSTRĀDE, LAI IEGŪTU PRODUKTUS AR PIEVIENOTO VĒRTĪBU UN MĒSLOJUMU

*Oskars Bikovens, Māris Lauberts, Līga Lauberte, Laima Vēvere, Sarmīte Janceva*

Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts  
bikovens@edi.lv

Latvijas bioekonomikas stratēģija nosaka, ka nepieciešams pārdomāta veidā izmantot pieejamos dabas resursus, tostarp aļģes (Informatīvais ziņojums..., 2017). Izskalotās jūras aļģes ir viens no nepilnīgi izmantotajiem Latvijas dabas resursiem. Ik gadu tūkstošiem tonnu jūras aļģu tiek izskalotas Baltijas jūras un Rīgas līča krastos. Atpūtas vietās peldēšanas sezonas laikā vietējām pašvaldībām jāsavāc izskalotās aļģes (EU Directive 2006/7/EC). Izskalotās aļģes tradicionāli tiek izmantotas kā organisks mēslojums ("jūras mēsli"), taču to uzglabāšana saistīta ar nepatīkamo smaku un šķidro frakciju izdalīšanu, kas veicina piekrastes ūdeņu eutrofikāciju (Michalak, Chojnacka, 2013).

Viena no visvairāk izskalotajām aļģēm Latvijas jūras krastos ir brūnaļģe *Fucus vesiculosus*, jeb pūšļu fuks (Seisuma *et al.*, 2011). Brūnaļģes satur barības vielas, bioloģiski aktīvus savienojumus un mikroelementus. Pasaulē ir pazīstami dažādi brūnaļģu pielietošanas veidi – no lauksaimniecības līdz pārtikai un kosmētikai, taču Latvijā to izmantošanu ierobežo brūnaļģu spēja akumulēt smagos metālus (Seisuma *et al.*, 2011).

Mūsu pētījuma mērķis bija kompleksi pārstrādāt pūšļa fuka biomasu, iegūstot nišas produktus ar augstu pievienoto vērtību, un atlikumu izmantot kā organisko mēslojumu.

Izskalotais pūšļa fuks manuāli tika savākts 2017. gada martā Jūrmalā (Latvija). Pirms analīzēm aļģu biomasu tika sašķirotā, attīrīta no piemaisījumiem un smiltīm, noskalota ar dejonizētu ūdeni, izžāvēta un samalta. Aļģes tika secīgi ekstrahētas ar pieaugošas polaritātes organiskiem šķīdinātājiem – heksānu, etilacetātu, etanolu un CaCl<sub>2</sub> ūdens šķīdumu. Pētījumā izmantotās analīžu metodes un izmantotā aparātūra detalizēti aprakstītas mūsu iepriekšējā ziņojumā (Bikovens *et al.*, 2017).

Ekstraktvielu iznākums no pūšļu fuka, ekstraktu sastāvs un antioksidantā aktivitāte apkopoti 1. tab. Heksāna ekstrakts sastāvēja, galvenokārt, no taukskābēm un tā iznākums bija neliels (0.9 %), tāpēc turpmākiem pētījumiem tas netika izmantots. Etilacetāta un etanola ekstrakts saturēja ievērojamu daudzumu fenolu savienojumus un uzrādīja lielu antioksidanto aktivitāti testos ar stabiliem radikāļiem: 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonskābes) katjonradikāļu (ABTS<sup>•+</sup>) un 2,2-difenil-1-pikrilhidrazilradikāļu (DFPH<sup>•</sup>). IK<sub>50</sub> vērtība (1. tab.) parāda nepieciešamo antioksidanta koncentrāciju, lai uz pusi samazinātu brīvo radikāļu daudzumu. Tādējādi, jo mazāka ir IK<sub>50</sub> vērtība, jo lielāka ir ekstrakta antioksidanta aktivitāte. Etilacetāta ekstrakta IK<sub>50</sub> vērtība testos ar ABTS<sup>•+</sup> radikāli ir salīdzināma ar komerciālo sintētisko radikāli Troloks.

1. tabula

**Pūšļa fuka ekstraktvielu iznākums (%), fenolu un cukuru saturs ekstraktos (g g<sup>-1</sup>) un ekstraktu antioksidantā aktivitāte (IK<sub>50</sub>)**

Ekstraktants	Iznākums, %	Fenoli, GSE* g g <sup>-1</sup>	Cukuri, g g <sup>-1</sup>	ABTS <sup>•+</sup> IK <sub>50</sub> , mg L <sup>-1</sup>	DFPH <sup>•</sup> IK <sub>50</sub> , mg L <sup>-1</sup>
Etilacetāts	3.1	0.430	0.041	28.5	1.8
Etanols	7.3	0.230	0.113	57.7	4.4
CaCl <sub>2</sub> šķīdums	10.1	–	–	> 500	52

\*GSE – gallusskābes ekvivalenti.

Ir redzams, ka lielākai antioksidantai aktivitātei atbilst ekstrakts ar lielāku fenolu savienojumu saturu. Šķidrums hromatogrāfijas masspektrometrija parādīja, ka etanola ekstrakts satur florotanīnus. Nelielā daudzumā tie tika identificēti arī etilacetāta ekstraktā. Florotanīni sastāda ~10% katehīna ekvivalenta (noteikts pēc vanilīna metodes) no etanola ekstrakta. Ekstrakti satur arī neitrālo cukuru atlikumus, kas ekstraktvielās veido attiecīgos glikozīdus. Etanola ekstrakts satur vairāk neitrālo cukuru, galvenokārt mannozi un galaktozi.

Ekstrakcija ar CaCl<sub>2</sub> tika izmantota, lai izdalītu no pūšļu fuka bioloģiski aktīvu sulfūrētu polisaharīdu fukoidānu. Fukoidāna iznākums pēc attīrīšanas ar dialīzes membrānām sastādīja ~7% no aļģu masas. Tika noteikts, ka fukoidāns satur galvenokārt fukozes atlikumus un IS spektri apstiprināja sulfogrupas klātbūtni izdalītajā produktā. Izdalītais fukoidāna preparāts saturēja 7.0±0.2% sēra, kas atbilst ~20% sulfogrupu.

Fukoidāna bioloģiskās aktivitātes noteikšanai Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūta Lignīna ķīmijas laboratorija sadarbojās ar Rīgas Stradiņa Universitātes Cilvēka fizioloģijas un bioķīmijas katedras profesori J. Krasilņikovu. Tika noteikta fukoidāna aktivitāte attiecībā pret gremošanas sistēmas fermentiem. Fukoidāns pozitīvi ietekmē pankreatisko lipāzi un aktivizē lingvālo amilāzi, kas atvieglo cietes hidrolīzi un uzlabo gremošanas sistēmu. Iegūtie preliminārie rezultāti parāda, ka fukoidāns ir perspektīvs produkts. Sadarbībā par pūšļu fuka bioloģiski aktīvo savienojumu praktisko izmantošanu ieinteresējušies arī mūsu ārzemju partneri (piem., Institute of Biology and Immunology of Reproduction, Bulgārija).

Pēc ekstrakcijas pūšļu fuka biomasā nedaudz palielinās relatīvais neorganisko savienojumu saturs no 18.5% līdz 19.7% un neitrālo cukuru saturs (no 24.6% līdz 28.9%). Būtiski samazinās sēra saturs no 2.3% līdz 0.6%. Savukārt slāpekļa saturs praktiski nemainās un C/N attiecība pēc ekstrakcijas bija 17.2, kas ir salīdzināms ar komerciāliem zāles kompostiem (Bikovens *et al.*, 2012). Izekstrahētais pūšļu fuks uzrādīja pozitīvu efektu uz salātu (*Lepidium sativum*) dīgšanu un sakņu attīstību. Pievienojot pūšļu fuku augsnei (5 g kg<sup>-1</sup>), tika novērots pozitīvs efekts uz auzu (*Avena sativa*) sakņu sistēmas augšanu un attīstību (2. tab.), kas bija atkarīgs no pievienotās aļģu devas. Pēc pūšļu fuka ievadīšanas augsnē palielinājās ne tikai sakņu garums, bet arī sakņu atzarojumu skaits. Lielāks efekts tika novērots, ja izmantoja izekstrahēto pūšļu fuku, salīdzinot ar neekstrahēto pūšļu fuku un kontroli. Kā papildus priekšrocību var minēt to, ka izekstrahētam pūšļu fukam nav nepatīkamās aļģu smakas.

2. tabula

**Pūšļu fuka ietekme uz auzu (*Avena sativa*) sakņu sistēmas attīstību**

Varianti	Sakņu garums, cm	Sakņu galiņu skaits	Sakņu atzarojumu skaits
Kontrole	55	394	294
Pūšļu fukss (5 g kg <sup>-1</sup> )	61	372	345
Izekstrahēts pūšļu fuks (5 g kg <sup>-1</sup> )	70	665	353

Alternatīva pieeja ir aļģu biomasas mehano-ķīmiskā apstrāde ar hidrolīzes lignīnu, lai iegūtu organisko augsnes ielabošanas līdzekli. EPR pētījumi parādīja, ka mehano-ķīmiskās apstrādes laikā uz pusi samazinās brīvo radikāļu koncentrācija biomasā, kas norāda uz aļģu-lignīna kompleksa izveidi. Pašlaik ir uzsākti jaunā aļģu-lignīna kompleksa bioloģiskie testi, lai novērtētu mehano-ķīmiskās apstrādes efektu uz augu augšanu un attīstību.

Aprakstītais pētījums parāda, ka Latvijas jūras krastos izskaloto pūšļu fuku var kompleksi pārstrādāt, iegūstot nišas produktus ar augstu pievienoto vērtību. No pūšļu fuka var iegūt fenolus (tanīnus) saturošus ekstraktus ar augstu antioksidanto aktivitāti, bioloģiski aktīvu savienojumu fukoidānu un organisko mēslojumu. Šiem produktiem ir potenciāls pielietojums farmācijā, kosmētikas un pārtikas rūpniecībā, kā arī lauksaimniecībā.

Šis pētījums tika finansēts no Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūta bioekonomikas granta LignoProBK.

#### Izmantotā literatūra.

1. *Informatīvais ziņojums „Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030”* (2017). [Tiessaiste] [skatīts 17.05.2018.]. Pieejams: <http://tap.mk.gov.lv/lv/mk/tap/?pid=40433525&mode=mk&date=2017-12-19>
2. Michalak, I., Chojnacka, K. (2013). Algal compost – toward sustainable fertilization. *Reviews in Inorganic Chemistry*, Vol. 33, pp. 161–172.
3. Seisuma, Z., Kuļikova, I., Botva, U., Boikova, E. (2011). Long-term investigation of metal concentrations in brown algae *Fucus vesiculosus* from the Gulf of Riga, Baltic Sea. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B*, Vol. 65(5/6), pp. 186–191.
4. Bikovens, O., Ponomarenko, J., Janceva, S., Lauberts, M., Vevere, L., Telysheva, G. (2017). Development of the approaches for complex utilization of brown algae (*Fucus vesiculosus*) biomass for the obtaining of value-added products. In: *Proceedings of the 8th International Scientific Conference “Rural Development 2017”*. November 23–24, Kaunas, Lithuania. pp. 222–225.
5. Bikovens, O., Dizhbite, T., Telysheva, G. (2012). Characterisation of humic substances formed during co-composting of grass and wood wastes with animal grease. *Environmental Technology*, Vol. 33, pp. 1427–1433.

## BIOĻĢISKĀS LAUKSAIMNIECĪBAS NOZĪME DABĪGĀS KOSMĒTIKAS KONKURĒTSPĒJAS PAAUGSTINĀŠANĀ EKSPORTA TIRGOS

*Skaidrīte Dzene<sup>1</sup>, Lāsma Aļeksēja<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Anne Export SIA, Latvija / Turcija, <sup>2</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
skaidrite.dzene@gmail.com

Bioloģiskās lauksaimniecības saimniekošanas virziens attīstās. Līdz ar augošo pieprasījumu pēc bioloģiskās pārtikas produktiem aug arī patērētāju pieprasījums pēc dabīgās kosmētikas. Dabīgās kosmētikas tirgū tiek paredzēta strauja izaugsme (vairāk nekā divkārtā) līdz 25.1 miljardam USD 2025. gadā. Pašlaik tas ir tikai ~5%, salīdzinot ar tradicionālās kosmētikas tirgus lielumu. (Pieejams luksus augoša..., 2017). Pasaules Dabas fonda pētījumā tiek secināts, ka Rietumvalstīs ir ievērojami pieaudzis patērētāju skaits, kuriem rūp vide un ilgtspējīga attīstība – ja agrāk ekoloģiskos produktus izvēlējās neliels, specifisks patērētāju loks, tad šobrīd jau galvenā patērētāju daļa vēlas, lai viņu izvēlēto zīmolu īpašnieki būtu sociāli atbildīgi un vidi saudzējoši uzņēmumi (Deeper Luxury, s.a.). Lokālā ražošana un vietējo sastāvdaļu – augu, ogu un drogu izmantošana produktu tapšanā vairo patērētāju uzticību un ir spēcīgs kritērijs pirkuma izvēlē (The last decade..., 2014).

**Pētījuma mērķis ir** izvērtēt bioloģisko izejvielu nodrošinājumu un izstrādāt attīstības scenārijus bioloģiskās kosmētikas konkurētspējas paaugstināšanai eksporta tirgos.

**Pētījuma metodes:** monogrāfiskā metode, statistikas metodes, ekspertvērtējumi un AHP analīze (hierarhiju analīzes modelis).

Par bioloģiskajiem lauksaimniecības produktiem Latvijā tiek uzskatīti produkti, kuriem ir akreditētas institūcijas (biedrība “Vides kvalitāte” un VSIA “Sertifikācijas un testēšanas centrs”) izdots bioloģiskās lauksaimniecības sertifikāts. Laika periodā no 2013.–2016. gadam gan bioloģisko produktu ražotāju skaits, gan bioloģiski sertificētās platības pieauga (1. tab.). Vērtējot bioloģiskās lauksaimniecības izejvielu pieejamību dabīgās kosmētikas ražošanai, jāatzīst, ka Latvijā līdz 2013. gadam savvaļas platības netika sertificētas, bet ārstniecības augu platībās ievāktās izejvielas izmantotas galvenokārt pārtikas produktu ražošanā.

1. tabula

### Bioloģiski sertificēto uzņēmumu skaits un sertificētās platības Latvijā 2013. – 2016. gadā

Gads	Sertificēto saimniecību skaits	Sertificētās platības, tūkst. ha	Sertificētās savvaļas platības		Kultivēto ārstniecības augu platības	
			tūkst. ha	īpatsvars, %	tūkst. ha	īpatsvars, %
2013.	3473	200	0.353	0.18	0.08	0.04
2014.	3477	208	0.718	0.35	0.05	0.02
2015.	3635	237	2.611	1.10	0.22	0.09
2016.	4147	271	2.492	0.92	0.58	0.21

Avots: LDC dati

Laikā no 2013.–2016. gadam sertificēto savvaļas platību apjoms bijis mainīgs, bet kopā ar kultivēto ārstniecības augu platībām pēdējos gados veido aptuveni 1% no kopējās sertificētās platības. Pēc PVD datiem uz 20.04.2018. Latvijā ir reģistrēti 113 savvaļas augu vācēji, t.sk. 16 uzņēmumi ir reģistrējuši ārstniecības augu apstrādi un pārstrādi (Kontroles institūcijās reģistrētie..., 2018). Lielāko produkcijas kopievākumu no savvaļas un kultivēto ārstniecības augu platībām veido ievāktie kultivētie ārstniecības augi – kumelītes, dažādas mētras, pelašķi u.c. augi (2. tab.).

2. tabula

### Savvaļas primāro produktu platības un saražotās produkcijas izlietojums 2013. un 2016. gadā

Nosaukums	Platība, ha		Saražots, t		Realizēts, t		Pašpatēriņš, t	
	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016
Savvaļas platība, t.sk.	353.5	2492.8	×	×	×	×	×	×
<i>ārstniecības augi</i>	140.3	111.7	1234.8	370.4	70.4	313.7	1164.4	56.7
<i>Ogas, sēnes, bērzu sulas u.c.</i>	60.1	3.1	5920.6	1817.4	0.01	2.8	5920.6	1814.6
<i>ganības</i>	153.1	2378.0	×	×	×	×	×	×
Kultivētie ārstniecības augi	77.9	579.9	19.1	89.3	16.4	12.8	2.7	76.5

Avots: LDC dati

Kultivēto ārstniecības augu platība 2016. gadā veidoja 579.9 ha, kas ir par 502 ha jeb 86.6% vairāk nekā 2013. gadā. No šīm platībām 2016. gadā ievāktas 89.3 t produkcijas no kuras 76.5 t jeb 85.7% izmantotas pašpatēriņam. Vērtējot sertificētās savvaļas platības, tad operatori tās sertificēja galvenokārt ganību vajadzībām – 2016. gadā sertificēti 2492.8 ha, no kuriem 95.4% ir ganības un 4.6% veido platības, no kurām ievākti ārstniecības augi, ogas, sēnes, bērzu sulas un cita veida produkcija.

Lai noteiktu bioloģisko izejvielu nozīmi dabīgās kosmētikas konkurētspējas paaugstināšanā eksporta tirgos, pētījuma gaitā tika izstrādāts **hierarhiju analīzes modelis** (*turpmāk AHP*). Par AHP algoritma augstāko mērķi tika izvēlēts “Bioloģisko izejvielu nozīme dabīgās kosmētikas konkurētspējas paaugstināšanā eksporta tirgos” (**1. līmenis**), kura novērtēšana balstīta uz dažāda līmeņa ieinteresētajām pusēm (**2. līmenis**) – 1) bioloģiskās lauksaimniecības uzņēmumu intereses; 2) pārstrādes uzņēmumu intereses; 3) patērētāju intereses; 4) valsts intereses; un ieinteresēto pušu raksturojošiem kritērijiem (**3. līmenis**). **Ceturtais līmenis** raksturo izstrādātos konkurētspēju veicinošos attīstības scenārijus: 1) dažādot uzņēmējdarbību un piegādāt bioloģiskās lauksaimniecības izejvielas pārstrādātājiem Latvijā; 2) palielināt ražošanas jaudas un nodrošināt vietējo un eksporta tirgu ar pārstrādātajām lauksaimniecības izejvielām; 3) saražot un eksportēt produktus ar augstu pievienoto vērtību (dabīgās kosmētikas formulas un zīmolus). Ekspertu sastāvu veidoja 4 personas. Pārstāvētās darbības jomas: bioloģiskās kosmētikas ražošana un eksports; primāro lauksaimniecības produktu sertifikācija; savvaļas augu vākšana un realizācija tālākai pārstrādei; kultivēto ārstniecības augu audzēšana. Pētījums norisinājās laika periodā no 02.02.–25.04.2018.

Izvērtējot variantu vērtēšanas kritēriju grupu prioritāšu vektora koordinātes, redzams, par cik nozīmīgām šīs kritēriju grupas uzskata eksperti dabīgās kosmētikas konkurētspējas palielināšanai eksporta tirgos. Eksperti samērā vienprātīgi domā, ka vislielākā nozīme eksporta pielīdzināšanai ir valsts noteiktās intereses (0.445), zemāk eksperti vērtē bioloģiskās lauksaimniecības uzņēmumu intereses (0.232), pārstrādes uzņēmumu intereses (0.204) un patērētāju intereses (0.118). Bioloģiskās lauksaimniecības uzņēmumu interešu kritēriju grupā augstāko nozīmību ieguva atpazīstamība (0.379) un apgrozījuma kāpums un lielāka peļņas daļa (0.281), pārstrādes uzņēmumu interešu grupā mērķa sasniegšanai augstāko nozīmību ieguva iespēja palielināt eksporta apjomus (0.356) un vietējo zīmolu attīstīšana (0.263). Patērētāju interešu kritēriju grupā eksperti pārliecinoši norāda uz plašāku vietējās produkcijas sortimentu (0.488) un papildus darba iespējām (0.268), savukārt valsts interešu nozīmība izpaužas galvenokārt zaļās ekonomikas izaugsmē (0.388) un sakoptās lauku teritorijās (0.296). Starp trīs izstrādātajiem scenārijiem atbilstošākais dabīgās kosmētikas konkurētspējas paaugstināšanā eksporta tirgos ir ieteikums bioloģiski sertificētiem primārās lauksaimniecības produkcijas ražotājiem attīstīt šo darbības veidu un piegādāt dabīgās izejvielas pārstrādātājiem Latvijā.

Pētījuma gaitā izdarīti šādi secinājumi:

1. Latvijai ir augsts potenciāls augošā kosmētikas industrijas pieprasījuma nodrošināšanai pēc bioloģiski sertificētām izejvielām un gataviem produktiem, pamatojot to ar sertificēto LIZ platības lielumu.
2. Pašreizējais saražotais savvaļas augu un kultivēto augu kopējums ir niecīgs, jo bioloģiskās lauksaimniecības primāro produktu ražotāji savvaļas platības sertificē galvenokārt ganību vajadzībām, līdz ar to 95% no šīm platībām tiek izmantotas neefektīvi.
3. Bioloģiskās lauksaimniecības izejvielu nozīme dabīgās kosmētikas konkurētspējas paaugstināšanai eksporta tirgos ir būtiska. Šo apstākli pamato LIZ neizmantotais potenciāls un zinātniski pierādītā ziemeļu augu augstā aktivitāte, kas arī tiek izmantoti kā mārketinga instruments produktu tirdzniecībā.
4. Dabīgās kosmētikas konkurētspējas paaugstināšanai efektīvākais attīstības scenārijs ir zemnieku motivēšana ievākt savvaļas augus un audzēt kultivētos ārstniecības augus vietējo ekstraktu un ziedu dēņu, un citu aktīvo vielu pārstrādātājiem Latvijā.

#### Izmantotā literatūra

1. *Kontroles institūcijās reģistrētie bioloģiskās lauksaimniecības uzņēmumi* (2018). PVD. [Tiessaiste] [skatīts 21.04.2018]. Pieejams: <https://registri.pvd.gov.lv/cr>
2. *Pieejams luksuss augoša tirgus sektorā* (2017). [Tiessaiste] [skatīts 21.04.2018.]. Pieejams: <https://cns.omxgroup.com/cds/DisclosureAttachmentServlet?messageAttachmentId=648579>
3. *Lauksaimniecības datu centra meta dati par bioloģisko lauksaimniecību no 2010.–2016. gadam* (nepublicēti dati).
4. *Deeper Luxury (s.a.) report*. [Tiešsaiste] [skatīts 13.03.2018]. Pieejams: [http://assets.wwf.org.uk/downloads/luxury\\_report.pdf](http://assets.wwf.org.uk/downloads/luxury_report.pdf)
5. *The last decade has been a rollercoaster for the Baltic countries Lithuania, Latvia and Estonia* (2014). [Tiešsaiste] [skatīts 13.03.2018]. Pieejams: <https://myfreelanceprojects.files.wordpress.com/2014/09/ecm-baltics-country-profile-2014.pdf>

## ALTERNATĪVI OLBALTUMVIELU AVOTI PĀRTIKAI LATVIJĀ

*Ilga Gedrovica*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
ilga.gedrovica@llu.lv

Pasaulē notiek nemitīgas pārmaiņas, kas skar visas jomas, arī pārtiku. Pēdējās desmitgadēs saistībā ar nozīmīgo civilizācijas attīstību strauji pieaug cilvēku skaits uz zemes. Apvienoto Nāciju Organizācija prognozē, ka iedzīvotāju skaits pasaulē palielināsies no pašreizējiem 7.62 miljardiem (2018. gada maijs) līdz vairāk nekā 9 miljardiem 2050. gadā. Pieaugošajai populācijai ir nepieciešams nodrošinājums ar pārtiku, kuras nozīmīga daļa ir olbaltumvielas bagātīgi saturošā pārtika (FAO, 2017).

Olbaltumvielas ir svarīgākā visu dzīvo organismu sastāvdaļa, kas nodrošina daudzas bioloģiskās funkcijas. Olbaltumvielas vajadzīgas procesiem, kas saistīti ar augšanu, attīstību, organisma šūnu un audu atjaunošanos, tās izpilda aizsargfunkcijas, nodrošina kustības spēju, ir fermentu un hormonu struktūrkomponenti un var tikt izmantotas kā enerģijas avots.

Olbaltumvielas tiek uzņemtas ar dzīvnieku un augu valsts uzturlīdzekļiem. Svarīgākie dzīvnieku olbaltumvielu avoti ir gaļa, zivis, olas, piens un to produkti. Augu olbaltumvielu avoti ir pākšaugi, rieksti, sēklas un pilngraudu produkti.

Cilvēkam nepieciešamais olbaltumvielu daudzums ir 0.8 – 1.0 g uz 1 kg ķermeņa masas, kas ir atkarīgs no vecuma, dzimuma, fiziskās slodzes, veselības stāvokļa. Ja organismā trūkst olbaltumvielu, tad cilvēkam var rasties dažādi veselības traucējumi, piemēram, nogurums, miegainība, muskuļu vājums, nespēja pretoties infekciju slimībām u.c. (Kessel, Ben-Tal, 2018).

Zinātnieku veiktie aprēķini parāda, ka olbaltumvielas cilvēku uzturā nodrošināt būs problemātiski, ja tās tiks uzņemtas ar klasiskajiem dzīvnieku valsts olbaltumvielu avotiem, kas iegūti tradicionālajā veidā. Pašreizējā pasaules patēriņa apmierināšana nav ilgtspējīga. Cilvēka saimnieciskā darbība, tai skaitā liellopu, cūku un vistu gaļas ieguve, izraisa būtiskas negatīvas klimata pārmaiņas, samazina saldūdens pieejamību, pasliktina gaisa un ūdens kvalitāti, noplicina ekosistēmas, palielina klimata negatīvo pārmaiņu radītos riskus. Pasaulē kā viens no perspektīvākajiem risinājumiem saistībā ar pārtiku, kam ir pozitīvi ekoloģiskie un ekonomiskie aspekti, ir kukaiņu un kāpuru kā olbaltumvielu avotu iekļaušana cilvēku uzturā (Van Huis, Tomberlin, 2017).

Dažādās pasaules valstīs kā proteīna avoti cilvēku pārtikā tiek lietoti reģionam raksturīgie un pieejamie resursi, piemēram, dažādu veidu skudras, bites, lapsenes, mušas, cikādes, sienāži, circeņi, gliemeži, utis, odi, prusaki, spāres, vaboles, termīti, skorpioni, tarantuli, simtkāji, dažādi kāpuri, piemēram, gaļas kāpuri, zīdtārpiņi, sarkanā palmu smecernieka kāpuri, bambusa kāpuri, agaves kāpuri, Mopane kāpuri un citi, kopā apmēram 2000 dažādu kukaiņu un kāpuru sugu tiek uzskatītas par cilvēku pārtikai piemērotām, piedevām šim skaitam ir tendence palielināties, jo ik mirkli sakarā ar pieaugošo aktualitāti tiek atklātas arvien jaunas kukaiņu un kāpuru sugas, kas ir piemērotas cilvēku patēriņam (Van Huis *et al.*, 2013).

“Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030” (2017) paredz tradicionāli lietotos resursus aizvietot ar videi draudzīgākiem un ilgtspējīgi izmantojamiem resursiem, radot jaunas inovatīvas pārstrādes tehnoloģijas un unikālus pārtikas produktus. Domājot par nākotni un meklējot risinājumus, Latvijas zinātniekiem ir aktīvi jāiesaistās šai procesā, un tieši tāpēc no 2017. gada 1. oktobra līdz 2020. gada 30. septembrim Latvijas Lauksaimniecības universitātē tiek īstenots pētījums par Latvijā audzētu slieku (*Lumbricidae*). pielietojumu pārtikā.

Pēdējos gados popularitāti guvusī lauksaimniecības nozare ir slieku audzēšana, kuras mērķis tradicionāli ir lauksaimniecības produkta – verikomposta ražošana. Tomēr šīs nozares potenciāls nav pietiekami izmantots un tai ir iespēja paplašināt savu darbību arī citās jomās, piemēram, audzēt sliekas kā izejvielu pārtikai atbilstoši pārtikas produktu ražošanas vajadzībām un prasībām.

Sliekas bagātīgi satur olbaltumvielas (14 g 100 g<sup>-1</sup> – svaigās, 56 g 100g<sup>-1</sup> – kaltētās), bet Latvijā tās netiek lietotas pārtikā, savukārt pasaulē pētījumi par sliekām kā pārtikas produktu ir salīdzinoši niecīgi, un vairāk saistīti ar lauksaimniecību – dzīvnieku (zivju, putnu) barošanu.

Latvijas Lauksaimniecības universitātē uzsāktajā pētījumā tiek izvērtētas Latvijā audzētas sliekas kā potenciālā izejviela jaunu olbaltumvielas saturošu pārtikas produktu ieguvei, tiek noskaidrotas piemērotākās slieku sugas, izvērtēta slieku audzēšanas apstākļu ietekme uz slieku kvalitatīvajiem rādītājiem, kas ir nozīmīgi pārtikas ražošanas procesā. Nozīmīga pētījuma daļa ir saistīta ar tehnoloģijām, kas nepieciešamas slieku pārstrādes procesā.

Lai arī Latvijas un Eiropas iedzīvotāju attieksme pret kāpuru un kukaiņu lietojumu pārtikā ir noraidoša, tai pašā laikā ir liela interese par jauniem, netradicionāliem pārtikas produktiem. Sliekas ir

iespējams pielietot pārtikā divos veidos, viens no tiem ir svaigu slieku pārstrāde gaļas masā, kas līdzinās klasiskai maltai gaļai, tomēr šāds slieku pielietojums pārtikā pagaidām ir vismazāk pieņemams un akceptējams no patērētāju puses, jo izraisa negatīvas asociācijas un tiek saistīts ar bojātu pārtiku. Otrs slieku pārstrādes veids ir slieku kaltēšana, kā rezultātā iegūstams slieku pulveris, kura ārējais izskats līdzinās klasiskiem, plaši lietotiem kviešu miltiem un tam ir augsta uzturvērtība, bet sensorās īpašības neitrālas. Slieku pulverim ir augsts potenciāls pārtikas rūpniecībā, tāpēc šī pētījuma ietvaros uzsvars tiek likts uz šādu slieku pārstrādes veidu. Slieku pulvera iegūšanā tiek pielietotas dažādas kaltēšanas metodes (liofilizācija un konvektīvā žāvēšana), kā arī pētīta to ietekme uz produkta kvalitatīvajiem rādītājiem.

Pētījumu rezultātā tiek meklēti optimālie risinājumi slieku pārstrādei, kas ļautu iegūt maksimāli augstu olbaltumvielu iznākumu. Saskaņā ar iegūtajiem rezultātiem tiek izstrādāti jauni pārtikas produkti ar slieku olbaltumvielu piedevu, tādējādi paplašinot klāstu ar inovatīviem produktiem, kas gatavoti ar/no olbaltumvielām, kas iegūtas no Latvijā audzētām sliekām. Lietojot jaunas pārstrādes tehnoloģijas, tiek panākta arī ir ar augsta uzturvērtība. Pētījumi tiek veikti sadarbībā ar industrijas pārstāvjiem (slieku audzētājiem – SIA “Mālpils Biotehnoloģiju Centrs” un SIA “BioAgroBaltic”) Latvijā un pieredzējušiem sadarbības partneriem citās universitātēs ārvalstīs (Nīderlandē, Taizemē).

Šis pētījums liek pamatus nākotnes pārtikai, parādot, ka, neskatoties uz valdošajiem uzskatiem un aizspriedumiem, sliekas iespējams lietot pārtikā un izmantot kā olbaltumvielām bagātu izejvielu dažādu pārtikas produktu ražošanā, tādējādi paplašinot pārtikas produktu klāstu ar jauniem olbaltumvielām bagātiem produktiem, mazinot klasisko dzīvnieku valsts olbaltumvielu lietojumu un veicinot risinājumu pasaulē samilstošajai problēmai saistībā uz globālo sasilšanu un prognozējamo nepietiekamo pārtikas (olbaltumvielas avotu) daudzumu.

Ar projekta īstenošanu netieši tiek stimulēta ilgtspējīga uztura attīstība, veicināta pārtikas rūpniecības un lauksaimniecības nozares darbības attīstība un paplašināšanās.

Jaunie produkti no sliekām ar augstu pievienoto vērtību sniedz nozīmīgu ieguldījumu Latvijas tautsaimniecībā, jo, lai arī Latvijā ir pilnīgs pašnodrošinājums gandrīz ar visa veida tradicionālajiem olbaltumvielu avotiem, jauno produktu ražošana no netradicionāliem olbaltumvielu avotiem paver jaunas iespējas eksporta attīstībai.

**Pateicība.** Aktivitātes īstenošanas 1.1.1.2. pasākuma “Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts” projekta “Jauni olbaltumvielu avoti pārtikai Latvijā” (Nr.1.1.1.2/VIAA/1/16/190) ietvaros. Projektu līdzfinansē Eiropas reģionālās attīstības fonds.

#### **Izmantotā literatūra**

1. FAO (2017). *The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges*. FAO, No 1, 163 p.
2. Kessel, A., Ben-Tal, N. (2018). *Introduction to Proteins: Structure, Function, and Motion*. 2<sup>nd</sup> ed. Chapman and Hall/CRC, 932 p.
3. *Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030* (2017). Zemkopības ministrijas Informatīvais ziņojums. 29 lpp
4. Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P. (2013). Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper*, No. 171, 190 p.
5. Van Huis, A., Tomberlin, J.K. (2017) *Insects as Food and Feed: from Production to Consumption*. 1<sup>st</sup> ed. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 447 p.



## BIOINDIKATORU IZMANTOŠANA LATVIJAS APKĀRTĒJĀS VIDES ĶĪMISKĀ PIESĀRŅOJUMA NOVĒRTĒŠANAI

*Laura Elīna Ikkere<sup>1,2</sup>, Ingus Pērkons<sup>1,2</sup>, Vadims Bartkevičs<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts "BIOR", Latvija

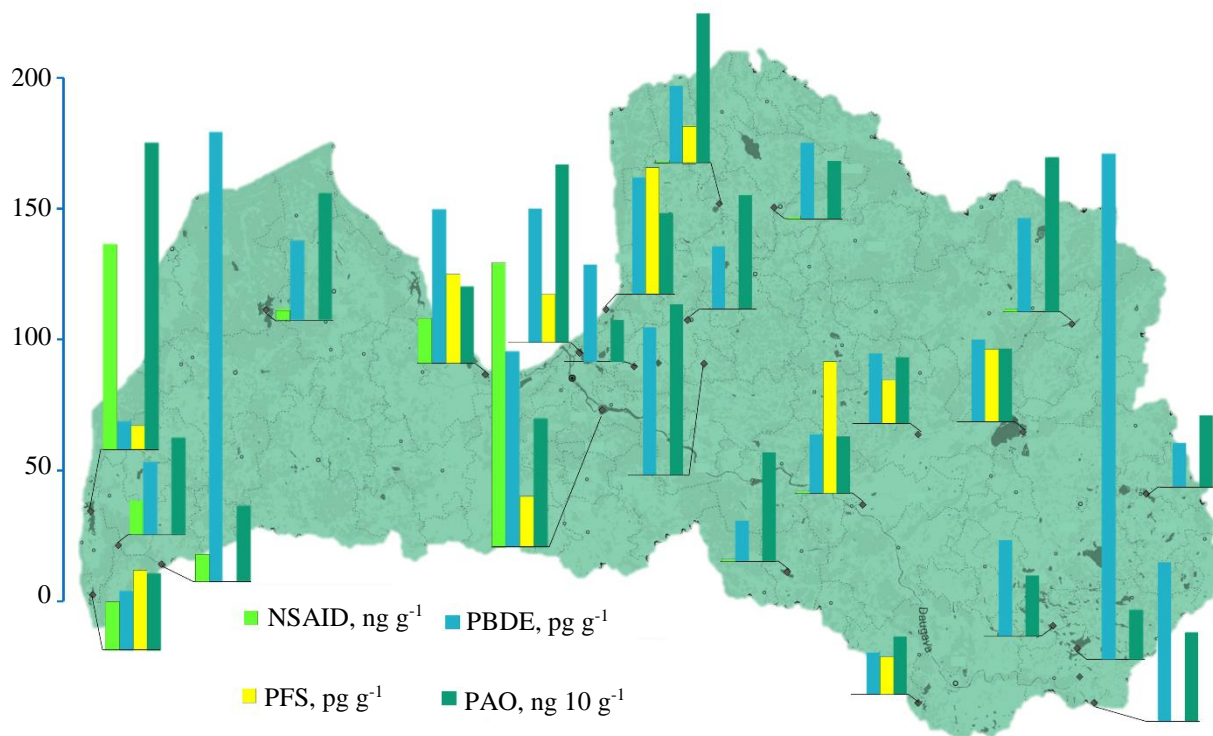
<sup>2</sup>Latvijas Universitāte  
ikkere.laura@gmail.com

Ik dienu gan cilvēku darbības, gan rūpniecisko procesu rezultātā apkārtējā vidē nonāk dažādi bīstami savienojumi, piemēram, būvmateriālos un elektroiekārtās izmantotie liesmas slāpētāji polibromētie difenilēteri (PBDE), perfluorētie savienojumi (PFS), ko izmanto pretpiedeguma pārklājumos, policikliskie aromātiskie ogleņūdeņraži (PAO), kas vidē nonāk degšanas procesu rezultātā, un zāļu vielas nesteroidie pretiekaisuma līdzekļi (NSAID). Vairums šo savienojumu ir noturīgi apkārtējā vidē, turklāt tie ir ļoti toksiski un izsauc virkni nelabvēlīgu efektu, piemēram, gan cilvēku, gan dzīvnieku sasilšanas, iedzimtus defektus, var izraisīt vēzi, alerģijas, ietekmēt nervu un imūnsistēmu. Šo piesārņotāju noteikšana abiotiskos paraugos ir apgrūtināta, jo koncentrācijas ir nelielas, tādēļ nepieciešami indikatororganismi, ar kuru palīdzību iespējams izmērīt arī ļoti zemu piesārņojuma līmeņus. Gliemenes ir ideāli indikatororganismi, jo tās barojas, filtrējot ūdeni, ir viegli ievācamas, mazkustīgas un plaši izplatītas Latvijas teritorijā.

Pētījuma mērķis bija novērtēt dažādu klašu piesārņotāju izplatību saldūdens gliemenēs no Latvijas upēm un ezeriem. Katra no četrām savienojumu grupām tika analizēta atsevišķi:

- PBDE noteikšanai paraugus ekstrahēja ar n-heksānu/dihlormetānu (1:1, v/v), izmantojot Soxtec™ sistēmu. Ekstraktu attīrīšanu veica, izmantojot skābā silikagela kolonnas, kā arī apstrādājot ar sērskābi. Analīti kvantificēja ar GC-HRMS sistēmu.
- PFS ekstrahēja ar metanolu bāziskā vidē, izmantojot ultraskaņas veicinātās ekstrakcijas metodi. Vājās anjonapmaiņas cietfāzes ekstrakcijas kolonnas izmantoja ekstraktu attīrīšanai un analīti koncentrēšanai. Instrumentālo analīzi veica ar HPLC-Orbitrap-HRMS iekārtu.
- PAO analīzei ultraskaņas veicināto ekstrakciju veica ar n-heksānu/dihlormetānu (1:1, v/v). Ekstraktus attīrīja no lielmolekulāriem savienojumiem, veicot gēlcaurspiešanas hromatogrāfiju. Papildus attīrīšanu veica ar silikagela cietfāzes ekstrakcijas kolonnām. Kvantificēšanu veica ar GC-MS/MS sistēmu.
- NSAID savienojumus ekstrahēja ar acetoniitrilu, ekstraktus attīrīja ar cietfāzes ekstrakcijas kolonnām. Instrumentālo analīzi veica ar HPLC-MS/MS iekārtu.

Visi meklētie savienojumi tika detektēti gliemeņu paraugos. PBDE tika atrasti visos analizētajos paraugos robežās no 11.3 līdz 193.2 pg g<sup>-1</sup> uz mitru masu (turpmāk m.m.). Novērotās koncentrācijas ir ievērojami zemākas par citur pasaulē gliemenēs konstatētajām, kas sasniedz pat 12400 pg g<sup>-1</sup> m.m. Nīderlandes piekrastē (Van Ael *et al.*, 2012). Lai gan Latvijā konstatētās koncentrācijas ir relatīvi zemas, 83% paraugu tika pārsniegts Eiropas Komisijas direktīvā 2013/39/EU (European..., 2013) norādītais kvalitātes rādītājs. Augstākie līmeņi tika konstatēti Bārtas upē pie Lietuvas robežas un Drīdža ezerā. Tāpat kā PBDE, arī PAO tika detektēti 100% paraugu robežās no 1.63 līdz 11.7 ng g<sup>-1</sup> m.m. Citur pasaulē atrastie līmeņi ir līdz pat divām kārtām augstāki. Toksiskākais PAO pārstāvis benzo(a)pirēns, kas pēc IARC klasifikācijas ir 1. grupas kancerogēns, tika detektēts visos paraugos no 0.08 līdz 0.73 ng g<sup>-1</sup> m.m., tādējādi nepārsniedzot 2013/39/EU Direktīvas (European..., 2013) normu 5 ng g<sup>-1</sup> m.m. Visaugstākais PAO piesārņojums detektēts Liepājas ezerā. Konstatētais PFS piesārņojums gliemenēs ir niecīgs. Divi analizētie pārstāvji tika atrasti tikai 42% paraugu koncentrācijās no 10 līdz 51 pg g<sup>-1</sup> m.m., savukārt vides kvalitātes standarts ir 9100 pg g<sup>-1</sup> m.m. Arī citi autori novērojuši, ka gliemenēs konstatētais PFS piesārņojums ir krietni zemāks nekā citos organismos (Kannan *et al.*, 2005), kas liecina par sliktu akumulēšanās spēju gliemenēs. Tādējādi gliemenes nav piemēroti indikatororganismi PFS piesārņojuma noteikšanai vidē. No deviņiem analizētajiem NSAID savienojumiem, tikai ibuprofēns tika konstatēts paraugos. Tas tika konstatēts 50% paraugu robežās no 0.5 līdz 109 ng g<sup>-1</sup> m.m. Ibuprofēna piesārņojumu var pamatot ar zāļu patēriņa statistiku, kur 2017. gadā ibuprofēna patēriņš ir visaugstākais starp visiem NSAID grupas medikamentiem (Zāļu valsts aģentūra, 2017). Visaugstākais piesārņojuma līmenis ir gliemenēs no Rīgas ūdenskrātuves, tāpat arī Liepājas apkārtnē. Atšķirībā no pārējiem piesārņotājiem, Latvijā konstatētie ibuprofēna līmeņi ir augstāki, nekā citur pasaulē, taču jāpiemin, ka pētījumu par NSAID izplatību gliemenēs pagaidām ir maz.



Att. Piesārņotāju izplatība Latvijas upēs un ezeros.

Lai novērtētu ķīmisko piesārņojumu Latvijas vidē, četras savienojumu grupas, tai skaitā PBDE, PFS, PAO un NSAID, tika analizētas gliemeņu paraugos no Latvijas upēm un ezeriem. PBDE un PAO tika konstatēti visos paraugos, taču konstatētās koncentrācijas, bija krietni zemākas par citur pasaulē gliemenēs detektētajām. PBDE līmeņi vairumā paraugu pārsniedza Eiropas Komisijas noteikto vides kvalitātes standartu, turpretī PFS koncentrācijas paraugos bija nelielas – trīs kārtas zemākas par vides kvalitātes standartu. No analizētajiem NSAID savienojumiem gliemenēs tika detektēts tikai ibuprofēns. Kopumā piesārņotāju izplatība Latvijas teritorijā nav homogēna, liecinot par individuāliem piesārņojuma avotiem.

**Pateicība.** Pētījums veikts projekta Nr.1.1.1.1/16/A/258 “Inovātīvu instrumentāli analītisko metožu izstrāde un pielietojums kombinētai plaša spektra ķīmiskā un bioloģiskā piesārņojuma izpētei, atbalstot prioritārās Bioekonomikas nozares” ietvaros.

#### Izmantotā literatūra

1. Van Ael, E., Covaci, A., Blust, R., Bervoets, L. (2012). Persistent organic pollutants in the Scheldt estuary: Environmental distribution and bioaccumulation. *Environment International*, No. 48, pp. 17–27.
2. European Parliament and Council (2013). *Directive 2013/39/EC of the European Parliament and of the Council of 12 August 2013 amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy.* [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32013L0039>
3. Kannan, K., Tao, L., Sinclair, E., Pastva, S.D., Jude, D.J., Giesy, J.P. (2005). Perfluorinated compounds in aquatic organisms at various trophic levels in a great lakes food chain. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, No. 48, pp. 559–566.
4. Zāļu valsts aģentūra (2018). *Zāļu patēriņa statistika 2017*. Rīga: Zāļu valsts aģentūra. 44 p.

**ZELTA JĀŅOGAS (*RIBES AUREUM* PURSH.) IZMANTOŠANAS PERSPEKTĪVAS LATVIJĀ****Kaspars Kampuss**

Latvijas Lauksaimniecības universitātē

kaspars.kampuss@llu.lv

Zelta jāņogas ir *Grossulariaceae* (ērķšķoģu) dzimtas *Ribes* (jāņogu) ģints augs, kas savvaļā aug Ziemeļamerikas kalnainajos reģionos (FNA, 2009). Zelta jāņogas tiek izmantotas kā potcelms citu jāņogu dzimtas augu vainagkociņu izaudzēšanai un lielāka augšanas spara iegūšanai (Vinogradova, 1993; Balkhoven-Baart, Van Zuidam, 2002), kā dekoratīvs augs un ogu audzēšanai (Wynia, 2011).

Zelta jāņogas ir raksturīgas ar garu dziļā miera periodu, augstu salciētību un izturību pret atkušņiem, karstumizturību un sausumizturību, tāpēc tās audzējamas dažādos klimata apstākļos, ieskaitot Latviju (Mirzaev *et al.*, 1972). Tās satur daudz bioloģiski aktīvo savienojumu, tāpēc tās noderētu kā papildinājums veselīgas vietējo ogu produkcijas sortimentā. Zelta jāņogas satur 40–200 mg 100 g<sup>-1</sup> svaigu ogu askorbīnskābes un līdz 55 mg 100 g<sup>-1</sup> svaigu ogu karotinoīdu (400 augļi un..., 2008; Kampuse *et al.*, 2010). Tās satur 170 mg 100 g<sup>-1</sup> (Norvēģijā) – 200 mg 100 g<sup>-1</sup> svaigu ogu (Latvijā, Kanādā) kopējo antociānu, pavisam ap 12 dažādu antociānu, 350 mg 100 g<sup>-1</sup> ('Laila' Latvijā) līdz 833 mg 100 g<sup>-1</sup> svaigu ogu (savvaļas forma Kanādā) kopējo fenolu. To kopējā antiradikālā aktivitāte ir viena no augstākajām starp Latvijā (DPPH metode) un Kanādā (TEAC metode) audzētām ogām (Bakowska-Barczak, 2007; Jordheim *et al.*, 2007, Kampuse *et al.*, 2010). Zelta jāņogu sēklas satur salīdzinoši daudz – 23.3% vērtīgas eļļas, kuras sastāvā ir galvenokārt polinepiesātinātās taukskābes (Bakowska-Barczak, 2007).

Pirmā šķirne ogu audzēšanai 'Crandall', kuru atlasīja R.V. Krandalls (Crandall), tika ieviesta ražošanā Ohaijo 1888. gadā (Wynia, 2011). Divdesmitā gadsimta sākumā I. Mičurins ievada PSRS šķirnes 'Crandall' stādus un uzsāka zelta jāņogu selekciju. Šī šķirne izrādījās nepietiekami ziemcietīga, tomēr I. Mičurinam izdevās iegūt vairākus ziemcietīgus sēklaudžus ar dažādu krāsu ogām. Šie sēklaudži vēlāk kļuva par pamata izejmateriālu zelta jāņogu selekcijai toreizējās PSRS teritorijā (Vinogradova, 1993) – Uzbekistānā (Mirzaev *et al.*, 1972), I. Mičurina Viskrievijas Dārzkopības zinātnes institūtā (Zhidyokhina *et al.*, 2016), Baškīrijā (Abdeeva, 1999) un Maskavā, Galvenajā Botāniskajā dārzā (Vinogradova, 1993). Daudzas no tur izaudzētajām šķirnēm ir potenciāli audzējamas Latvijā. Turklāt, zelta jāņogu selekcija tika veikta arī Latvijā – Nacionālajā Botāniskajā dārzā Māra Eglīte izveidoja šķirni 'Laila', kas ir liela auguma, bagātīgi ražojoša, viegli pavairojama, ar lielām, melnām, ovālām ogām (Meļehina, 1982).

Zelta jāņogas iespējams arī izmantot upeņu selekcijas programmās, ja vien izdodas pārvarēt nesakrustojamību, piemēram, izmantojot embriju izolēšanas metodi, un iegūto hibrīdu sterilitāti (Meļehina un Eglīte, 1976; Šikšnianas *et al.*, 2006). Zelta jāņogas un tās hibrīdus ar upenēm iespējams izmantot kā izturības donoru pret upeņu pumpuru ērci – 70% Lietuvas selekcijas programmā iegūto upeņu un zelta jāņogu (*Ribes nigrum* × *Ribes aureum*) F3 paaudzes hibrīdu netika invadēti ar *Cecidophiopsis ribis* lauka apstākļos. Ģenētiskās analīzes pierādīja, ka tie satur Ce un P rezistences gēnu marķierus; kopā šie gēni nodrošina piramidālu rezistenci pret šo kaitēkli (Mazeikiene *et al.*, 2017). Zelta jāņogas šķirne 'Crandall' minēta kā potenciāls izturības donors pret jāņogulāju stiklspārni (*Synanthedon tipuliformis*) (Hummer and Sabitov, 2004).

Šī nelielā literatūras apskata rezultātā var secināt, ka zelta jāņogas ir pagaidām nepietiekoši novērtēts un pētīts, taču potenciāli vērtīgs augļaugš gan veselīga uztura bagātināšanai, gan kā atsevišķu nozīmīgu īpašību donors upeņu selekcijas programmās.

Pētījums īstenots Interreg Baltijas jūras reģiona programmas projekta "Netehnoloģisko un tehnoloģisko inovāciju kapacitātes attīstība augļu audzēšanā un pārstrādē Baltijas jūras reģiona valstīs" (InnoFruit) (#R004 "Advancement of nontechnological innovation performance and innovation capacity in fruit growing and processing sector in selected BSR countries") ietvaros.

**Izmantotā literatūra**

1. 400 augļi un ogas Latvijā (2008). I. Biruļa redakcijā. Rīga :AS Lauku Avīze. 237 p.
2. Abdeeva, M.G. (1999). New cultivars of golden currant in the Bashkortostan Republic. *Sadovodstvo i Vinogradarstvo*, No.5/6, pp. 22.
3. Bakowska-Barczak, A.M., Marianchuk, M., Kolodziejczyk, P. (2007). Survey of bioactive components in Western Canadian berries. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, No. 11, pp. 1139–1152.
4. Balkhoven-Baart, J.M.T., Van Zuidam, C.A. (2002). Rootstock evaluation with the red currant cultivars 'junifer' and 'roodneus'. *Acta Horticulturae*, Vol. 585, pp. 595–599.

5. *Flora of North America (FNA)* (2009). Vol. 8, pp. 10, 11, 15, 16. [Tiessaiste] [skatīts 15.02.2018.]. Pieejams: [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=250063214](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=250063214)
6. Hummer, K., Sabitov, A. (2004). Genetic resistance to currant borer in *Ribes* cultivars. *Journal of the American Pomological Society*, Vol. 58, No. 4, pp. 215–219.
7. Jordheim, M., Måge, F., Andersen, Ø.M. (2007). Anthocyanins in berries of *Ribes* including gooseberry cultivars with a high content of acylated pigments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 14, pp. 5529–5535.
8. Kampuse, S., Kruma, Z., Kampuss, K., Krasnova, I. (2010). Nutritional value of minor fruits in Latvia. *Acta Horticulturae*, Vol. 877, pp. 1221–1228.
9. Mazeikiene, I., Bendokas, V., Baniulis, D., Staniene, G., Juskyte, D.A., Sasnauskas, A., Siksniānas, T. (2017). Genetic background of resistance to gall mite in *Ribes* species. *Agricultural and Food Science*, Vol. 26, pp. 111–117.
10. Melekhina, A.A., Eglite, M.A. (1976). Interspecific crosses with black currant. *Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis*, No. 9, pp. 58–67.
11. Melekhina, A. (1982.) *Upenes un jāņogas*. Rīga: Avots. 142 lpp.
12. Mirzaev, M., Yagudina, S., Abdullaev, R. (1972). The breeding and varietal study of currants in Uzbekistan. In: *Kultura chern. smorodiny v SSSR*, pp. 558–562.
13. Šikšniānas, T., Stanys, V., Staniēnē, G. (2006). Resistant to fungal diseases of interspecific currant hybrids (F1–F3). *Sodininkystė ir Daržininkystė*, Vol. 25, No.1, pp. 39–46.
14. Vinogradova, Yu.K. (1993). History of the introduction of *Ribes aureum* and the results of its cultivation in the Main Botanic Garden of the Russian Academy of Sciences. *Byulleten Glavnogo Botanicheskogo Sada*, No. 169, pp. 10–17.
15. Wynia, R. (2011). *Plant fact sheet for Golden Currant (Ribes aureum)*. USDA-Natural Resources Conservation Service, Plant Materials Center, Manhattan, KS, 2 p.
16. Zhidyokhina, T.V., Kovesnikova, Ye.Yu., Bryksin, D.M., Rodyukova, O.S., Khromov, N.V., Guryeva, I.V. (2016). The main achievements on breeding and variety study of small-fruits and non-traditional horticultural crops in I.V. Michurin All-Russian Research Institute of Horticulture. *Sadovodstvo i Vinogradarstvo*, No. 1, pp. 12–19.

## JAUNĀKĀS ZINĀTNISKĀS ATZIŅAS AUGSNES ZINĀTNES JOMĀ, KĀ PAMATS BIOEKONOMIKAS ATTĪSTĪBAI LATVIJĀ

*Raimonds Kasparinskis<sup>1</sup>, Oļģerts Nikodemus<sup>1</sup>, Imants Kukuļš<sup>1</sup>,  
Aivars Markots<sup>1</sup>, Agnis Rečs<sup>1</sup>, Aldis Kārklīšs<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Universitāte, <sup>2</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte,  
raimonds.kasparinskis@lu.lv

Augsne ir viens no nozīmīgākajiem Latvijas dabas resursiem bioekonomikas attīstībai. Vienlaikus augsnei ir būtiska nozīme siltumnīcas efektu izraisīto gāzu piesaistē un arī to emisijā. Tāpēc informācija par augsni, tās kvalitāti, nozīmi siltumnīcas efektu izraisīto gāzu piesaistē un atbrīvošanā, kā arī augsnes degradācijas procesu novērtēšanā ir sevišķi aktuāla.

Latvijā līdz šim lauksaimniecības zemju vienlaidus augsnes kartēšana mērogā 1:10 000 tikusi veikta trīs nepilnās kārtās laika periodā no 1959. līdz 1991. gadam. Manuāli sastādītās augšņu un zemes kvalitatīvās vērtību kartes tika glabātas Valsts zemes dienesta Centrālajā arhīvā un Latvijas Valsts arhīvā, kas būtiski ierobežoja to izmantošanu. Laika posmā no 2014. līdz 2016. gadam Latvijas Universitāte sadarbībā ar Latvijas Lauksaimniecības universitāti veica Latvijas augšņu un zemes kvalitatīvo vērtību karšu mērogā 1:10000 ģeoreferencēšanu, digitalizēšanu un augšņu informācijas harmonizēšanu ar jaunāko Latvijas augsnes klasifikāciju. Rezultātā tika izveidota digitālā datubāze par augsnes tipiem un apakštipiem, granulometriskā sastāva grupām, zemes kvalitatīvo vērtību un augsnes dziļrakumiem. Paralēli tam atsevišķās etalonteritorijās Vecpiebalgas novadā tika veikta augšņu kartēšana mērogā 1:10000 atbilstoši jaunākai Latvijas augšņu klasifikācijai (Latvijas augšņu..., 2009). Sakarā ar to, ka pašlaik ļoti aktuāla problēma Latvijā ir lauksaimniecības zemju transformācija meža zemēs, dažādās vietās Latvijā tika veikti augsnes izpētes darbi, kuros tika pētīta minētā procesa ietekme uz augsnes morfoloģiskajām pazīmēm un fizikāli ķīmiskajām īpašībām, tanī skaitā oglekļa piesaisti un augsnes kvalitāti.

Pašreizējā augšņu informācija mērogā 1:10000 nosedz 38 787 km<sup>2</sup> jeb aptuveni 60% no Latvijas teritorijas. Lauksaimniecības zemēs visbiežāk ir sastopamas velēnu podzolaugšnes, kas aizņem aptuveni 27% no lauksaimniecībā izmantojamās zemes. Vairāk kā 70% augšņu ir novērojamas glejošanās pazīmes, kas liecina par pārmītiem apstākļiem (Nikodemus u.c., 2018). Daudzviet glejošanās procesu veicina blīvā augsnes sakārta (māls un smags māls vai arī augsnes sablīvēšana saimnieciskās darbības rezultātā). Šajā procesā liela nozīme ir arī divdaļīgajiem augsnes cilmiežiem. Balstoties uz šiem datiem, Latvijā dažādos politikas dokumentos tiek deklarēts, ka 94% lauksaimniecībā izmantojamo zemju būtu nepieciešama meliorācija (Zemes politikas..., 2008). Tomēr šis skaitlis ir ļoti pārspīlēts, jo padomju periodā, lai piesaistītu centralizētos līdzekļus zemes nosusināšanai, pārāk liela uzmanība tika pievērsta glejošanās pazīmju konstatēšanai. Jāņem vērā, ka liela daļa izdalīto glejoto augšņu ir saistītas ar virsējo ūdeņu izraisīto glejošanās procesu, kuru ne vienmēr var novērst ar tradicionālo nosusināmo sistēmu izbūvēšanu. Vienlaikus augšņu kartēšanas rezultāti rāda, ka Latvijā ļoti lielu uzmanību vajadzētu pievērst augsnes sablīvēšanās problēmai.

Pēc lauksaimniecības zemju un arī daļēji meža zemju augsnes kartēšanas datiem zemā purva un pārejas purva kūdraugšnes pagājušā gadsimta otrajā pusē aizņēma 12% kartētās teritorijas. Domājams, ka kūdras mineralizācijas un sēšanās procesa rezultātā šo augšņu platības Latvijā ir būtiski samazinājušās. Tas ir viens no svarīgākajiem tuvākā nākotnē pētāmiem jautājumiem siltumnīcas efektu izraisīto gāzu emisijas kontekstā.

Salīdzinot vēsturisko augšņu kartēšanas datus ar mūsdienu situāciju, pētījuma rezultātā tika konstatēts, ka situācija dabā un vēsturiskās kartēs atšķiras. Pirmkārt, atšķirības izraisa augšņu klasifikācijas sistēmu atšķirības (piezīme: Latvijā augšņu kartēšanas dažādās kārtās tika izmantotas atšķirīgas augšņu kartēšanas sistēmas, kas atšķīrās savā starpā un atšķiras arī no pašreizējās augšņu klasifikācijas sistēmas), otrkārt, laika gaitā ir mainījušās augšņu īpašības, treškārt, dažādās teritorijās ir ļoti atšķirīga vēsturisko augšņu karšu kvalitāte.

Latvijā aktuāls jautājums ir Latvijas augšņu kartēšana atbilstoši Pasaules augšņu klasifikatoram jeb saīsināti PAK (*World Reference Base for Soil Resources*). Pētījumi (Nikodemus u.c., 2018) rāda, ka Latvijas klasifikācijas sistēmas taksoni nav tieši salīdzināmi ar PAK, jo principi, kā tie tiek izdalīti, ir ļoti atšķirīgi. Nākotnē Latvijas augsnes zinātnes izaicinājumi saistāmi ar jaunas augsnes klasifikācijas sistēmas izstrādāšanu un augsnes izpētes metodikas harmonizēšanu un pielāgošanu pasaulē un Eiropas Savienībā pielietotajiem standartiem, kā arī starptautiskajām augšņu klasifikācijas sistēmām. Bioekonomikas sekmīga attīstība nav iedomājama bez jaunas mūsdienu prasībām atbilstošas augšņu informācijas un kartogrāfiskā materiāla.

Lauksaimniecības zemju transformācija mežu zemēs atspoguļojas izmaiņās oglekļa akumulācijā, pH vērtībā, atsevišķu barības elementu ( $K_2O$ ,  $P_2O_5$ ), kā arī ekstrahējamā Al un Fe koncentrācijā (Kasparinskis, 2012). Mainās arī augšņu humifikācijas process (Kukuļs, 2018). Pētījumi rāda, ka labi iekultivētās lauksaimniecības zemēs apmežošanās rezultāta sākumā samazinās augsnes produktivitāte, kā arī samazinās oglekļa krājumi augsnē, kas ir svarīga atziņa, vērtējot lauksaimniecības zemju transformācijas ietekmi uz oglekļa bilanci ekosistēmās. Minēto procesu izpausmes ir atkarīgas no augsnes granulometriskā sastāva un augsnes iekultivēšanas pakāpes. No augsnes kvalitātes aspekta līdz ar to nav viennozīmīgi vērtējama lauksaimniecības zemju apmežošana. Sevišķi strauji augsnes kvalitāte pasliktinās aizaugušas lauksaimniecības zemes transformējot aramzemē.

### Secinājumi

1. Digitalizētā Latvijas lauksaimniecības zemju augšņu karte mērogā 1:10000 paver jaunas iespējas augsnes datu izmantošanā lauksaimniecībā, vides aizsardzībā, mežsaimniecībā, zemes kvalitatīvā vērtēšanā, tomēr tā pilnībā neatrisina aktuālās problēmas, kas ir saistītas ar minēto jomu aktuālajām problēmām (piemēram, oglekļa bilances aprēķiniem, meliorācijas perspektīvo plānu izstrādāšanu, augsnes degradācijas novērtēšanu u.c.).
2. Lai pilnveidotu Latvijas augšņu informācijas sistēmu, valstī nepieciešams izstrādāt jaunu metodiku augšņu kartēšanai mērogā 1:10000 un pakāpeniski aktualizēt esošās augsnes kartes.
3. Viena no aktuālākajām problēmām ir organisko augšņu izplatības zinātniski pamatota izvērtēšana.
4. Latvijā nepieciešams pilnveidot Latvijas augšņu klasifikācijas sistēmu, kas dotu iespēju, izmantojot vienus un tos pašus indikatorus, augsni klasificēt pēc Latvijas augšņu klasifikācijas sistēmas un Pasaules augšņu klasifikatora.
5. Lauksaimniecības zemju transformācija meža zemēs no augsnes kvalitātes saglabāšanas viedokļa vērtējama neviennozīmīgi.

**Pateicība.** Pētījums veikts ar Eiropas Ekonomikas zonas finanšu instrumenta 2009. – 2014. gada perioda programmas „Nacionālā klimata politika” projekta „Nacionālās sistēmas pilnveidošana siltumnīcefekta gāzu inventarizācijai un ziņošanai par politikām, pasākumiem un prognozēm” apakšprojekta „Ilgtspējīgas zemes resursu pārvaldības veicināšana, izveidojot digitālu augšņu datubāzi”, Latvijas Zinātnes Padomes granta „Lauksaimniecībā izmantojamo zemju apmežošanās anavekoloģisks vērtējums” (Nr. 09.1118) un Latvijas Universitātes projekta „Klimata pārmaiņas un dabas resursu ilgtspējīga izmantošana” (ZD2016/AZ03) finansiālu atbalstu.

### Izmantotā literatūra

1. *Latvijas augšņu noteicējs* (2009). A. Kārklīņa redakcijā. LLU. Jelgava. 240 lpp.
2. Kasparinskis, R. (2012). *Latvijas meža augšņu daudzveidība un to ietekmējošie faktori*. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte. Rīga. 154 lpp.
3. Kukuļs, I. (2018). *Latvijas meža augšņu humusa raksturojums un veidošanās lauksaimniecības zemju apmežošanās rezultātā*. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte. Rīga. 160. lpp.
4. Nikodemus O., Kārklīšs A., Kasparinskis R. (2018). Augsnes sega. No: *Latvija, zeme, daba, tauta, valsts*. Zin. red. O. Nikodemus, M. Kļaviņš, Z. Krišjāne, V. Zelčs. Latvijas Universitāte. Rīga, 332.–364. lpp.
5. *Zemes politikas pamatnostādnes 2008. – 2014. gadam*. LR Ministru kabineta 2008. gada 13. oktobra rīkojums Nr. 613. [Tiessaiste] [skatīts 15.05.2018.]. Pieejams: <https://likumi.lv/doc.php?id=182424>.

## KĀ NODROŠINĀT LATVIJU AR VIETĒJIEM AUGĻIEM

*Edīte Kaufmane, Māra Skrīvele*

Dārzkopības institūts, Latvija  
edite.kaufmane@llu.lv

Augļkopībai Latvijā ir senas tradīcijas. Latvijas brīvvalsts laikā vietējo tirgu piepildīja ne tikai āboli, bet arī plūmes. Latgales ‘Antonovka’ un dažas citas šķirnes tika eksportētas uz Rietumeiropu un Ziemeļeiropu – 800 līdz 1000 t gadā. Tika uzsākts upeņu eksports uz Rietumeiropas valstīm, kur ogu kvalitāte, it sevišķi pārstrādes produktu, novērtēta ļoti augsti. Dārzu stādīšanu 1930-tajos gados regulēja Zemkopības ministrija un Lauksaimniecības kameras (LK) Dārzkopības nodaļa ar stādu un augļu kvalitāti nodrošinošiem likumiem. Vairākas dārzkopības skolas un Bulduru dārzkopības vidusskola sagatavoja kvalificētus instruktorus. No tiem 21 algoja LK centrālā valde. Gandrīz katrā pagastā bija pārraudzības biedrības, kuras arī algoja instruktorus. Zinātniskos pētījumus veica daži Latvijas Universitātes pasniedzēji, jo 1930. gadā dibinātā Pūres dārzkopības izmēģinājumu stacija tikko uzsāka stādījumu veidošanu šķirņu pārbaudei. Jaunajos dārzos stādīja galvenokārt Rietumeiropas šķirnes, no kurām liela daļa izsala nākamajās bargajās ziemās vai aizgāja bojā II Pasaules kara apstākļos. Pagājušā gs. piecdesmitajos gados 26 saimniecībās pēc PSRS parauga iestādīja 200–300 ha lielus dārzus. Nākamās bargās ziemas bojājumi rādīja, ka lielas dārzu platības Latvijas reljefam nav piemērotas, izņemot Zemgales dienvidu novadus. Turpmākajos gados dārzu kopšana bija atkarīga no vadības, jo specializāciju dārzkopībā saimniecības bija zaudējušas. Tomēr ar ienākumiem no augļiem un ogām vai to pārstrādes produktiem, sedza zaudējumus citās nozarēs. Tā kā veikalos augļu un ogu nebija, strauji pieauga mazdārziņu skaits, kuru kopēji zināšanas apguva Dārzkopības biedrības organizētajosursos Rīgā pat Tautas universitātē (Kaufmane *et al.*, 2017).

Pašlaik vietējais tirgus netiek nodrošināts ar vietējiem augļiem. Iespaidu par augļu pārpilnību ik pārgadus rada mazdārziņi. To produkcija nenonāk veikalos plauktos. Kvalitatīvu ābolu trūkst, it sevišķi ziemas otrajā pusē. Saskaņā ar Lauku atbalsta dienesta (LAD) datiem, komerciālu augļu dārzu platības, kuros tiek izmantotas integrētās un bioloģiskās audzēšanas metodes, ik gadus pieaug. Sevišķi strauji palielinās krūmmelleņu, smiltsērķšķu un krūmcidoniju stādījumi. Kā rāda apsekošana, ne vienmēr dārzi tiek pienācīgi kopti un to ražība ir ļoti zema. Centrālās statistikas pārvaldes (CSP) dati ir neprecīzi, jo tiek uzskaitīti tikai lielveikalos un “Skolas augļa” programmā realizētie augļi. Taču liela daļa augļu un ogu tiek pārdotas uz vietas saimniecībās un vietējā tirgū. Trūkst arī kvalitatīvu bumbieru, plūmju, saldo un skābo ķiršu.

Rakstam izmantoti dati un novērojumi, kas iegūti Dārzkopības institūta pētījumos, kā arī dažādu novadu saimniecībās vairāk nekā desmit gadu laikā: par šķirnēm, potcelmiem, audzēšanas tehnoloģijām, kā arī saimniecību attīstību atkarībā no dārzu platības, reljefa un augsnes.

**Mērķis** ir apzināt galvenos faktorus, kas traucē nodrošināt tirgu ar vietējiem augļiem un ogām, kā arī rast risinājumus traucējošo faktoru novēršanai.

Apzināti nozīmīgākie nozares attīstību traucējošie faktori. Daudzgadīgo augļu koku stādījumu iekārtošanai, līdzīgi kā mežiem, nepieciešama kvalificēta vadība, konsultatīva palīdzība darba uzsākšanai. Trūkst zināšanu, kuras nevar iegūt ne lasot, ne klausoties lekcijas, ne aplūkojot dārzus citās valstīs un novados, arī izmēģinājumu iestādēs, t.i., prasme izvērtēt sava dārza apstākļus, izvēloties piemērotu vietu un dārzu lielumu, augsnes sagatavošanas paņēmieni, arī šķirņu sortimentu un audzēšanas tehnoloģijas. Tas viss jāpiemēro klimatiskiem un katras saimniecības vietējiem apstākļiem, ne citos apstākļos redzētajam. Jāapgūst arī dažādo augļaugu specifiskā fizioloģija un prasības augsnes īpašību ziņā, kas ļaus izvēlēties piemēram, vēlamo vainagu veidošanas laiku un augsnes kopšanas veidu.

Trūkst kvalificētu speciālistu – konsultantu, un arī ekonomiska rakstura pētījumu, lai šādas konsultācijas nodrošinātu. Šobrīd augļkopības konsultantu funkcijas veic tikai zinātnieki, kam bieži vien ir šaura specializācija. Līdzšinējā zinātnes finansēšanas sistēma neļāva veikt augļkopībai tik nepieciešamos ilgstošos lauka izmēģinājumus dažādos apstākļos, ar dažādu saimniekošanas sistēmu, tā dodot arī zinātniekiem iespēju iegūt šādas zināšanas. Nav bijusi iespēja veikt nopietnus pētījumus par bioloģisko augļu un ogu audzēšanu.

Novados nav mazo saimniecību kooperācijas, kas ļautu ekonomiski izmantot gan tehniku, gan transportu, gan glabātavas un realizāciju. Trūkst kvalitatīva stādmateriāla, jo nav aprobētu šķirņu potzaru un arī potcelmu mātes dārzu.

**Risinājumi.** Latvijas reljefs, augsne un klimatiskie apstākļi ir ļoti dažādi. Laikus neattīstot mazās zemnieku saimniecības, laukos samazinājās iedzīvotāju skaits. Dažāda līmeņa profesionālās apmācības trūkums, izraisīja kvalificētu darbinieku trūkumu. Visi apstākļi liecina par labu nelielu vai vidēji lielu

saimniecību izveidei katra kultūrauga audzēšanai piemērotās vietās un to iesaistīšanai vietējos kooperatīvos līdzīgi kā tas ir Polijā. Lielāki augļu koku dārzi iespējami Zemgalē, dzērvenes un krūmmellenes vislabāk audzēt purvos. Pat 2017. gada plūdi liecina par labu mazu stādījumu izveidei tiem piemērotās vietās.

Augļkopība ir pirmā lauksaimniecības nozare, kura uzsāka integrētās audzēšanas sistēmas ieviešanu augļu un ogu dārzos. Saskaņā ar LAD datiem, 2016. gadā, salīdzinot ar 2009. gadu, integrēto un bioloģisko saimniecību platības ābelēm pieaugušas no 572 līdz 864 ha, bumbierēm no 72 līdz 110 ha, smiltsērķšķīem – no 32 līdz 98 ha, dzērvenēm – no 45 līdz 87 ha, krūmmellenēm – no 126 līdz 185 ha, bet visstraujāk septiņu gadu laikā augušas krūmcidoniju platības – no 3.4 līdz 21 ha. Plūmēm, ķiršiem, upenēm, jānogām un avenēm platības palikušas nemainīgas vai samazinājušās.

Sāk veidoties demo saimniecības, kas ir pagaidu risinājums konsultāciju sistēmas izveidei. Taču nopietni jādomā par demo saimnieku apmācību, lai apkārtējās saimniecības var saņemt kvalitatīvas konsultācijas. Uzsākta augļkopības profesionālās apmācības sistēmas uzlabošana, tajā vairāk vērtības jāpievērš praktisko darbu saistībai ar augļaugu fizioloģiju un augsnes īpatnībām.

Mērķtiecīga selekcijas darba rezultātā radītas kraupja izturīgas un imūnas ābeļu šķirnes. Uzsākta to pārbaude un audzēšanas tehnoloģiju izstrāde bioloģiskajās un integrētajās saimniecībās. Izveidotas un Latvijā reģistrētas pirmās krūmcidoniju šķirnes, uzsākta to pavairošana *in vitro* un audzēšanas tehnoloģiju izstrāde. Izveidotas lielaugļu plūmju, saldo ķiršu un avenju šķirnes, ziemas bumbieru, ērkšķogu un upeņu šķirnes, kas tiek pārbaudītas saimniecībās dažādos klimatiskajos un audzēšanas apstākļos. Mērķtiecīgs selekcijas darbs šobrīd tiek turpināts ābelēm, kas ir plašāk audzētais augļaugšs Latvijā, īpašu vērtību piegriežot slimību izturībai, kā arī vasaras avenēm, pēc kurām strauji aug pieprasījums no pārstrādes uzņēmumiem (Kaufmane *et al.*, 2013).

Labākajās saimniecībās, atkarībā no augšanas apstākļiem un realizācijas iespējām, apzinātas piemērotākās komercšķirnes ābelēm. Visi komercdārzi ābelēm izmanto tikai maza vai vidēja auguma potcelmus. Sadarbībā ar plūmju, ķiršu, bumbieru un ogulāju komercaudzēšanas saimniecībām, jāprecizē piemērotāko šķirņu saraksti un jāattīsta to audzēšanas tehnoloģijas.

Ir veikti pētījumi par plašāk audzēto šķirņu un potcelmu saderību, vainagu veidošanas īpatnībām, apūdeņošanas un fertigācijas ietekmi, kas jāturpina dažādos audzēšanas apstākļos, iesaistot saimniecības. Ogulāju audzēšanai svarīgi meklēt jaunas risku mazinošas audzēšanas tehnoloģijas (Kaufmane *et al.*, 2013).

Izvērtēta inovācīvo augļu uzglabāšanas metožu (ULO un apstrāde ar MCP-1) piemērotība Latvijā plašāk audzētajām šķirnēm. Pašreizējos apstākļos, kad dārzos ir plašs šķirņu sortiments un trūkst ziemas šķirņu, kuru augļi sasniedz lietošanas gatavību jau vākšanas laikā, vietējās šķirnes nav īsti piemērotas. Šīs metodes nenodrošina arī pietiekami augstu ābolu kvalitāti glabāšanas laika beigās, ja tie iepriekš nav rūpīgi sašķīroti. Pētījumus par MCP-1 metodes piemērotību būtu lietderīgi turpināt arī vasaras un rudens šķirnēm, precīzi ievērojot augļu kalibrēšanu.

Saimniecībās un arī institūtā ābeļu dārzi uz maza un vidēja auguma potcelmiem sasnieguši jau 20 gadu vecumu, kad to kopšana kļūst aizvien darbietilpīgāka. Tāpēc tiek plānots uzsākt vainaga atjaunošanas un ražas normēšanas mehanizācijas pētījumus institūtā un zemnieku saimniecībās.

Notiek RIMpro programmas izmantošana kraupja un ābolu tinēja ierobežošanas laiku prognozēšanai sēklenkokiem. Nozīmīgākajiem augļaugiem veikts kaitīgo un derīgo organismu monitorings komercdārzos, veicot pētījumus par to attīstības prognozēšanas un ierobežošanas metodēm. Jāturpina pētījumi šajā virzienā, vairāk uzmanības pievēršot retajām augļaugu sugām. Jāmeklē risinājumi augu aizsardzībai bioloģiskajā augļkopībā.

Labāko saimniecību pieredze, kā arī tas, ka pašlaik netiek nodrošināts vietējais svaigu augļu tirgus, kā arī trūkst izejvielu strauji augošajiem pārstrādes uzņēmumiem, kuri attīsta eksportu, liecina par augļkopības nozares attīstības perspektīvu.

#### Izmantotā literatūra

1. Kaufmane, E., Skrīvele, M., Ikase L. (2017). Fruit-growing in Latvia – industry and science. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact and Applied Sciences*, Vol.71, Issue 3, pp. 237–247.
2. Kaufmane, E., Skrīvele, M., Rubauskis, E., Strautiņa, S., Ikase, L., Lācis, G., Segliņa, D., Moročko-Bičevska, I., Ruisa, S., Priekule, I. (2013). Development of fruit science in Latvia. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact and Applied Sciences*, Vol.67, No. 2 (683), pp. 71–83.



## OLBALTUMVIELĀM BAGĀTI INOVATĪVI PĀRTIKAS PRODUKTI NO PĀKŠAUGIEM

*Asnate Ķirse, Sandra Muižniece-Brasava, Liene Strauta,  
Ruta Galoburda, Daina Kārklīņa, Evija Puiškina*  
Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
asnate.kirse@llu.lv

Mūsdienu dzīvesveids ir būtiski mainījis ēšanas paradumus visā pasaulē, kā rezultātā ievērojami audzis pieprasījums pēc gataviem produktiem tūlītējai lietošanai. Tomēr gandrīz puse Latvijas iedzīvotāju (48%) izvēlas uzturā lietot ātrās uzkodas, kas galvenokārt sastāv no maizes un miltiem, gaļas pusfabrikātiem, kartupeļiem; tajā pašā laikā Latvijas lauksaimniecībā tiek prognozēts pākšaugu ražas pieaugums, kas nodrošinātu lielāku pieejamību vietējai izejvielai – pākšaugiem. Pākšaugi ir svarīgs olbaltumvielu un šķiedrvielu avots lielai daļai pasaules iedzīvotāju, turklāt jau izsenis lietoti attīstības valstu uzturā kā ekonomiska un veģetāra dzīvnieku olbaltumvielu alternatīva. Pupiņas, piemēram, satur līdz 26% olbaltumvielu, zirņi – 23%, lēcas – 26% no sausas. Pākšaugi ir bagāts B<sub>6</sub> vitamīna avots, kas organismam nodrošina normālu aminoskābju vielmaiņu. To sastāvā esošais B<sub>2</sub> vitamīns nodrošina enerģijas procesus šūnā, normālu tauku un proteīnu vielmaiņu, magnijs – normālu sirds darbību, mangāns – enzīmu darbību, savukārt varš piedalās organisma vielmaiņas procesos. Pākšaugi satur daudz mazāk tauku nekā dzīvnieku valsts produkti, un tie ir arī neatņemama veģetāra un vegāna uztura sastāvdaļa (Messina, 2014; Padhi, Ramdath, 2017). Tomēr, neskatoties uz pākšaugu nozīmīgumu cilvēku uzturā, to patēriņš Eiropā ir tikai 1/3 no vidējā pākšaugu patēriņa pasaulē (7.2 kg uz iedzīvotāju); vidējais pākšaugu patēriņš uz vienu iedzīvotāju Latvijā 2017. gadā bija 2.92 kg. Galvenais pākšaugu zemā patēriņa iemesls ir to ilga pagatavošanas laiks. Tāpēc cilvēki nereti labprātāk izvēlas uzturā lietot graudaugu produktus, kas iegādājami un atrodami daudz lielākā klāstā un ir ātrāk pagatavojami. Šī iemesla dēļ inovatīvi produkti no pākšaugiem, kas samazina vai izslēdz to laikietilpīgo pagatavošanu, būtu lieliska izvēle patērētājiem mūsdienu straujajā dzīves ritmā.

Pētījuma mērķis bija izstrādāt jaunus risinājumus inovatīvu pārtikas produktu ieguvei (att.), ņemot vērā mūsdienu iedzīvotāju straujo dzīvesveidu un mainīgos ēšanas paradumus – gatavi produkti tūlītējai lietošanai un īss pagatavošanas laiks, kā arī izvērtēt vietējās izejvielas piemērotību šādu produktu izstrādei un veikt dažādu jaunu apstrādes un iepakojšanas tehnoloģiju ietekmes izvērtējumu uz produktu kvalitāti uzglabāšanas laikā.



Att. Inovatīvie pākšaugu produkti: a) pastētes, b) ekstrudēti pākšaugi, c) ekstrudētu pākšaugu batoniņi.

Ekspimenti veikti laika posmā no 2013. līdz 2018. gadam, produktu izstrāde un analīzes veiktas Latvijas Lauksaimniecības universitātes Pārtikas tehnoloģijas fakultātes laboratorijās, LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā, SIA J.S. Hamilton Baltic, SIA Milzu un izstāžu centrā Ķīpsala starptautiskās pārtikas izstādes “Rīga Food” laikā 2013., 2014., 2015., 2016. un 2017. gadā. Pētījumā izmantoti šādi pākšaugi: pelēkie zirņi (*Pisum sativum* subsp. *arvense* (L.) Asch.) ‘Bruno’, cūku pupas (*Vicia faba* var. *major* (L.) ‘Bartek’ un lauka pupas (*Vicia faba* var. *minor* (L.) ‘Lielplatone’.

Pākšaugu pastēte gatavota no pelēkajiem zirņiem, rapšu eļļas, citronskābes un Himalaju sāls, kā arī citām garšvielām pastēšu garšas dažādošanai. Pēc pastēšu iepakojšanas to ilgstošas uzglabāšanas nodrošināšanai veikta apstrāde, izmantojot divus tehnoloģiskos risinājumus: *sous vide* tehnoloģiju ūdens vannā 80 °C temperatūrā 15 min, un apstrādi augstspiedienā Iso-Lab augstspiediena pilotiekārtā (S-FL-100-250-09-W, Stansted Fluid Power Ltd., Lielbritānija) 700 MPa spiedienā 10 min. Pākšaugu pastētes uzglabātas 5.0±1.0 °C temperatūrā dienasgaismā (400 līdz 1000 lx). Ekstrudētie pākšaugi gatavoti no samaltiem pākšaugiem, kas sajaukti ar ūdeni (9% pelēkiem zirņiem, 9% cūku pupām un 11% lauka pupām) homogēnā masā un ekstrudēti, izmantojot divu skrūvju ekstrūderi (SLG65–III, Datong Machinery Ltd., Ķīna) temperatūru režīmā 50/150/170 °C, pēc tam ekstrudētie pākšaugi kaltēti līdz 7% mitrumam. Ekstrudētajiem pākšaugiem uzklātas 2 veidu glazūras: sāļās un saldās. Iepakotie produkti uzglabāti istabas temperatūrā. Ekstrudētu pākšaugu batoniņi gatavoti no ekstrudētiem pelēkajiem zirņiem, tos sajaucot ar karamēļu masu un piedevām, tad formējot batoniņus. Pēc iepakojšanas produkti uzglabāti istabas

temperatūrā ( $18.0 \pm 1.0$  °C). Produktiem uzglabāšanas laikā izvērtēta mikrobioloģiskā, fizikāli-ķīmiskā un sensorā kvalitāte, aprēķināta produktu enerģētiskā vērtība un noteikts optimālais derīguma termiņš.

Izstrādātie produkti ir olbaltumvielām un šķiedrvielām bagāta alternatīva tradicionāliem analogiem (tab.). Pākšaugu pastētes, ekstrudētus pākšaugus un ekstrudētu pākšaugu batoniņus atzinīgi novērtējuši arī patērētāji, un paredzams, ka daļa produktu drīzumā parādīsies veikalu plauktos. Pētījuma rezultāti rāda, ka no pākšaugiem var iegūt kvalitatīvus pārtikas produktus ar sabalansētu uzturvērtību, turklāt ar progresīvu apstrādes un iepakojšanas tehnoloģiju palīdzību iespējams pagarināt produktu derīguma termiņu.

Tabula

**Inovātīvo pākšaugu produktu raksturojums**

Parametri	Izstrādātie produkti		
	Pākšaugu pastētes	Ekstrudēti pākšaugi	Ekstrudētu pākšaugu batoniņi
Inovācija	– olbaltumvielām un šķiedrvielām bagāta alternatīva pastētēm	– olbaltumvielām bagāta alternatīva graudaugu uzkodām	– olbaltumvielām bagāta alternatīva graudaugu batoniņiem
Produktu veidi	– pastēte ar brušetu, papriku, sīpoliem, grauzdētām sezama sēkliņām, zaļumiem un bez garšvielām	– produkti bez glazūras un garšvielām; – saldie produkti – ar šokolādi un mandelēm; – sāļie produkti – ar barbekjū, ceptu sīpolu, šķiņķa, pikanto garšu	– saldie batoniņi – ar vieglu karamēlu garšu, godži ogām un kaņepju sēkliņām – sāļie batoniņi – ar saulē kaltētiem tomātiem un ķiploku, ingveru un vasabi, skābo krējumu un sīpoliem
Iepakojšanas risinājumi	– caurspīdīgi PA/PE maisiņi, vakuums; – gaismu necaurlaidīgi PET/ALU/PA/PP maisiņi, vakuums	– matēti OPP/PPP maisiņi, gaisa vide / ar skābekļa absorbentu. – gaismu necaurlaidīgi PET/ALU/PA/PP maisiņi, gaisa vide / ar skābekļa absorbentu	– biodegradējami PLA maisiņi, gaisa vide / ar skābekļa absorbentu
Derīguma termiņš	– 57 dienas pēc <i>sous vide</i> apstrādes; – 62 dienas pēc augstspiediena apstrādes	– 12 mēneši glazētiem produktiem; – 24 mēneši neglazētiem produktiem	– 9 mēneši gaisa vidē; – 12 mēneši ar skābekļa absorbentu
Uzturvērtības rādītāji	– ‘daudz proteīna’* ( $> 7.1$ g $100$ g <sup>-1</sup> ); – ‘daudz šķiedrvielu’*; – pievienotais sāls $< 0.38$ g $100$ g <sup>-1</sup> ; – enerģētiskā vērtība $< 550$ kJ $100$ g <sup>-1</sup>	– ‘daudz proteīna’* ( $> 22$ g sāļiem produktiem $100$ g); – ‘proteīna avots’* ( $> 15$ g saldiem produktiem $100$ g); – ‘daudz šķiedrvielu’*; – ‘maz tauku’* un ‘maz sāls’* neglazētos produktos; – pievienotais cukurs $< 11$ g (saldiem produktiem); – enerģētiskā vērtība $< 1400$ kJ $100$ g <sup>-1</sup>	– ‘proteīna avots’* ( $> 13.7$ g $100$ g <sup>-1</sup> ); – ‘daudz šķiedrvielu’*; – enerģētiskā vērtība $< 1530$ kJ $100$ g <sup>-1</sup> ; – par 170% vairāk proteīna; <sup>§</sup> – par 60% mazāk tauku; <sup>§</sup> – par 15% mazāk ogļhidrātu; <sup>§</sup> – līdz 400 kJ mazāk enerģijas; <sup>§</sup>
Pētījuma aprobācija	A. Ķirses promocijas darbs, aizstāvēts 2017. gada aprīlī	L. Strautas promocijas darbs, aizstāvēts 2017. gada jūnijā	E. Puišķinas maģistra darbs, aizstāvēšana 2018. gada jūnijā

\* Regula (EK) Nr. 1924/2006

§ salīdzinājumā ar tirdzniecībā pieejamiem batoniņiem

**Pateicība.** Pētījumi veikti ar ES 7. ietvara programmas pētniecības projekta Nr. 613781 EUROLEGUME “Ilgtspējīgu pākšaugu audzēšanas tehnoloģiju izstrāde un to izmantošanas veicināšana proteīna nodrošināšanai Eiropā pārtikas un lopbarības ražošanā” atbalstu.

**Izmantotā literatūra**

- Messina, V. (2014). Nutritional and health benefits of dried beans. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 100, No. 1, pp. 437–442.
- Padhi, E.M.T., Ramdath, D.D. (2017). A review of the relationship between pulse consumption and reduction of cardiovascular disease risk factors. *Journal of Functional Foods*, Vol. 38, pp. 635–643.

## AUGĻKOPĪBAS BIOLOĢISKO PAMATU PĒTĪJUMU REZULTĀTI DĀRZKOPĪBAS INSTITŪTĀ

*Gunārs Lācis, Inga Moročko-Bičevska, Dalija Segliņa, Pawel Gornas*

Dārzkopības institūts, Latvija

gunars.lacis@llu.lv

Zināšanas par augļaugu bioloģiju, mijiedarbību ar citiem organismiem mainīgajos vides apstākļos, jaunām izmantošanas iespējām veselīgas pārtikas radīšanā un pilnveidošanā ir nepieciešamas sekmīgai augļkopībasun ar to saistīto nozaru attīstībai. Tāpēc mērķis vienam no Dārzkopības institūta (DI) pētniecības virzieniem ir zinātniskām metodēm iegūt jaunas zināšanas, sekmējot dārzkopības un ar to saistīto bioloģijas, ķīmijas, pārtikas zinātņu nozaru ilgtspējīgu attīstību, radot informatīvo bāzi pielietojamajiem pētījumiem. Augļkopības bioloģisko pamatu pētījumi tiek īstenoti vairākos savstarpēji saistītos virzienos: augu ģenētika un molekulārā bioloģija, augu patoloģija un entomoloģija, un augļaugu un to pārstrādes produktu ķīmija.

Radot un ieviešot praktiskajā augļkopībā jaunas, ilgtspējīgas audzēšanas tehnoloģijas, ir būtiski izprast izmantoto augu sugu bioloģiju, iedzimtības mehānismus, definēt vērtīgās pazīmes un identificēt to iespējamus donorus, izvērtēt vietējo, klimatam adaptēto augu materiālu. DI Ģenētikas un biotehnoloģiju nodaļa kopš tās izveides veikusi Latvijas augļaugu ģenētisko resursu izvērtēšanu un izpēti, pielietojot dažādas molekulāro marķieru tehnoloģijas ģenētiskās daudzveidības raksturošanai, šķirņu identifikācijas pilnveidošanai. Piemēram, aveņu šķirņu kolekcijas un selekcijas materiāla izvērtēšana Baltijas reģionam piemērotu šķirņu selekcijai (Lācis *et al.*, 2017b), Latvijā audzēto smiltsērķšķu šķirņu ģenētiskās daudzveidības izpēte (Lācis *et al.*, 2017a). Augļaugu ģenētisko resursu izpēte ietver arī noteiktu kultūraugu vēsturiskās izcelsmes un audzēšanas izplatības apzināšanu. Tādējādi ticis apzināts Latvijā audzēto vīnogu materiāls (Vēsmiņš *et al.*, 2016). Iegūtās zināšanas tālāk izmantotas ģenētisko resursu saglabāšanas pilnveidošanai, selekcijas izejmateriāla atlasei, precīzākai identifikācijai.

Pielietojot jaunākās ģenētikas un biotehnoloģiju metodes, tiek veikti pētījumi par augļaugu un biotisko stresa faktoru (slimības) mijiedarbības mehānismiem, izturībai specifisko molekulāro marķieru izstrāde (ābeļu, bumbieru kraupis), dārzaugu patogēnu un saimniekaugu mijiedarbības ģenētisko un bioloģisko aspektu uzglabāšanas laikā izpēte (āboliem un bumbieriem). Pētījumu mērķis ir izziņāt augu dabīgos aizsardzības mehānismus izturībai pret sēņu izraisītajām slimībām, identificēt to tālākās izmantošanas iespējas selekcijā (Lācis *et al.*, 2015). Veikta 324 ābeļu un 242 bumbieru genotipu izturības pret kraupi novērtēšana lauka apstākļos un analizēta tās saistība ar specifiskās un vispārīgās izturības gēniem. Iesaistīto gēnu ekspresijas pētījumi papildus veikti 192 paraugiem, kā arī analizētas mRNS un miRNS 32 ābeļu šķirņu paraugkopai. Šobrīd uzsākti pētījumi par ābolu un bumbieru mijiedarbību ar glabāšanas slimību izraisītājiem, un augļu izturības mehānismiem.

Viens no apdraudošiem faktoriem augu audzēšanā ar vidi saudzējošām tehnoloģijām ir patogēno organismu izraisītas slimības, ar kurām nākas saskarties augļkopības nozarē. Mainoties audzēšanas tehnoloģijām, šķirnēm un klimatiskajiem apstākļiem, mainās arī patogēnu populāciju struktūra, veidojas arvien jaunas un agresīvākas rases un slimību formas, kā rezultātā palielinās patogēnu izplatības un šķirņu rezistences pārvarēšanas iespējas. Patogēnu un nozīmīgāko kaitēkļu izplatības noteikšana, patogēnu vietējo populāciju daudzveidības izpēte un rasu sastāva noskaidrošana veikta ar mērķi salīdzināt patogēnu populācijas Latvijā un citās valstīs, kas dod iespēju paredzēt patogēnu agresivitātes palielināšanos, jaunu slimību formu veidošanos un izplatības iespējas, kā arī nodrošinās zināšanas mērķtiecīgai jaunu šķirņu selekcijai un rezistentu augu formu atlasei. Pētījumos pielietotas gan klasiskās mikrobioloģijas un augu patoloģijas metodes, gan molekulārās bioloģijas metodes.

DI Augu patoloģijas un entomoloģijas nodaļā veikti pētījumi par augiem kaitīgajiem organismiem vairāku nacionālu un starptautisku projektu ietvaros. Galvenā uzmanība bijusi pievērsta dažādu augļkokiem nozīmīgu vīrusu izplatības, ģenētiskās daudzveidības izpētei un stādmateriāla atvaseļošanai (Pūpola *et al.*, 2011; Gospodaryk *et al.*, 2013; Zuļģe *et al.*, 2017), zemeņu sakņu kakla puves izpētei (Moročko-Bičevska, Fatehi, 2011), upeņu reversijas vīrusa un tā vektora *Cecidophyopsis* ērcu izpētei (Stalažs, Moročko-Bičevska, 2016; Zuļģe *et al.*, 2018). Pētījumi turpinās par ābeļu un bumbieru kraupja ierosinātāju *Venturiapyrina* un *V. inaequalis* ģenētiskās daudzveidības un rasu sastāva noskaidrošanu, tai skaitā starptautiska pētījumu tīkla VINQUEST ietvaros. Pēdējos gados veikta aktīva smiltsērķšķu slimību un kaitēkļu izpēte (Konavko *et al.*, 2016; Stalažs & Balalaikins, 2017), kā arī uzsākti pētījumi par *Neofabraea* sēņu virulenci un to mijiedarbību ar saimniekaugiem (ābeles, bumbieres).

Pēc statistikas datiem pēdējā desmitgadē augļu audzēšana ir pieaugusi par 25% (FAOSTAT, 2016). Pārstrādes rezultātā pieaug arī ražošanas blakusproduktu daudzums. Sēklas un augļu kauliņi veido ievērojamu atkritumu daļu. Piemēram, no cidonijām (*Cidonia oblonga*), āboliem (*Malus domestica*) un vīnogām (*Vitis*) iespējamais sēklu daudzums tālākai pārstrādei var sasniegt nozīmīgus apjomus (attiecīgi, 32–57 tūkstoši, 81–566 tūkstoši un 2–5 milj. t gadā) (Górnaš and Rudzińska, 2016). Sēklas ir lipofilo savienojumu avots. Eļļa, kas iegūta no augļu kauliņiem un sēklām, ir bagāta ar bioaktīviem savienojumiem, piemēram, tokohromanoliem, neaizvietojamām taukskābēm, fitosterīniem, karotinoīdiem un skvalēniem (Górnaš *et al.*, 2016; Górnaš and Rudzińska, 2016; Górnaš *et al.*, 2013). Augu eļļu ķīmiskais sastāvs būtiski ietekmē to piemērotību noteiktām rūpniecības nozarēm. Noskaidrots, ka vīnogu kauliņu eļļas sastāvu ietekmē ne tikai suga (Górnaš and Rudzińska, 2016), bet arī genotips (Górnaš *et al.*, 2016). Latvijā pēdējos gados pieaug krūmcidoniju (*Chaenomeles japonica*) stādījumi, attīstās pārstrāde. Sēklu daudzums krūmcidoniju augļos vidēji ir 10%. No sēklām iegūta eļļa satur augstvērtīgus savienojumus, t.sk. nepiesātinātās taukskābes (dominējošās ir oleīnskābe un linolskābe), kas nozīmīgi izmantošanai farmācijas un kosmētikas nozarēs (Górnaš *et al.*, 2014).

### Izmantotā literatūra

1. FAOSTAT (2016). FAO Statistical Database.[Tiessaiste] [skatīts 14.07.2016.]. Pieejams:<http://faostat3.fao.org>.
2. Górnaš, P., Rudzińska, M. (2016). Seeds recovered from industry by-products of nine fruit species with a high potential utility as a source of unconventional oil for biodiesel and cosmetic and pharmaceutical sectors. *Industrial Crops and Products*, No. 83, pp. 329–338.
3. Górnaš, P., Rudzińska, M., Raczkyk, M., Mišina, I., Soliven, A., Lācis, G., Segliņa, D. (2016). Impact of species and variety on concentrations of minor lipophilic bioactive compounds in oils recovered from plum kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, No. 64, pp. 898–905.
4. Górnaš, P., Siger, A., Segliņa, D. (2013). Physicochemical characteristics of the cold-pressed Japanese quince seed oil: new promising unconventional bio-oil from by-products for the pharmaceutical and cosmetic industry. *Industrial Crops and Products*, No. 48, pp. 178–182.
5. Gornas, P., Signer, A., Juhņēviča, K., Lācis, G., Šnē, E., Segliņa, D. (2014). *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach) seed oil as a rich source of  $\alpha$ -tocopherol, carotenoids and phenolics: A comparison of the composition and antioxidant activity with nine other plant oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, No. 116(5), pp. 563–570.
6. Gospodaryk, A., Moročko-Bičevska, I., Pūpola, N., Kāle, A. (2013). Occurrence of stone fruit viruses in plum orchards in Latvia. *Proceeding of The Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact and Applied Sciences*, No. 67, pp. 116–123.
7. Konavko, D., Malchev, S., Pothier, J.F., Jundzis, M., Moročko-Bičevska, I., Rezzonico, F. (2016). Diversity and host range of *Pseudomonas syringae* in fruit tree species in Latvia. *Acta Horticulturae*, No. 1149, pp. 25–30.
8. Lācis, G., Kota-Dombrovska, I., Bartulsons, T. (2017a). Genetic structure of cultivated Latvian sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) germplasm revealed by molecular markers. *Acta Horticulturae*, No. 1172, pp. 205–212.
9. Lācis, G., Kota-Dombrovska, I., Strautiņa, S. (2017b). Evaluation of red raspberry cultivars used for breeding and commercial growing in the Baltic region. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B: Natural, Exact and Applied Sciences*, No. 71(3), pp. 203–210.
10. Lācis, G., Lāce, B., Blukmanis, M. (2015). Evaluation of the susceptibility of pear cultivars to scab (*Venturiapirina Aderh.*). *Acta Horticulturae*, No. 1099, pp. 741–747.
11. Moročko-Bičevska, I., Fatehi, J. (2011). Infection and colonization of strawberry by *Gnomonia fragariae* strain expressing green fluorescent protein. *European Journal of Plant Pathology*, No. 129, pp. 567–577.
12. Pūpola, N., Moročko-Bičevska, I., Kāle, A., Zeltiņš, A. (2011). Occurrence and Diversity of Pome Fruit Viruses in Apple and Pear Orchards in Latvia. *Journal of Phytopathology*, No. 159, pp. 597–605.
13. Stalažs, A., Balalaikins, M. (2017). Country checklist of *Rhagoletis* Loew (Diptera: Tephritidae) for Europe, with focus on *R. batava* and its recent range expansion. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact and Applied Sciences*, No. 71, pp. 103–110.
14. Stalažs, A., Moročko-Bičevska, I. (2016). Species identification, host range and diversity of *Cecidophyopsis* mites (Acari: Trombidiformes) infesting *Ribes* in Latvia. *Experimental and Applied Acarology*, No. 69, pp. 129–153.
15. Vēsmiņš, G., Ruisa, S., Lācis, G. (2016). Grape genetic resources and breeding in Latvia. *Acta Horticulturae*, No. 1139, pp. 117–122.
16. Zuļģe, N., Gospodaryk, A., Moročko-Bičevska, I. (2018). Occurrence and genetic diversity of Blackcurrant reversion virus found on various cultivated and wild *Ribes* in Latvia. *Plant Pathology*, No. 67, pp. 210–220.
17. Zuļģe, N., Kāle, A., Gospodaryk, A., Vēvere, K., Moročko-Bičevska, I. (2017). Establishment of nuclear stock collections for apple and pear in Latvia. *Proceedings of Latvian Academy of Science, Section B: Natural, Exact and Applied Sciences*, No. 71, pp. 156–165.

## AUGU AUGŠANAS BIOSTIMULATORA CITOKINĪNS

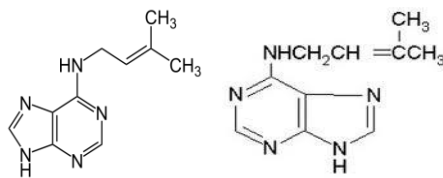
*Simona Larsson<sup>1,2</sup>, Vivita Viksniņa<sup>1</sup>, Oļegs Kukainis<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>SIA Latvijas Humusvielu Institūts / SIA Ražošanas Tehnoloģijas, Latvija;

<sup>2</sup>Biznesa Kompetences Centrs, Latvija  
info@greenok.lv

SIA „Latvijas Humusvielu Institūts” (LHVI) tika izveidots 2009. gadā, lai pētītu un izstrādātu tehnoloģijas bioloģiski aktīvu videi draudzīgu produktu ražošanai, ko, izmantojot inovatīvas tehnoloģijas, īsteno SIA „Ražošanas Tehnoloģijas”. Mūsu uzņēmums stingri atbalsta resursu ilgtspējīgu pārvaldību un vides aizsardzību. Mūsu mērķis ir palīdzēt veidot ekoloģiski tīrāku un ilgtspējīgāku nākotni.

Latvijas zinātnieki ir izstrādājuši oriģinālu, kompleksu un daudzfunkcionālu dabisko produktu – citokinīnu maisījumu – augu augšanas veicinātāju ar plašu pielietojumu dažādiem kultūraugiem. Tas ir biotehnoloģiskās kultivēšanas produkts, ko ražo baktērija *Pseudomonas stutzeri*, kas spēj sintezēt un izdalīt bioloģiski aktīvās vielas (1. att.). Produkts „GreenOK” satur citokinīnus un augsnius, vitamīnus (B1, B2, C, PP, pantotēnskābi), antibakteriālos savienojumus un specifiskas vielas – elicitorus, kas veicina augu imunitāti pret augu patogēnu infekcijām un kaitīgiem vides faktoriem. Produktu „GreenOK” var vienlīdz efektīvi izmantot kultūraugiem atklātā laukā un siltumnīcās, uzlabojot esošās audzēšanas tehnoloģijas. Citokinīniem ir svarīga nozīme auga šūnas cikla regulēšanā un attīstībā, tie veicina šūnas dalīšanos – citokinēzi. Citokinīni ir pārstāvēti visos auga audos, bet lielāka to koncentrācija ir sakņu galos, pumpuros un nenobriedušās sēklās. Produktu pielieto sēklu apstrādei un augu apsmidzināšanai veģetācijas sākumā, kad augam ir visaugstākais fitohormonu trūkums.

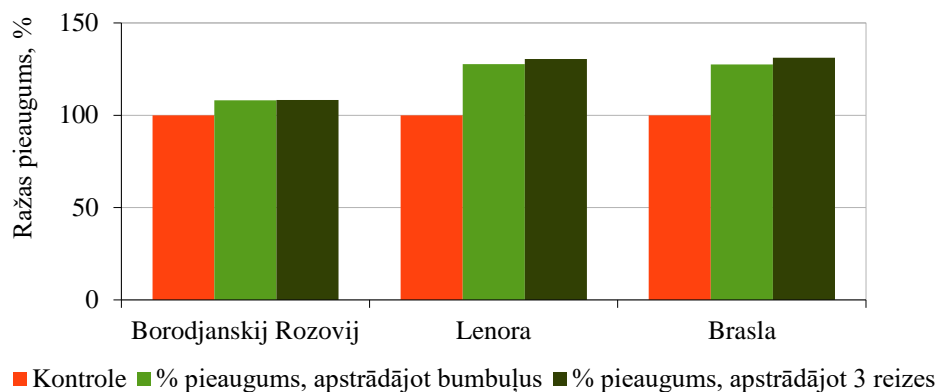


1. att. Nozīmīgākie preparāta sastāvā esošie savienojumi: izopenteniladenīns un cis-zeatīns.

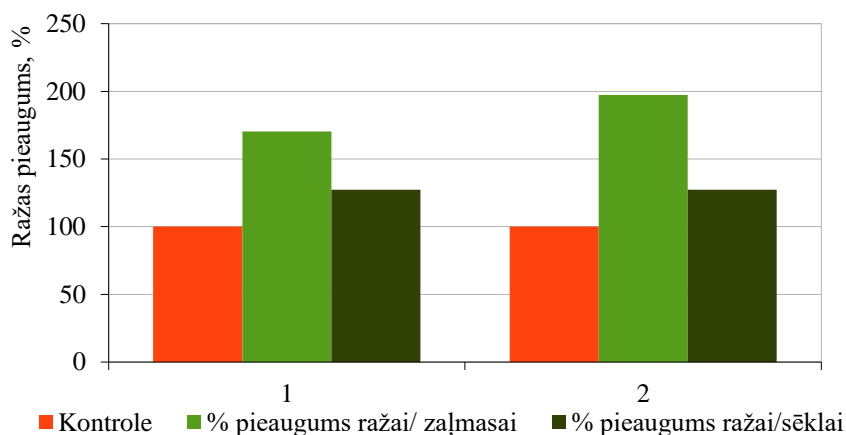
Citokinīni, augsni un gibberelīni mijiedarbojas par apikālo dominanci, jeb apikālā pumpura spēju nomākt sānpumpurus. Līdz šim tika uzskatīts, ka apikālās dominances mehānisms ir tiešā inhibīcija – augsni, kas tiek sintezēts galotnes pumpuros inhibē citokinīna, kas tiek transportēts no saknēm, darbību, tādējādi liekot augam augt garumā, nevis veidot sānpumpurus. Pēdējā laika bioķīmiskās analīzes ir atklājušas, ka gadījumā, ja augam tiek nogriezts galotnes pumpurs, kas ir primārais augsni avots, augsni koncentrācija sānpupuros pieaug, pretēji izvirzītajai hipotēzei, ka augsni koncentrācijai būtu jāsamazinās. Augi, kurus apstrādā ar citokinīnu, aug kuplāki nekā augi bez apstrādes (Campbell *et al.*, 2008). Citokinīni augos palēnina novecošanos procesus, inhibējot noteiktu proteīnu sadalīšanos, stimulējot proteīnu un RNS sintēzi un palīdzot pārstrādāt barības vielas no apkārtējiem audiem. Citokinīni arī palēnina lapu novīšanu pat grieztiem ziediem (Biology, 2008).

Lauka izmēģinājumi Ziemeļeiropā ir veikti Latvijā un Lietuvā 3 gadu laikā, bet to pielieto Lietuvā jau 7 gadus. Izmantotie kultūraugi ir kartupeļi, kvieši, mieži, eļļas rapsis, lauka pupas, zirņi un ganību airene. Kopējais ražas pieaugums, salīdzinājumā ar kontroli, ir visiem kultūraugiem, bet tā lielums atkarīgs no konkrētā kultūrauga (2. un 3. att.). Saknes un stublāju stiprināšana nodrošina to, ka kultūraugi nevelodrējas.

Tādiem kultūraugiem kā kartupeļi un ganību airene novērojams, ka vienreizēja sēklu apstrāde ir pietiekama ražības celšanai. Ziediem, augļu kokiem un pākšaugiem novērojams papildu efekts: vienlaicīga uzziedēšana, vienlaicīga augļu nobriešana un vienlaicīga lielāka skaita pākšu aizmešanās (dati netiek šeit publicēti). „GreenOK” ir efektīvs neatkarīgi no lauksaimniecības zonas. Ganā, Āfrikā, divu gadu laikā ir veikti lauka izmēģinājumi ar tropu kultūraugiem. Tika iegūti ļoti labi rezultāti par kakao pupiņām (4. att.), jo preparāts ne tikai palielināja ražu, bet arī cēla augu imunitāti, palīdzot cīnīties pret tropisku parazitisku augu, kas kavēja pupiņu saturošo augļu veidošanos.



2. att. Ražas pieaugums kartupeļiem (3 dažādas šķirnes), pielietojot „GreenOK” preparātu lauka izmēģinājumā (Zariņa, 2012).



3. att. Ražas pieaugums ganību airenei, pielietojot preparātu „GreenOK” lauka izmēģinājumā (Zariņa, 2012), kur 1 – tikai sēklas apstrāde, 2 – trīsreizēja pastrāde.



4. att. Citokinīna produkta iedarbība uz kakao koku (Gana, Āfrika, npublicēti uzņēmuma dati. No kreisās: pirmais attēls – pirms apstrādes, otrais attēls – nedēļu pēc apstrādes, trešais attēls – 3 nedēļas pēc apstrādes).

Mūsdienās intensīvās lauksaimnieciskās metodes un daudzveidīga agroķīmija tiek izmantota, lai audzētu lauksaimniecības augus un palielinātu produktivitāti. Ražotāju starpā pieaug konkurence, tāpēc katrs ražas pieauguma procents ir ļoti svarīgs un vienlīdz svarīgs faktors ir tas, ka izmantotais produkts ir ekoloģiski tīrs.

#### Izmantotā literatūra

1. *Biology* (2008). N.A., Campbell, J.B., Reece, L.A., Urry, M.L., Cain, S.A., Wasserman, P.V., Minorsky, R.B. Jackson. 8th ed. Pearson Studium, San Francisco, 1267 p.
2. Zariņa L. (2012). *Pārskats par sadarbības pētījuma rezultātiem*: Lauka pētījumu dati 2 gadu garumā. Npublicēts materiāls.

## ILGTSPĒJĪGU DĀRŽEŅU AUDZĒŠANAS TEHNOLOĢIJU IZSTRĀDE UN DĀRŽEŅU KLĀSTA PAPLAŠINĀŠANA LATVIJĀ

*Līga Lepse, Solvita Zeipiņa, Jānis Lepsis*

Dārzkopības institūts, Latvija

liga.lepse@llu.lv

Dārzenkopības zinātne Latvijā gadsimta griezumā ir attīstījusies viļņveidīgi – tās pirmsākumi meklējami Pūres Dārzkopības izmēģinājumu stacijā (DIS), ko 1930. gadā dibināja kā dārzenkopības pētījumu centru Latvijā. Pūres DIS pirmsākumos pētījumi tieši dārzenkopībā tika veikti salīdzinoši plašā apjomā, bet, laikam ritot, to apjoms samazinājās, līdz 20. gs. beigu posmā teju galīgi apsīka. Gadsimtu mijā atkal atjaunojās dārzenkopības pētniecība, nu jau Pūres Dārzkopības pētījumu centrā. Pēc zinātnisko iestāžu reorganizācijas, pētījumi dārzenkopībā šobrīd tiek veikti Dārzkopības institūtā. Pētījumu virziens arvien vairāk ir vērsts uz ilgtspējīgu tehnoloģiju ieviešanu – efektīva vietējo resursu izmantošana, jaunu kultūraugu introdukcija, dārzenkopības klāsta paplašināšana, vides daudzveidības saglabāšana un palielināšana, un augsnes auglību veicinošu tehnoloģiju izstrāde. Šo plašo pētījumu klāstu ir bijis iespējams veikt dažādu projektu ietvaros, gan ar starptautisku, gan nacionālu finansējumu.

Viens no nozīmīgākajiem pagrieziena punktiem dārzenkopības attīstībai ilgtspējās virzienā bija FP7 ietvarprogrammas projekts „Ilgtspējīgu tehnoloģiju izstrāde pakšaugu audzēšanai un to izmantošanas veicināšana proteīna nodrošināšanai Eiropā pārtikas un lopbarības ražošanai” EUROLEGUME, kas īstenots laika posmā no 2014. līdz 2017. gadam. Šī projekta ietvaros tika atjaunota interese un popularizēta cūku pupu (*Vicia faba* var. *major*) audzēšana, vēršot uzmanību ne tikai uz to izmantošanu uzturā, bet arī kā uz augsnes ielabotāju, kas piesaista atmosfēras slāpekli un veicina augsnes bioloģiskās aktivitātes paaugstināšanu. Projekta gaitā tika ievākti un izvērtēti ap 60 vietējo, Latvijā audzēto cūku pupu genotipi. Rezultāti par pupu daudzveidības izpēti publicēti projekta konsorcijs autoru kolektīvā publikācijā (Bodner *et al.*, 2018). Šī projekta ietvarā arī pētīta tauriņziežu izmantošana jauktos stādījumos dārzkopībā – gan zemeņu, gan dārzenkopības stādījumos. Šis tehnoloģiskais risinājums tika atzīts par labu veidu augsnes auglības palielināšanā vienlaikus ar ražas ieguvu un produkcijas dažādošanu. Tā kā jauktajos stādījumos netiek lietots slāpekļa mēslojums, tad ietaupītas mēslojuma izmaksas un vienlaikus mazinās ietekme uz vidi. Pēc pētījumu rezultātiem tika konstatēts, ka sīpolu un cūku pupu jauktais stādījums nav ieteicams augstu sīpolu ražu ieguvei, ja nevar nodrošināt laistīšanu. Savukārt burkāniem un kāpostiem jauktie stādījumi ar pupām ir ieteicami – tajos ievākta raža līdzvērtīga kontroles variantiem. Šī pētījuma rezultāti apkopoti un publicēti (Lepse *et al.*, 2017).

Turpinot vides un tauriņziežu kā lauksaimniecības pakalpojumaugu tēmu, Dārzkopības institūta darbinieki, sadarbībā ar Agrosursu un ekonomikas institūtu EraNet projekta CORE Organic plus ietvarā projektā „Augkopības sistēmas ieviešana dārzenkopības audzēšanā, uzlabojot augsnes bioloģisko resursu izmantošanu un aizsardzību, izmantojot sedzējzaugus (agroecological service crops, ASC)” (SOILVEG) tika pētīta augsnes auglības palielināšanas un saglabāšanas iespēja, izmantojot dažādas starpkultūras/uztvērējzaugus, kā dzīvo mulču, tos aizlaužot ar lauzējveltni. Šī metode, atšķirībā no iearšanas, samazina enerģijas un darbaspēka patēriņu, pozitīvi ietekmē augsnes struktūru un agroekoloģisko sistēmu kopumā, nodrošinot līdzsvarotus procesus sistēmā „ausne-augs” laikā un telpā (Canali *et al.*, 2014). Dzīvās mulčas metodes pielāgošana/ieviešana Latvijā vēl jāturpina, atrodot pareizos ASC augus un to audzēšanas/aizlaušanas tehnoloģiskos paņēmienus. Šī mērķa sasniegšanai šobrīd tiek īstenots projekts “Ilgtspējīgu tehnoloģiju ieviešana dārzenkopības audzēšanā augsnes auglības celšanai un efektīvai resursu izmantošanai” ELFLA finansēta pasākuma “Atbalsts demonstrējumu pasākumiem un informācijas pasākumiem” ietvaros, kurā lauzējveltnis tiks izmantots dzīvās mulčas izveidei no ziemājiem (rudzi un ziemas vīķi) ķirbju, pupiņu un kāpostaugu audzēšanai.

Mainoties klimata apstākļiem, arvien biežāk ir novērojams mitruma trūkums veģetācijas periodā, kas vedina uz vajadzību izvērtēt laistīšanas ietekmi uz lauka un segto platību dārzenkopības ražu un kvalitāti. Apūdeņošana ietekmē ne tikai iegūstamās ražas lielumu, bet arī tās kvalitāti un bioloģiski aktīvo vielu saturu izmaiņas. Latvijā apūdeņošana dārzenkopības platībās ir samērā maz pētīta, tomēr dārzenkopības optimāla mitruma nodrošinājumam ir īpaša nozīme augstas kvalitātes ražas ieguvei. Tā divu gadu periodā (2010. un 2011. gadā) salīdzinot lietēšanas un pilienlaistīšanas ietekmi uz burkānu ražu un kvalitāti, tika konstatēts, ka abi laistīšanas varianti nodrošina ražas palielināšanos un optimālā mitruma nodrošinājumā ir iespējams iegūt augstas ražas, vienlaikus nodrošinot arī augstu karotīna saturu saknēs (līdz 12.19 mg uz 100 g svaigas masas) (Zeipiņa *et al.*, 2014). Arī segto platību agrariem dārzenkopības – redīsiem, lapu sinepēm un lapu salātiem tika pētīta mitruma nodrošinājuma ietekme uz ražu un bioloģiski aktīvo vielu saturu. Pētījuma

rezultātā tika secināts, ka optimālā mitruma nodrošinājumā lapu dārzenos vērojams lielāks hlorofila saturs un lielāka C vitamīna koncentrācija, salīdzinot ar samazināta mitruma nodrošinājuma variantu. Savukārt ražībā netika konstatēta būtiska atšķirība starp samazināta un optimāla mitruma nodrošinājuma variantiem (Zeipiņa u.c., 2014; Zeipiņa *et al.*, 2015).

Ģenētiskās daudzveidības saglabāšanai un palielināšanai, kā arī dārzenu klāsta dažādošanai, pielāgojoties mainīga klimata apstākļiem, sadarbībā ar LLU ir veikti vairāki pētījumi: artišoku audzēšanas tehnoloģisko risinājumu optimizēšana, nātru kā lapu dārzena un edamames (dārzena sojas) audzēšanas tehnoloģiju izstrāde Latvijas agroklīmatiskajos apstākļos. Nātres tika izvērtētas gan to uzturvērtības ziņā, gan arī meklēti to audzēšanas tehnoloģiskie risinājumi. Pētījumā tika konstatēts, ka visaugstākais C vitamīna saturs nātru lapās ir pavasarī, pirmajā paraugu ņemšanas reizē (30. aprīlī) 31.12 – 40.88 mg 100g<sup>-1</sup>. Pēc tam līdz ziedēšanai C vitamīna saturs nātrēs pakāpeniski kritās līdz 5.99 – 9.40 mg 100 g<sup>-1</sup>. Būtiskas atšķirības C vitamīna saturā tika konstatētas arī starp dažādiem nātru kloniem (Zeipiņa *et al.*, 2014). Daudzveidojot dārzenu klāstu, tiek pilnveidota arī artišoku audzēšanas tehnoloģija. Ar labām sekmēm atrasti tehnoloģiskie risinājumi, kā iegūt Latvijas apstākļiem adekvātu artišoku ražu, nodrošinot arī nozīmīgu bioloģiski aktīvo vielu saturu (Zeipiņa *et al.*, 2015). Dārzenu daudzveidības palielināšanai tiek pētītas arī edamames audzēšanas iespējas Latvijā. Sojas audzēšana Latvijā nav nekas jauns – ar sojas ieviešanu un kolekcionēšanu jau pagājušā gadsimta sākumā nodarbojās Pēteris Dindonis. Latvijā ir bijušas pat vietējās izcelsmes sojas šķirnes: ‘Dindoņa I’, ‘Dindoņa II’, ‘Skrierveru Tumšā’, ‘Saulaines Baltā’ un ‘Skrierveru Gaišā’. Diemžēl sojas audzēšana neieviesās plašā apjomā. Tomēr tagad, palielinoties iedzīvotāju interesei par veselīgu un daudzveidīgu uzturu un mainoties ēšanas paradumiem, rodas interese par soju, tajā skaitā par edamami (dārzena soju). Esam uzsākuši pētījumus par edamames audzēšanas iespējām Latvijā. Pašlaik iegūtie rezultāti liecina, ka edamami Latvijā var audzēt un iegūt apmierinošu ražību (Zeipiņa u.c., 2017). Tomēr tehnoloģiskie risinājumi vēl ir jāpilnveido. Tas tiek veikts šobrīd Lauku attīstības programmas pasākuma “Sadarbība” ietvaros, īstenojot projektu “Jauna dārzena – edamame audzēšanas tehnoloģijas izstrāde bioloģiskajā ražošanā”.

Pētījumu idejas un jauni izaicinājumi ilgtspējīgu tehnoloģiju ieviešanā rodas nepārtraukti, un jaunu pētījumu pieteikumi ir sagatavoti un iesniegti izvērtēšanai.

#### Izmantotā literatūra

1. Bodner, G., Kronberga, A., Lepse, L., Olle, M., Vågen, I.M., Rabante, L., Fernández, J.A., Ntatsi, G., Balliu, A., Rewald B. (2018). Trait identification of faba bean ideotypes for Northern European environments. *European Journal of Agronomy*, Vol. 96, pp. 1–12.
2. Lepse, L., Dane, S., Zepina, S., Domínguez-Perles, R., Rosa, EA. (2017). Evaluation of vegetable-faba bean (*Vicia faba* L.) intercropping under Latvian agro-ecological conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 97, Issue 13, pp. 4334–4342.
3. Canali, S., Camanelli, G., Bavec, F., Von Fragstein, P., Leteo, F., Jacop, M., Kristensen, H.L. (2014). Do living mulch based vegetable cropping systems yield similarly to the sole ones? In: *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. Building Organic Bridges, at the Organic World Congress*, October 13-15, Istanbul, Turkey, pp. 167–170.
4. Zeipiņa, S., Alsiņa, I., Lepse, L. (2014). The effect of watering on yield and quality of carrots. *Acta Horticulturae*, Vol. 1038, pp. 223–229.
5. Zeipiņa, S., Alsiņa, I., Lepse, L. (2014). Stinging nettle – the source of biologically active compounds as sustainable daily diet supplement. In: *Research for Rural Development 2014: Annual 20th International Scientific Conference Proceedings*, May 21-23, Jelgava, Vol. 1, pp. 34–38.
6. Zeipiņa, S., Alsiņa, I., Lepse, L., Dūma, M. (2014). Apūdeņošanas ietekme uz lapu dārzenu un redīsu ražu un kvalitāti. No: *Līdzsvarota lauksaimniecība 2014, Zinātniski praktiskās konferences raksti*, 20.–21.02.2014. LLU, Jelgava, 128.–131. lpp.
7. Zeipina, S., Alsina, I., Lepse, L. (2015). Influence of agroecological factors on artichoke yield and quality: Review. In: *Research for Rural Development 2015: Annual 20th International Scientific Conference Proceedings*, May 13-15, Jelgava, Latvia, Vol.1, pp 77–81.
8. Zeipiņa, S., Alsiņa, I., Lepse, L., Dūma, M. (2015). The effect of irrigation on the biochemical content of leafy vegetables. In: *Nordic View to Sustainable Rural Development: Proceedings of the 25th NJF Congress*, 16th–18th of June, Riga, Latvia, pp. 209–213.
9. Zeipiņa, S., Lepse, L., Alsiņa, I. (2017). Dārzenu sojas (edamame) šķirņu salīdzināšanas rezultāti. No: *Līdzsvarota lauksaimniecība 2017. Zinātniski praktiskās konferences raksti*, 23.02.2017. LLU, Jelgava, 115.–118. lpp.



## ĢENĒTISKĀS DAUDZVEIDĪBAS IZMANTOŠANA STABILAS RAŽAS IEGUVEI BIOLOĢISKAJĀ LAUKSAIMNIECĪBĀ

*Indra Ločmele<sup>1,2</sup>, Linda Legzdiņa<sup>2</sup>, Zinta Gaile<sup>1</sup>, Arta Kronberga<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte, <sup>2</sup>Agroresursu un ekonomikas institūts, Latvija  
indra.locmele@llu.lv

Pēdējos 40 gados pesticīdu un minerālā mēslojuma lietošanas apjomi ir pamatā ievērojamam lauksaimniecības produkcijas ražības pieaugumam, bet tas atstāj nelabvēlīgu ietekmi gan uz vidi, gan produkciju. Klimata izmaiņas, neatjaunojamo dabas resursu samazināšanās, vides un pārtikas drošības jautājumu aktualizēšanās (Chakraborty *et al.*, 2011), kā arī videi draudzīgu lauksaimniecības sistēmu attīstība (Wolfe *et al.*, 2008) ir aktualizējusi jautājumu par to, kā saglabāt kultūraugu produktivitāti (Chakraborty *et al.*, 2011). Literatūrā tiek uzsvērts, ka to var veicināt ģenētiskās daudzveidības palielināšana produkcijas audzēšanas procesā, jo daudzveidība ir ilgtspējīgas lauksaimniecības pamats (Wolfe *et al.*, 2008). Arī ražotāji ir ieinteresēti, ierobežojot pesticīdu lietošanu, samazināt ražas variāciju, dodot priekšroku ražas stabilitātei pa gadiem, nevis augstām ražām tikai labvēlīgajos gados (Dawson *et al.*, 2008). Viens no faktoriem, kā nodrošināt ražas stabilitāti, ir kultūraugu šķirņu adaptācija vidē, kuru var veicināt, palielinot šķirņu iekšējo daudzveidību (Döring *et al.*, 2011). Pašapputes laukaugu sugām palielināt ģenētisko daudzveidību iespējams, veidojot šķirņu maisījumus (Lopez, Mundt, 2000), vai audzējot populācijas (Suenson, 1956). Pētījuma mērķis bija novērtēt ģenētiski daudzveidīga materiāla – vasaras miežu genotipu maisījumu un populāciju ražas stabilitāti salīdzinājumā ar viendabīgām šķirnēm.

Pētījumā izmantoti astoņi miežu (*Hordeum vulgare* L.) genotipu maisījumi M1 – M8, veidoti no diviem, trīs vai pieciem komponentiem, 16 maisījumu komponenti tīrsējā, četras vienkāršās populācijas VP1 – VP4 (divi vecākaugi), piecas saliktās populācijas SP1 – SP5 (3–5 vecākaugi), trīs kombinēto krustojumu populācijas CCP–1, CCP–3 un CCP–4 (10 – 12 vecākaugi, CCP–3 arī mātesaugi ar vīrišķo sterilitāti) un trīs kontroles šķirnes. Lauka izmēģinājumi ierīkoti 2015.–2017. gadā bioloģiskajos (B) un konvencionālajos (K) audzēšanas apstākļos divās meteoroloģiski atšķirīgās vietās Latvijā. Kopumā iegūti ražas rezultāti 11 audzēšanas vidēs (piecas B un sešas K). CCP–4 pētījumā iekļauta divus gadus un iegūti rezultāti 8 vidēs (četrās B un četras K). Ražas stabilitāte vērtēta, izmantojot regresijas analīzi (Eberhart, Russel, 1966) un rangu metodi (Fox *et al.*, 1990). Stabila ir tāda šķirne, kurai raža ir vismaz vidējās ražības līmenī, regresijas koeficients  $b=1$ , novirze no regresijas ( $s^2dj$ ) ir iespējami tuvu nullei (Eberhart, Russel, 1966).

Piecus (M2, M4, M5, M8) maisījumus var raksturot kā stabilus jeb piemērotus dažādiem audzēšanas apstākļiem, to regresijas koeficients būtiski neatšķirās no 1 (tabula) un vidējā raža 11 vidēs bija virs visu izmēģinājumā iekļauto genotipu vidējā ( $4.71 \text{ t ha}^{-1}$ ). M1 un M3 var raksturot kā piemērotus labvēlīgākiem (K) audzēšanas apstākļiem ( $b>1$ ) ar ražu virs vidējās, savukārt M6 – kā piemērotus nelabvēlīgākiem (B) audzēšanas apstākļiem ( $b<1$ ), bet šī maisījuma vidējā raža zemāka par  $4.71 \text{ t ha}^{-1}$ . Rangu secībā maisījumi vairumā gadījumu ierindojās augšpusē vai vidusdaļā (tabula), kas norāda uz maisījumu spēju nodrošināt ražas stabilitāti pa gadiem. Savukārt visu VP ražas bija būtiski zemākas par vidējo rādītāju ( $p<0.05$ ) un vairumā gadījumu tās atrodas ranga lejasdaļā. SP1 tika konstatēta adaptivitāte labākiem audzēšanas apstākļiem ar ražu virs vidējā, bet pārējām SP regresijas koeficients  $b$  būtiski neatšķirās no 1 un raža bija zem vidējās. Populācijai CCP–1  $b=1$  un raža virs vidējā, kas raksturo to kā stabilu dažādās vidēs. Rangu tabulā CCP–1 B audzēšanas vietās vairumā gadījumu ierindojas augšpusē, tātad tai ir gan stabila raža, gan laba ražība tieši B sistēmā. CCP–3, lai arī  $b=1$ , raža bija zem vidējā rādītāja, arī rangu tabulā vairumā gadījumu tā ierindojas lejasdaļā. Savukārt populācijai CCP–4 (divi gadi, 8 vides)  $b<1$ , kas norāda uz piemērotību nelabvēlīgākiem (B) audzēšanas apstākļiem, un raža virs visu genotipu vidējā ( $4.66 \text{ t ha}^{-1}$ ). Pētījumā iekļautās kontroles šķirnes raksturojas ar atšķirīgu piemērotību audzēšanas apstākļiem, divas no tām – ‘Abava’ un ‘Rasa’ ar ražu zem vidējā rādītāja (tabula). Rezultāti liecina, ka salīdzinājumā ar viendabīgām šķirnēm, maisījumi un CCP var nodrošināt stabilu ražu pa gadiem un audzēšanas vidēm. Maisījumu sastādīšanā, CCP–1 un CCP–4 veidošanā pamatā ir izmantotas ražīgas perspektīvās selekcijas līnijas, kurām raksturīgas arī atsevišķas citas B lauksaimniecībā svarīgas pazīmes. CCP–3 ražas rezultātu ietekmē sterilie mātesaugi, kuru veidošanā izmantots arī materiāls ar zemāku ražas potenciālu, bet pārējo populāciju veidošanā uzsvars likts uz citām B lauksaimniecībā svarīgām pazīmēm, nevis ražību. Iegūtie rezultāti ir saskaņā ar ieteikumu literatūrā, ka populāciju un maisījumu veidošanā konkrētai audzēšanas videi jāizmanto genotipi, kas ir ar labu sniegumu šādā vidē (Döring *et al.*, 2011).

Tabula

**Genotipu vidējā raža 11 vidēs un ražas stabilitātes rādītāji**

Genotips	Vidējā raža (t ha <sup>-1</sup> )	b	s <sup>2</sup> dj	Genotipa vieta rangā					
				Bioloģiski (n=5)			Konvencionāli (n=6)		
				I	II	III	I	II	III
M7	5.09 <sup>1</sup>	1.03	0.06	5	–	–	4	1	1
M3	5.03 <sup>1</sup>	1.10 <sup>2</sup>	0.06	2	2	1	5	1	–
Rubiola	5.01 <sup>1</sup>	1.15	0.13	3	2	–	4	1	1
M8	4.95	1.01	0.10	3	2	–	3	2	1
M1	4.94	1.14 <sup>2</sup>	0.07	–	5	–	4	2	–
M2	4.90	1.00	0.10	2	2	1	2	3	1
M4	4.87	1.07	0.04	1	4	–	4	1	1
M5	4.87	1.06	0.05	2	2	1	3	3	–
CCP-1	4.82	0.90	0.06	4	–	1	1	5	–
SP1	4.79	1.17 <sup>2</sup>	0.11	–	3	2	3	3	–
SP4	4.67	0.90	0.08	1	4	–	1	4	1
M6	4.65	0.83 <sup>2</sup>	0.10	3	–	2	–	2	4
SP5	4.54	1.07	0.10	–	2	3	–	4	2
SP2	4.53	0.96	0.06	1	1	3	–	3	3
CCP-3	4.50	1.03	0.06	–	–	5	–	4	2
Rasa	4.48	0.98	0.14	–	–	5	1	2	3
Abava	4.47	0.80 <sup>2</sup>	0.08	2	2	1	–	1	5
VP4	4.43 <sup>1</sup>	1.00	0.10	–	3	2	1	1	4
VP3	4.40 <sup>1</sup>	0.98	0.06	–	1	4	–	2	4
VP2	4.28 <sup>1</sup>	0.89 <sup>2</sup>	0.02	–	1	4	–	–	6
VP1	4.13 <sup>1</sup>	0.89 <sup>2</sup>	0.03	–	–	5	–	–	6
SP3	4.13 <sup>1</sup>	1.01	0.14	–	–	5	–	1	5
CCP-4*	4.81	0.88 <sup>2</sup>	0.03	3	1	–	–	4	–

<sup>1</sup>būtiski atšķiras no vidējā ( $p < 0.05$ ;  $RS_{0.05} = 0.27$ ); <sup>2</sup>būtiski atšķiras no 1 ( $p < 0.05$ ); b – regresijas koeficients, s<sup>2</sup>dj – novirze no regresijas; I, II, III – genotipu ražības rangi, augšējā trešdaļa (I), vidējā trešdaļa (II) un apakšējā trešdaļa (III); \*divu izmēģinājuma gadu rezultāti 8 vidēs

Šajā pētījumā iegūtie ražas stabilitātes rezultāti vasaras miežu genotipu maisījumiem un kombinēto krustojumu populācijām liecina, ka ģenētiskā daudzveidība šķirnē var nodrošināt ražas stabilitāti pa gadiem un audzēšanas vidēm.

Vienkāršo un salikto populāciju ražas rezultāti skaidrojami ar mazāku vecākaugu skaitu un to ražas potenciālu, jo atbilstošu vecākaugu izvēle ir viens no būtiskākajiem kritērijiem šķirņu veidošanā.

Pētījums veikts Latvijas Zinātnes padomes projekta Nr.155/2012, Latvijas Lauksaimniecības universitātes projekta Z5 un ES Horizonts 2020 projekta Nr. 727230 ietvaros.

**Izmantotā literatūra**

1. Chakraborty, S., Newton, A.C. (2011). Climate change, plant disease and food security: an overview. *Plant Pathology*, Vol. 60, pp. 2–14.
2. Dawson, J.C., Murphy, K.M., Jones, S.S. (2008). Decentralized selection and participatory approaches in plant breeding for low-input systems. *Euphytica*, Vol. 160, pp. 143–154.
3. Döring, T.F., Knapp, S., Kovacs, G., Murphy, K., Wolfe, M.S. (2011). Evolutionary plant breeding in cereals – into a new era. *Sustainability*, Vol. 3(10), pp. 1944–1971.
4. Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Vol. 6(1), pp. 36–40.
5. Fox, P.N., Skovmand, B., Thompson, B.K., Braun, H.J., Cormier, R. (1990). Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, Vol. 47, pp. 57–64.
6. Lopez, C.G., Mundt, C.C. 2000. Using mixing ability analysis from two-way cultivar mixtures to predict the performance of cultivars in complex mixtures. *Field Crop Research*, No. 68, pp. 121–132.
7. Suneson, C.A. (1956). An evolutionary plant breeding method. *Agronomy Journal*, No. 48, pp. 188–191.
8. Wolfe, M.S., Baresel, J.P., Desclaux, D., Goldringer, I., Hoad, S., Kovacs, G., Löschenberger, F., Miedaner, T., Østergard, H., Lammerts Van Bueren, E.T. (2008). Developments in breeding cereals for organic agriculture. *Euphytica*, Vol. 163(3), pp. 323–346.

## KAD DEFEKTS KĻŪST PAR EFEKTU: SKATUPUNKTS, NO KURA VĒRTĒT SLIMĪBAS UZLIESMOJUMU

*Ilze Matīse-VanHoutana<sup>1</sup>, Ivars Lūsis<sup>2</sup>, Inga Pigiņka-Vjačeslavova<sup>2,3</sup>, Dace Stankeviča<sup>2</sup>,  
Aleksandrs Ozols<sup>4</sup>, Kristīne Drevinska<sup>2</sup>, Lita Konopore<sup>5</sup>, Jānis Jeserevičs<sup>6</sup>, Sigūtas Cizinauskas<sup>6</sup>,  
Stīvs Enslijs<sup>7</sup>, Kaspars Matiaseks<sup>8</sup>, Arvo Viltrops<sup>9</sup>*

<sup>1</sup>Matīses Veterinārās patoloģijas serviss, Latvija; <sup>2</sup>LLU Veterinārmedicīnas fakultāte, Latvija, <sup>3</sup>Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts “BIOR”, Latvija, <sup>4</sup>Veterinārā prakse “Sensovet”, Latvija, <sup>5</sup>Veterinārā klīnika “Hirons”, Latvija, <sup>6</sup>Veterinārā klīnika Aisti, Somija, <sup>7</sup>Aijovas Veterinārās Diagnostikas laboratorija, ASV, <sup>8</sup>Ludviga Maksimiliāna universitāte, Vācija, <sup>9</sup>Igaunijas Dzīvības Zinātņu universitāte, Igaunija.  
imatise.vh@gmail.com

Atpazīt. Izmeklēt. Informēt. Novērst. Šāda ir vienkāršota jebkura slimības uzliesmojuma novēršanas shēma – gan medicīnā, gan veterinārmedicīnā. Taču šī shēma jāpielāgo ļoti dažādām slimībām, bieži arī tādām, par kurām iepriekš neesam zinājuši. Turklāt uzliesmojumos – gan to izcelsmē, gan to izpētes un novēršanas posmos – nozīmīgu lomu spēlē cilvēki (ienesot lielu neskaidrību) un nauda (t. i. dažādas intereses un politika). Teorētiski, „risinot” uzliesmojumu kā matemātisku uzdevumu, varētu teikt, ka, veicot racionālus izmeklējumus, iegūsim vērtīgu informāciju, kas palīdzēs apturēt uzliesmojumu, izprātīsim slimību ietekmējošos faktoros un cēloņus un izvairīsimies no līdzīgiem zaudējumiem nākotnē. Taču šajā matemātiskajā formulā ir būtisks trūkums – neskaidrais elements, cik maksās izpēte un kurš par to maksās? Atbilde kļūst daudz skaidrāka, ja uzliesmojumu izpēti uzskata par iespēju: iespēju izveidot daudznacionālu pētnieku komandu, iespēju iegūt rezultātus, kas palīdz novērst uzliesmojumu (vai slimības izplatību), un iespēju radīt jaunus atklājumus, kompetenci un publikācijas. Šajā kontekstā vēlos runāt par Latvijas veterinārārstu pieredzi ar suņu megaesophagus/polineuropātijas uzliesmojuma izpēti, kura nebūtu iespējama bez plaša sabiedrības, preses un ārzemju ekspertu atbalsta un iesaistīšanās. No vienas puses šī izpēte parādīja, cik nozīmīga ir sadarbība starp dzīvnieku īpašniekiem, praktizējošiem veterinārārstiem un pētniekiem, no otras puses tā atklāja realitāti par komplicēto laiku un sabiedrību, kurā saduras dažādas intereses, kurā zinātne ir politiski ievainojama, un kurā robežšķirtne starp sporādisku slimību un slimības uzliesmojumu ir pavisam neliela.

Polineuropātijā (PNP) suņiem ir reta slimība, kas skar perifēros nervus. Megaesophagus (ME) – barības vada dilatācija, var būt viena no PNP pazīmēm. PNP suņiem visbiežāk rodas sekundāri, kā sekas primārai metabolai vai neoplastiskai slimībai, bet to var izraisīt arī toksīni un infekcijas. Pieaugušiem suņiem ME var rasties ne tikai PNP gadījumos; biežākais zināmais ME cēlonis pieaugušiem suņiem ir miastēnija (Gaynoretal., 1997). Līdzīgi kā citās valstīs, pirms 2014. gada ME Latvijas suņiem bija reti novērojama slimība (apmēram 10–15 gadījumu gadā).

Latvijas veterinārārsti 2015. gada pavasarī ziņoja par neparasti lielu ME gadījumu skaitu. 2015. gada aprīlī tika sākts pirmais, retrospektīvais pētījums (R), tam sekoja 2 prospektīvi pētījumi: P1 un P2. Pētījumu galvenais mērķis bija apturēt ME uzliesmojumu, starpmērķi bija ME gadījumu monitorings, slimības patoģenēzes un etioloģijas izpēte. Pētījumu laikā tika veikta epidemioloģiskā (R, P1, P2), klīniskā (R, P1), patoloģiskā (P1, P2) un toksikoloģiskā (P1, P2) slimības izpēte. Pētījuma plāna izveidē tika ņemti vērā literatūras dati un ekspertu viedokļi (Bischoff, Rumberiha, 2012; Wilson, Hooser, 2012). Reģistrēto gadījuma definīcija visu pētījumu laikā palika nemainīga: tika reģistrēti suņi ar rentgenoloģiski vai sekcijā apstiprinātu ME. Sākotnējie dati pētījumā R norādīja uz saslimšanas iespējamu saikni ar sausās barības A izbarošanu: 96% no suņiem ar ME baroti ar sauso barību A – vienu pašu vai kombinācijā ar kādu citu barību. Kopumā 2.5 gados diagnosticēti 253 ME gadījumi.

Pētījumos R un P1 iegūti dati par ME skarto suņu profilu, kas liecina par ME/PNP kā iegūtu slimību: skartie suņi bija pieauguši (1–12 gadus veci), lielākoties bezšķirnes (30%) vai dažādu šķirņu (>20 šķirnes) suņi. Slimība skāra suņus dažādās Latvijas vietās, gan pilsētās, gan lauku teritorijās. Visbiežāk novērotās klīniskās pazīmes bija regurgitācija un/vai vemšana (94%), svara zudums (60%), apgrūtināta elpošana vai klepus (78%), balss izmaiņas (72%), siekalošanās (52%) un nespēks (52%). Slimo suņu veselības stāvoklis uzlabojās pēc pārejas uz vertikālu barošanu ar kalorijām bagātu mīkstu barību, taču 26% suņiem bija letāls iznākums aspirācijas pneimonijas vai progresējošu nervu bojājumu dēļ.

Epidemioloģiskajā gadījumu-kontroles pētījumā P1 un P2 laikā iegūtie anketēšanas dati no 64 ME gadījumiem un 123 kontroles suņiem (suņi bez ME) tika analizēti ar daudzfaktoru loģistiskās regresijas metodi. Gadījumu grupas suņiem iespēja būt ēdinātiem tikai ar barību A bija 356 reizes (95%; CI 64 ... 2020) lielāka nekā suņiem kontroles grupā, norādot uz ļoti spēcīgu saikni starp barību A un

saslimstību ar ME. Ēdinot suņus ar barību A kopā ar citu barību, iespēja saslimt ar ME gadījuma grupas suņiem bija 81 reizi lielāka, nekā kontroles grupas suņiem (95%; CI 14 ... 468), liecinot par barības A devas efektu ME attīstībā. Gadījumu grupā suņi bija lielāki (38 kg vs 29 kg) un ar augstāku vīrieškārtas suņu īpatsvaru (72% vs 48%) nekā kontroles grupā. Starp profilaktisko līdzekļu izmantošanu (vakcīnas, attārpošanas un pretērcu līdzekļi) un ME attīstību tieša saistība netika nekonstatēta.

Suņu klīniski-patoloģiskajā izmeklēšanā (P1, P2) būtiskākās atradnes norādīja uz primāru perifēro nervu bojājumu ar sekundārām izmaiņām muskuļos. Slimajiem suņiem bija (1) pazemināts B vitamīnu līmenis asinīs, (2) samazināta nervu impulsu vadāmība un izmaiņas muskuļu fibrillācijā, (3) perifēro nervu bojājumi – subperineirāla tūska, deģeneratīvas pārmaiņas aksonos un mielīna apvalkos, smagāk skarot ķermeņa garāko nervu (sēžas nervs un klejotājnervs) distālās daļas bez būtiskām izmaiņām galvas un muguras smadzenēs, un (4) barības vada un skeleta muskuļu šķiedru atrofija. Kā būtiski vērtējami arī negatīvie rezultāti, kuri izslēdza hipotireoidismu, miastēniju un iekaisīga rakstura slimības kā ME/PNP cēloni.

Slimības etioloģijas noskaidrošanai tika veikti visaptveroši izmeklējumi uz toksīniem, barības vielu deficītu un iespējamiem infekcioziem ierosinātājiem (P1, P2). Tika izmeklēti gan materiāli no slimajiem suņiem, gan barība. Izmeklējumos izslēgti biežāk sastopamie ME/PNP cēloņi: smagie metāli, tallijs, akrilamīds, jonofori, botulisms, mikotoksīni un pesticīdi. Sekojošos izmeklējumos iegūti rādītāji ārpus normas robežām: (1) holīnesterāzesinhibīcija smadzenēs, (2) vairākkārt palielināts minerālvielu daudzums suņu barībā vienlaicīgi ar izmainītu minerālvielu līmeni suņu audos, (3) urīnvielas klātbūtne atsevišķos barības paraugos, un (4) barības izraisīts šūnu augšanas nomākums *in vitro*. Izmeklējumus apgrūtināja tas, ka sausās barības A izejvielas, kā arī detalizēta informācija par izejvielu avotiem un tehnoloģisko procesu izpētei nebija pieejami.

Kopumā ME/PNP uzliesmojuma izpēte pierādīja to, ka 2014.–2016. gada uzliesmojums bija cieši saistīts ar sauso barību A. Informējot sabiedrību par sauso barību A kā riska faktoru, tika sasniegts izpētes galvenais mērķis – 2016. gada otrajā pusē strauji samazinājās no jauna reģistrēto ME gadījumu skaits. Krasais ME/PNP gadījumu samazinājums 2016. gadā notika pēc tam, kad 4 reizes kritās izplatītais barības A apjoms mazumtirdzniecības vietās (ražotāja dati). 2017. gadā ME gadījumu skaits atgriezās iepriekšējā līmenī – tāds, kāds bija pirms 2013. gada. Gadu pēc uzliesmojuma tika reģistrēti vien 11 jauni gadījumi, no tiem <50% suņu bija ēdināti ar barību A. Klīniski-patoloģiskie izmeklējumi norāda uz toksiskas izcelsmes polineuropātiju. Toksikoloģiskajos izmeklējumos ir izslēgti biežāk sastopamie ME/PNP cēloņi, norādot, ka iespējama toksīna varētu būt vēl līdz šim neatklāts toksīns, pie tam tāds, kurš barībā ir zemā līmenī un kurš darbojas kumulatīvi. Bez tam, iespējams, ka slimības cēlonis ir saistīts ar vairāku kaitīgu vielu kombināciju vai vielu disbalansu, kurā zināma loma ir B vitamīnu deficītam. Nepieciešams turpināt izpēti, meklējot vielas vai vielu savienojumus, kas ir neirotoksiski, kumulatīvi un ar holīnesterāzi inhibējošu aktivitāti.

Par ME uzliesmojumu, kas ir skāris Austrālijas suņus, uzzinājām 2018. gada martā. Arī Austrālijā uzliesmojums ir cieši saistīts ar sauso, vietēji ražoto suņu barību. Ir ziņoti vismaz 74 gadījumi un suņu klīniskās pazīmes ir ļoti līdzīgas Latvijas suņu profilam. Uzliesmojums ir apturēts, jo ražotājs, reaģējot uz datiem, atsauca savu produktu. Latvijas pētnieki bija vieni no pirmajiem, ar kuriem kontaktus meklēja profesionāļi – veterinārārsti, kas bija pamatoti uztraukušies par suņu barības drošību un nezināmas izcelsmes vielu vai vielu savienojumu, kas izraisa suņiem ME. Latvijas veterinārārstu un zinātnieku savāktā informācija un materiāls nu kļūst par vienu no svarīgiem blokiem neirotoksīna meklējumos, lai varētu novērst līdzīgus, ar barību saistītus ME/PNP uzliesmojumus nākotnē. Tāpēc gribu aicināt gan zinātniekus, gan pētījumu finansētājus ieraudzīt slimību uzliesmojumus, kā iespēju Latvijas zinātniekiem sniegt būtisku ieguldījumu medicīnas atklājumu laukā.

Paldies ME/PNP uzliesmojuma izpētes atbalstītājiem – Latvijas Zemkopības ministrijai (10000 EUR), ZI BIOR (25000 EUR) un Latvijas sabiedrībai (ziedot.lv 32000 EUR). Pētījums nebūtu iespējams bez Eiropas, Amerikas un Pasaules veterinārārstu profesionālo organizāciju un veterināro speciālistu atbalsta un ekspertīzes, kā arī bez plašas Latvijas veterinārārstu un suņu īpašnieku iesaistīšanās.

#### **Izmantotā literatūra**

1. Bischoff, K., Rumbelha, W.K. (2012). Pet food recalls and pet food contaminants in small animals. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, No. 42, pp. 237–250.
2. Gaynor, A.R., Shofer, F.S., Washabau, R.J. (1997). Risk factors for acquired megaesophagus in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA)*, No. 211, pp. 1406–1412.
3. Wilson, C.R., Hooser, S.B. (2012). Investigative diagnostic toxicology and the role of the veterinarian in pet food-related outbreaks. *Vet Clin Small Anim*, No. 42, pp. 229–235.

## ZEMES IZMANTOŠANAS MAIŅAS VIRZĪTĀJSPĒKI LATVIJĀ

Olģerts Nikodemus<sup>1</sup>, Zanda Penēze<sup>1</sup>, Zigmārs Rendenieks<sup>1</sup>, Anda Ruskule<sup>1</sup>,  
Ivo Vinogradovs<sup>1</sup>, Anita Zariņa<sup>1</sup>, Didzis Elferts<sup>2</sup>

Latvijas Universitāte: <sup>1</sup>Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, <sup>2</sup>Bioloģijas fakultāte  
ivo.vinogradovs@lu.lv

Latvijas ainavu telpiskā struktūra 20. gadsimta laikā ir būtiski mainījusies, arī šodien ir novērojamas krasas izmaiņas, kas izpaužas zemes izmantošanas un zemes seguma maiņā. Līdzīgi kā vairumā Eiropas valstu šīs izmaiņas nosaka dažādi virzītājspēki: politiskie procesi, tehnoloģiju un zinātnes attīstība, sociālekonomiskie un dabas apstākļi, ģeogrāfiskais novietojums, cilvēku tradīcijas un dzīves veids. Laika gaitā kāda faktora nozīme var mazināties vai pieaugt, un bieži gadās, ka viens virzītājspēks ietekmē citu. Zemes izmantošanas pārmaiņu pētījumu mērķis ir atklāt dažādās likumsakarības gan vēsturiskā griezumā, gan mūsdienās starp dabas apstākļiem un cilvēka saimniecisko darbību, ko ietekmē kā politiski ekonomiskie procesi (makro-mērogā), tā tradīcijas un cilvēku dzīves veids (mikro-mērogā). Pētījumos izmantotas dažādas metodes – ģeotelpiskā statistiskā analīze, augšņu analīze, intervijas, iedzīvotāju aptaujas, kartogrāfiskās metodes, arhīva materiālu studijas, vietu studijas.

Laika perioda no 1918. gadā līdz pat mūsdienām Latvijas lauku ainava ir piedzīvojusi radikālas izmaiņas – būtiski palielinājusies meža zemju platība un samazinājušās pastāvīgo pļavu un ganību platības, ir notikusi lauku meliorācija un masivizācija, lauku ainavas homogenizācija un polarizācija. Nozīmīgākie 20 gs. zemes izmantošanas maiņas virzītājspēki bija politiskie procesi, lauksaimniecības zemju apsaimniekošanas tehnikas attīstība un dabas apstākļi, kā rezultātā visvairāk lauksaimniecības zemes meža zemēs tika transformētas Alūksnes, Vidzemes un Latgales augstienēs (Penēze u.c., 2009). Vēsturiski un arī mūsdienās būtiska nozīme ir tehnoloģiskajiem virzītājspēkiem, kas saistāmi ar lauksaimniecības industrializāciju padomju laikā un augsti tehnoloģisko lauku apsaimniekošanas metožu ienākšanu mūsdienās (Zariņa *et al.*, 2018).

Pēc Latvijas neatkarības iegūšanas viskrasākās izmaiņas lauku ainavā ir saistāmas ar politekonomiskās sistēmas maiņu, kā arī Latvijas pievienošanos Eiropas Savienībai. Nozīmīga loma šobrīd ir Eiropas Savienības kopējai lauksaimniecības politikai. Politiskie lēmumi valsts mērogā mūsdienās ietekmē arī mežaudžu telpisko struktūru (Rendenieks *et al.*, 2015), lauksaimniecības zemju transformācijas procesu meža zemēs un otrādi. Valsts un pašvaldību mērogā būtiska nozīme ir ģeogrāfiskajam novietojumam un agro-ekoloģiskajiem apstākļiem, kuriem ir atšķirīga loma dažādos Latvijas reģionos (Vanwambeke *et al.*, 2012). Novadu mērogā mozaīkveida ainavā aktualizējas virzītājspēki, kas saistāmi ar biofizikālajiem faktoriem (augšņu auglību, reljefu, klimatu), infrastruktūras pieejamību un attālumu līdz reģionālajiem centriem un galvaspilsētai (Vinogradovs *et al.*, 2018).

Pētot zemes izmantošanas maiņu lokālā (pagasta vai pagastu grupas) mērogā, līdztekus jau iepriekš minētajiem agro-ekoloģiskajiem virzītājspēkiem nozīmīgi kļūst arī vietas un īpašuma struktūras faktori, cilvēka darbības vēsturiskās pēctecības. Šajā mikro-mērogā visskaidrāk parādās dažāda rakstura atkarība un saikne ar pagātnē veiktām darbībām un praksēm. Izmantojot pēctecīguma teoriju, ainavas veidošanos var skaidrot no dažādiem skatpunktiem, piemēram, kā noteiktas prakses, institucionālās aktivitātes, paražas un tradīcijas uztur ainavu (šņoru zemju pēctecības Latgalē) vai kā vēsturiskās telpiskās struktūras ir ietekmējušas ainavas tālāku attīstību (muižu un zemnieku zemju telpisko struktūru pēctecības) (Zariņa, 2013). Tieši cilvēka faktora, kura izpausmes atkarīgas no dažādiem subjektīviem un objektīviem procesiem, kā zemes izmantošanas virzītājspēka lielā nozīme sarežģī zemes izmantošanas modelēšanu nākotnē. Vienlaikus arī dabiskie lauksaimniecības zemju aizaugšanas procesi, kas izmaina vēsturisko zemes izmantošanas struktūru, pašreiz viegli nepadodas modelēšanai (Ruskule *et al.*, 2016). Tāpēc viens no nākotnes izaicinājumiem ir zemes telpiskās struktūras modeļa izstrādāšana, kas varētu nodrošināt lēmumu pieņemējus ar objektīvu informāciju par viena vai otra lēmuma iespējamo ietekmi uz zemes izmantošanas telpisko struktūru.

### Izmantotā literatūra

1. Penēze, Z., Nikodemus, O., Krūze, I. (2009). Izmaiņas Latvijas lauku ainavā 20. – 21. gadsimtā. *Latvijas Universitātes Raksti, Acta Universitatis Latviensis. Zemes un vides zinātnes*, No. 724, pp. 168–183.
2. Rendenieks, Z., Nikodemus, O., Brūmelis, G. (2015). Dynamics in forest patterns during times of forest policy changes in Latvia. *European Journal of Forest Research*, No. 134(5), pp. 819–832.
3. Ruskule, A., Nikodemus, O., Kasparinskis, R., Prižavoite, D., Bojāre, D., Brūmelis, G. (2016). Soil–vegetation interactions in abandoned farmland within the temperate region of Europe. *New Forests*, No. 47(4), pp. 587–605.

4. Vanwambeke, S.O., Meyfroid, P., Nikodemus, O. (2012). 20 years of rural landscape changes in Vidzeme, Latvia. *Landscape and Urban Planning*, No. 105, pp. 241–249.
5. Vinogradovs, I., Nikodemus, O., Elferts, D., Brumelis, G. (2018). Assessment of site-specific drivers of farmland abandonment in mosaic-type landscapes: A case study in Vidzeme, Latvia. *Agriculture Ecosystems & Environment*, No. 253, pp. 113–121.
6. Zariņa, A., Vinogradovs, I., Šķiņķis, P. (2018). Towards (Dis)Continuity of Agricultural Wetlands: Latvia's Polder Landscapes After Soviet Productivism. *Landscape Research*, No. 43(3), pp. 455–469.
7. Zariņa, A. (2013). Path dependence and landscape: initial conditions, contingency and sequences of events in Latgale, Latvia. *Geografiska Annaler, Series B, Human Geography*, No. 95(4), pp. 355–473.

## SLĀPEKĻA MINERĀLMĒSLOJUMA NORMU IETEKME UZ NIEDRU AUZENES UN AUZEŅAIRENES SAUSNAS RAŽU

*Rasma Platače, Aleksandrs Adamovičs*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
aleksandrs.adamovics@llu.lv

Latvijā niedru auzene nav ieguvusi plašu popularitāti, taču Eiropā tā ir iecienīta stiebrzāle, ko samērā plaši izmanto par maisījuma komponenti pļaujamos zālaugu zelmeņos, īpaši maisījumos ar timotiņu un pļavas auzeni (Atjaunojamā enerģija un..., 2012). Auzeņairene ir atzīta par perspektīvu stiebrzāli Ziemeļeiropā, kur meteoroloģiskie apstākļi nav pietiekami labvēlīgi tās audzēšanai (Nesheim, Bronstad, 2000; Gūtmane, 2011). Savas kvalitātes un konkurētspējīgās produktivitātes dēļ auzeņaires var ieņemt līdzvērtīgu vietu starp šajā klimata joslā audzēšanai piemērotām stiebrzālēm – timotiņu un pļavas auzeni (Adamovičs, Gūtmane, 2004). Auzeņairene ir maz pētīta stiebrzāļu suga ne tikai pasaulē un Eiropā, bet arī Latvijā (Gutmane, Adamovich, 2007). Auzeņaires, salīdzinot ar airenēm, ir ziemcietīgākas un izturīgākas pret slimībām, un tām ir labāka ataugšanas spēja.

Lauka izmēģinājumi tika ierīkoti LLU MPS „Pēterlauki” (56°53' N, 23°71' E) 2011. gadā. Pētījums tika veikts no 2012. gada līdz 2016. gadam. Augsne: velēnu karbonātu, smags putekļu smilšmāls. Agroķīmiskie rādītāji: pH KCL 6.7; organiskās vielas saturs – 21 g kg<sup>-1</sup>; fosfora saturs – 52 mg kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (zems); kālija saturs – 128 mg kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (vidējs).

Auzeņairesnes (*Festulolium* Asch. & Graebn.) un niedru auzenes (*Festuca arundinacea* L.) zelmeņus izveidoja, izmantojot slāpekļa minerālmēslu normas: 0, 30, 60, 90, 120, 150 un 180 kg ha<sup>-1</sup> N. Pamatmēslojumā iestrādāja vienkāršo granulēto superfosfātu 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> un kālija hlorīdu 120 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Stiebrzāļu sējas gadā minerālmēslus nelietoja, bet izsēja pavasarī, veģetācijas sākumā, attiecīgā zelmeņa izmantošanas gadā.

Niedru auzene un auzeņairene bija atsaucīgas uz slāpekļa mēslojumu: palielinot slāpekļa normu, būtiski palielinājās arī sausnas raža. Sausnas raža pirmajā pļāvumā auzeņairenei bija no 4.33 t ha<sup>-1</sup> (NOP80K120) līdz 8.96 t ha<sup>-1</sup> (N180P80K120), bet niedru auzenei – no 5.01 t ha<sup>-1</sup> (NOP80K120) līdz 9.38 t ha<sup>-1</sup> (N180P80K120).

Vērtējot slāpekļa mēslojuma ietekmi uz augstu ražu iegūšanu, niedru auzenei un auzeņairenei konstatēja, ka būtiskie sausnas ražas pieaugumi pa izmantošanas gadiem bija atšķirīgi.

Zelmeņa pirmajā izmantošanas gadā niedru auzenei būtisks ( $p < 0.05$ ) ražas palielinājums tika novērots, lietojot 60 kg ha<sup>-1</sup> N slāpekļa normu, kad sausnas raža sasniedza 6.15 t ha<sup>-1</sup>. Turpmāka slāpekļa normas palielināšana līdz pat 180 kg ha<sup>-1</sup> N sekmēja būtisku ražas pieaugumu, kad sausnas raža sasniedza 8.64 t ha<sup>-1</sup>. Arī auzeņairenei būtisks ( $p < 0.05$ ) sausnas ražas pieaugums turpinājās līdz slāpekļa normai 180 kg ha<sup>-1</sup> N, kas nodrošināja 8.11 t ha<sup>-1</sup> lielu sausnas ražas iegūšanu. Turpmākajos gados auzeņairenei līdz ar blīvāka zelmeņa attīstību ieguva >8.0 t ha<sup>-1</sup> sausnas ražu ar mazākām slāpekļa normām, nekā tas bija nepieciešams pirmajā izmantošanas gadā.

Niedru auzenei pirmajā zelmeņa izmantošanas gadā, lai pārsniegtu 8.0 t ha<sup>-1</sup> sausnas ražu, jālieto augstas slāpekļa normas (>150 kg ha<sup>-1</sup> N). Niedru auzenei līdz ar zelmeņa vecumu, kad tas kļūst spēcīgāks un blīvāks, lai noturētu sausnas ražu >8.0 t ha<sup>-1</sup>, jālieto 120 kg ha<sup>-1</sup> N un vairāk slāpekļa mēslojuma.

Ar polinomu lineāro sadalīšanu noteica faktoru mijiedarbības efektu, kā izmantošanas gadi un pamatmēslojuma fons ietekmēja slāpekļa mēslojuma normu palielināšanas efektivitāti un līdz kādam lielumam bija nozīme kāpināt slāpekļa mēslojuma normas. Izmantojot lineāros regresijas koeficientus, konstatēja, ka niedru auzenei pirmajā zelmeņa izmantošanas gadā augstāko slāpekļa efektivitāti sasniedza ar slāpekļa normu 180 kg ha<sup>-1</sup> N, otrajā un ceturtajā zelmeņa izmantošanas gadā – ar slāpekļa normu 60 kg ha<sup>-1</sup> N, trešajā gadā – ar slāpekļa normu 30 kg ha<sup>-1</sup> N, un piektajā gadā – ar slāpekļa normu 120 kg ha<sup>-1</sup> N. Lineāro koeficientu izvērtējums apstiprināja iepriekš konstatētās un aprakstītās sausnas ražas pieauguma būtiskuma svārstības. Savukārt auzeņairenei slāpekļa normu palielināšanas augstākā efektivitāte zelmeņa pirmajā izmantošanas gadā tika sasniegta ar slāpekļa normu 120 kg ha<sup>-1</sup> N, otrajā zelmeņa izmantošanas gadā – ar 30 kg ha<sup>-1</sup> N, un no trešā līdz piektajam izmantošanas gadam – ar 60 kg ha<sup>-1</sup> N.

Lineāro regresiju koeficienti rāda, ka augstu ražu iegūšanai niedru auzenes jaunam zelmenim (1. izmantošanas gads) un vecākam zelmenim (5. izmantošanas gads) jālieto augstas slāpekļa normas – 180 kg ha<sup>-1</sup> N, kad no 1 kg N ieguva 0.021 t lielu sausnas ražu. Otrajā un ceturtajā niedru auzenes zelmeņa izmantošanas gadā augstāko sausnas ražas iegūvi (attiecīgi 0.025 t un 0.036 t no 1 kg N) nodrošināja slāpekļa mēslojums 60 kg ha<sup>-1</sup> N, bet trešajā zelmeņa izmantošanas gadā pietika ar slāpekļa mēslojuma

normu  $30 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ , kad no  $1 \text{ kg N}$  ieguva  $0.041 \text{ t}$  sausas. Otrajā, trešajā un ceturtajā niedru auzenes zelmeņa izmantošanas gadā, kad slāpekļa mēslojuma augstāko efektivitāti konstatēja ar slāpekļa normām  $30$  un  $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ , paaugstinātu normu lietošana bija mazāk efektīva. Niedru auzenes sausas raža otrajā zelmeņa izmantošanās gadā no  $1 \text{ kg N}$  samazinājās par  $80\%$ , trešajā gadā – par  $73\%$ , bet ceturtajā gadā – par  $68\%$ .

Visos izmēģinājuma gados paaugstinātos slāpekļa normu apgabalos auzenei slāpekļa efektivitāte samazinājās: pirmajā izmantošanas gadā –  $120\text{--}180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ , otrajā gadā –  $30\text{--}180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ , un no trešā līdz piektajam izmantošanas gadam –  $60\text{--}180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ . Pirmajā izmantošanas gadā samazinājums bija  $46\%$ , otrajā gadā –  $41\%$ , bet no trešā līdz piektajam gadam sausas ražas samazinājums attiecīgi bija  $76$ ,  $74$  un  $85\%$ .

Slāpekļa mēslojuma ietekmē sausas raža niedru auzenei palielinājās no  $10$  līdz  $59\%$ , bet auzenei – no  $22$  līdz  $81\%$ .

Polinomiālā sadalījuma lineārie regresijas koeficienti parādīja, ka slāpekļa mēslojuma augstākā efektivitāte atšķīrās pa zelmeņa izmantošanas gadiem.

### Izmantotā literatūra

1. Adamovičs, A., Gūtmane, I. (2004). Auzeneņu un hibrīdo aizeņu šķirņu produktivitāte sēkludzēšanas sējumos. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 6, 120.–124. lpp.
2. *Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā* (2012). Latvijas Lauksaimniecības universitāte: red. P. Rivža. LLU, Jelgava, 391 lpp.
3. *Enerģētisko augu audzēšana un izmantošana* (2007). Adamovičs A., Agapovs J. u. c. Valsts SIA „Vides projekti”, Rīga, 190 lpp.
4. Gūtmane, I. (2011). *Auzeneņu un hibrīdo aizeņu produktivitātes veidošanās agrocenoloģiskais raksturojums*. Promocijas darba kopsavilkums Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai. LLU, Jelgava. 49 lpp.
5. Gutmane, I., Adamovich, A. (2007). Productivity and persistency of *Festulolium* and *Lolium* × *boucheanum* swards. In: *Permanent and Temporary Grassland: Grassland Science in Europe*, No. 12, pp. 59–62.
6. Nesheim, L., Bronstad, I. (2000). Yield and winter hardiness of *Festulolium* (*Festuca* × *Lolium*) in Norway. *Grassland Science in Europe*, No. 5, Denmark, pp. 238–240.



## KLIMATAM DRAUDZĪGA LAUKSAIMNIECĪBAS PRAKSE LATVIJĀ: IESPĒJAS UN RISINĀJUMI

*Dina Popluga<sup>1</sup>, Kaspars Naglis-Liepa<sup>1</sup>, Dzidra Kreišmane<sup>2</sup>, Arnis Lēnerts<sup>1</sup>, Pēteris Rivža<sup>3</sup>*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte: <sup>1</sup>Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte,

<sup>2</sup> Lauksaimniecības fakultāte, <sup>3</sup> Informācijas tehnoloģiju fakultāte

dina.popluga@llu.lv

Lauksaimniecība un tās specifiskais ražošanas veids ir unikāla ekonomikas, vides un sabiedrības sistēmu sastāvdaļa. Lauksaimniecības galvenais mērķis ir pārtikas ražošana cilvēku vajadzībām. Ņemot vērā ražošanas attīstības globālo kontekstu, Latvijas lauksaimniecībai ir jābūt gatavai jauniem izaicinājumiem, novērtējot saražoto produkciju ilgtspējas kontekstā. Ir nepieciešams veikt lauksaimnieciskās ražošanas novērtēšanu ilgtspējas kategorijās, lai pielāgotu to ilgtspējīgai attīstībai (Pope *et al.*, 2013). Latvijā veiktie pētījumi (Lenerts *et al.*, 2017; 2017a) parāda, ka daļa no lielajām saimniecībām, kas spēlē nozīmīgu ekonomisko lomu un ir intensificējušas lauksaimnieciskās ražošanas procesus, rezultātā kopējā lauksaimniecības ietekme uz vidi ir palielinājusies. Lai sasniegtu un nodrošinātu lauksaimniecības ilgtspējīgu attīstību Latvijā, lielāks uzsvars ir jāliek uz klimatam draudzīgas prakses attīstību, kur īpaša uzmanība ir veltīta siltumnīcefekta izraisošo emisiju (SEG) samazināšanai. Pašlaik Latvijā lauksaimniecība ir otrs lielākais siltumnīcefektu izraisošo gāzu (SEG) emisiju avots, veidojot 24.2% no kopējām SEG emisijām valstī (Latvia's National..., 2018). Turklāt lauksaimnieciskajai aktivitātei Latvijā ir tendence katru gadu pieaugt, kas veicina arī lauksaimniecības radīto SEG emisiju pieaugumu. Šādas lauksaimniecības nozares radīto SEG emisiju tendences norāda uz to, ka lauksaimniecības ietekme uz vidi SEG emisiju veidā kļūst arvien intensīvāka, un SEG emisiju samazinošo pasākumu ieviešana lauksaimniecības praksē var kļūt par nepieciešamību, lai saglabātu un nodrošinātu ilgtspējīgu lauksaimniecības nozares attīstību nākotnē. Šādi apsvērumi noteica šī pētījuma mērķi – izvērtēt klimatam draudzīgas lauksaimniecības prakses attīstības iespējas Latvijā siltumnīcefekta izraisošo gāzu samazināšanas kontekstā.

Lai sasniegtu pētījuma mērķi, autori šajā pētījumā izmantoja Latvijas un ārzemju autoru publikācijas, statistikas datus un ziņojumus, kā arī pielietoja vispāratzītās pētījumu metodes ekonomikā, t.sk. monogrāfisko, analīzes un sintēzes metodes. Klimatam draudzīgas prakses izvērtējums pamatojas uz SEG emisiju samazinošo pasākumu izvērtējumu, izmantojot SEG emisiju robežsamazinājuma izmaksu aprēķināšanas pieeju, kas ir starptautiski atzīta pieeja SEG emisiju samazināšanas iespēju izvērtēšanai (Eory *et al.*, 2018) un autori to ir aprobējuši savos iepriekšējos pētījumos (Popluga *et al.*, 2017). Pētījuma rezultāti parādīja, ka Latvijai starptautiski noteikto saistību klimata politikas kontekstā izpildei nepieciešams ieviest SEG emisiju mazietilpīgas ražošanas tehnoloģijas un saimniekošanas praksi. Īpaša uzmanība ir jāpievērš tādiem pasākumiem, kas samazina metāna (CH<sub>4</sub>) emisijas no lauksaimniecības dzīvnieku (pamatā liellopu) iekšējās fermentācijas procesiem; dislāpekļa oksīda (N<sub>2</sub>O) tiešās un netiešās emisijas no lauksaimniecībā izmantojamās zemes apstrādes un apsaimniekošanas, t.sk. slāpekļa mēslojuma lietošanas prakses. Formāli Latvijas lauksaimniecības politika paredz vairāk nekā 20 dažādus pasākumus, kas ir saistīti ar SEG emisiju samazināšanu un aptver tādas jomas kā augkopība, lopkopība, zemes izmantošanas un enerģijas efektivitāte. Tomēr līdz šim Latvijā nav veidojusies pietiekama izpratne par to, kas ir SEG emisiju samazinošie pasākumi, kāda ir to ietekme, kā tie sasauca ar lauksaimnieku ikdienas darbībām un pieņemtajiem lēmumiem. Tāpat līdz šim trūka zinātnisku pierādījumu un aprēķinu, kas varētu parādīt šo SEG emisiju samazināšanas pasākumu potenciālu, to efektivitāti, kā arī to, vai ir nepieciešami vēl kādi papildus pasākumi, lai Latvijā varētu attīstīties klimatam draudzīga lauksaimnieciskā ražošana. Pētījuma autori apkopoja informāciju par 17 SEG emisijas samazinošiem pasākumiem, kas pēc to iedarbības mērķiem var tikt iedalīti šādās grupās: četri pasākumi, kas veicina efektīvu mēslojuma lietošanu; pieci pasākumi, kas uzlabo augsnes auglību; viens pasākums, kas maina zemes izmantošanas veidu ar mērķi veicināt oglekļa uzkrāšanos augsnē; trīs pasākumi, kas uzlabo dzīvnieku ēdināšanu; divi pasākumi, kas uzlabo kūtsmēsli apsaimniekošanas sistēmas; divi pasākumi, kas uzlabo ganību apsaimniekošanu. Lai novērtētu, kādu ietekmi uz lauksaimnieku finansiālo sniegumu un uz apkārtējo vidi rada šie 17 pasākumi, kas pašlaik ir atrodami Latvijas lauksaimnieku praksē, gan ir pavisam jauni, svarīgi saprast katra pasākuma mērķi, būtību un esošo situāciju tā ieviešanā, priekšrocības un trūkumus, ar ieviešanu saistītās izmaksas, kā arī tā ietekmi uz SEG emisiju samazinājumu.

Pētījuma ietvaros tika konstatēts, ka, izvērtējot SEG emisiju samazinošo pasākumu ieviešanas iespējas, jāvērtē situācija kompleksi, gan ievērojot to, ka ne visi pasākumi būs piemēroti visām saimniecībām, gan to, ka pasākumu SEG samazināšanas izmaksas starp dažāda tipa un lieluma

saimniecībām atšķiras. Ņemot vērā šādus nosacījumus, tika konstatēts, ka klimatam draudzīgas lauksaimniecības prakses attīstīšana Latvijā ir iespējama, ieviešot tādas SEG emisijas samazinošos pasākumus, kas ir izmaksu izdevīgi, jo to SEG samazināšanas izmaksas ir negatīvas, kas nozīmē, ka šo pasākumu ieviešana lauksaimniekiem veido papildus ekonomiskos ieguvumus (palielinās ražība, samazinās mēslojuma lietošana u.tml.). Lai šādu pasākumu ieviešana notiktu praksē, svarīgi ir par tiem izglītēt lauksaimniekus. Šādi pasākumi ir: minimālā augsnes apstrāde, barības kvalitātes uzlabošana, intensīva ganīšana, barības devu plānošana, šķidro kūtsmēslu separēšana, precīza minerālmēslojuma lietošana. Tāpat tādi pasākumi, kas ir vērtējami kā izmaksu neitrāli, jo to SEG samazināšanas izmaksas ir tuvu CO<sub>2</sub> tirgus cenai, t.i. šo pasākumu SEG samazināšanas izmaksas ir no 0 līdz 100 EUR par 1 t CO<sub>2eq</sub>, ir uzskatāmi par klimatam draudzīgas lauksaimniecības prakses attīstības veicinātājiem. Šādu pasākumu ieviešana praksē ir mērķtiecīga, taču tā kā tas lauksaimniekiem saistās ar papildus izmaksām, būtu jādomā par īpašām izglītošanas un atbalsta aktivitātēm. Minētie pasākumi ir: slāpekļa piesaiste (tauriņziežu iekļaušana kultūraugu rotācijā) un mēslošanas plānošana. Kopumā pētījuma rezultāti parādīja, ka klimatam draudzīga lauksaimniecības prakse Latvijā ir iespējama, un īpaša uzmanība ir jāpievērš lauksaimnieku izglītošanai par klimatam draudzīgiem risinājumiem lauksaimniecībā.

**Pateicība.** Šis pētījums tika veikts Valsts pētījumu programmas projekta „Latvijas ekosistēmu vērtība un tās dinamika klimata ietekmē – (EVIDEnT)”, Nr.2014/VPP2014–2017, ietvaros.

#### Izmantotā literatūra

1. Eory, V., Pellerin, S., Garcia, G.C., Lehtonen, H., Licite, I., Mattila, H., Lund-Sorensen, T., Muldowney, J., Popluga, D., Strandmark, L., Schulte, R. (2018). Marginal abatement cost curves for agricultural climate policy: state of art, lessons learnt and future potential. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 182, pp. 705–716.
2. *Latvia's National Inventory Report* (2018). Latvian Environment Geology and Meteorology Centre. Nepublicēta informācija.
3. Lenerts, A., Popluga, D., Schulte, R.P.O., Pilvere, I. (2017). Sustainability assessment of agricultural production: case study of Latvian crop sector. In: *Proceedings of 16th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development*, May 24 – 26, Jelgava, Latvia, Vol.16, pp. 1312–1320.
4. Lenerts, A., Popluga, D., Rivza, P. (2017a). Selection of greenhouse gas emission-reducing measures with analytical hierarchy process approach. In: *Proceedings of the International Scientific Conference: Economic Science for Rural Development*, April 27-28, Jelgava, Latvia, No. 44, pp. 267–273.
5. Pope, J., Bond, A., Morrison-Saunders, A., Retief, F. (2013). Advancing the theory and practice of impact assessment: setting the research agenda. *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 41, pp. 1–9.
6. Popluga, D., Naglis-Liepa, K., Lenerts, A., Rivza, P. (2017). Marginal abatement cost curve for assessing mitigation potential of Latvian agricultural greenhouse gas emissions: case study of crop sector. In: *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017: Conference Proceedings*, Vol. 17: *Energy and Clean Technologies*; Issue 41: *Nuclear Technologies. Recycling. Air Pollution and Climate Change*, pp. 511–518.

## VERMIKOMPOSTA LIETOŠANAS IETEKME UZ AUZU (*AVENA SATIVA L.*) ŠĶIRNES ‘BELINDA’ RAŽU

*Aivars Pogulis*  
ZS „Pilsumi”, Latvija  
aivars.pogulis@inbox.lv

Auzu graudi ir vērtīgs produkts, jo tajos ir sabalansēts neaizstājamo aminoskābju sastāvs, viegli izmantojamā ciete, šķīstošo šķiedrvielu, galvenokārt  $\beta$ -glikāna, kā arī vitamīnu, minerālvielu un antioksidantu daudzums (Vīcupe, 2012), un tādēļ, salīdzinot ar citām labībām, auzas ar labām sekmēm var izmantot pārtikā un lopbarībā. Auzu produktu patēriņš Eiropā palielinās, jo auzas nesatur glutēnu, un ir daudzveidīgu minerālvielu un vitamīnu avots (Skagale, 2017). Kā uzskata Agrolesursu un ekonomikas institūta Stendes pētniecības centra zinātniece Vija Strazdiņa, auzas nav pietiekami novērtētas, un norāda, ka ir sējamas velēnu podzolētās un velēnu glejotās smilšmāla vai mālsmilts augsnēs ar vāji skābu reakciju pH 5.5 – 6.5, pie kam, sējumu kopšanas pasākumi (mēslošana un augu aizsardzība) no sējumu kopējās ražības veido 30 – 50% lielu īpatsvara daļu (Strazdiņa, 2015).

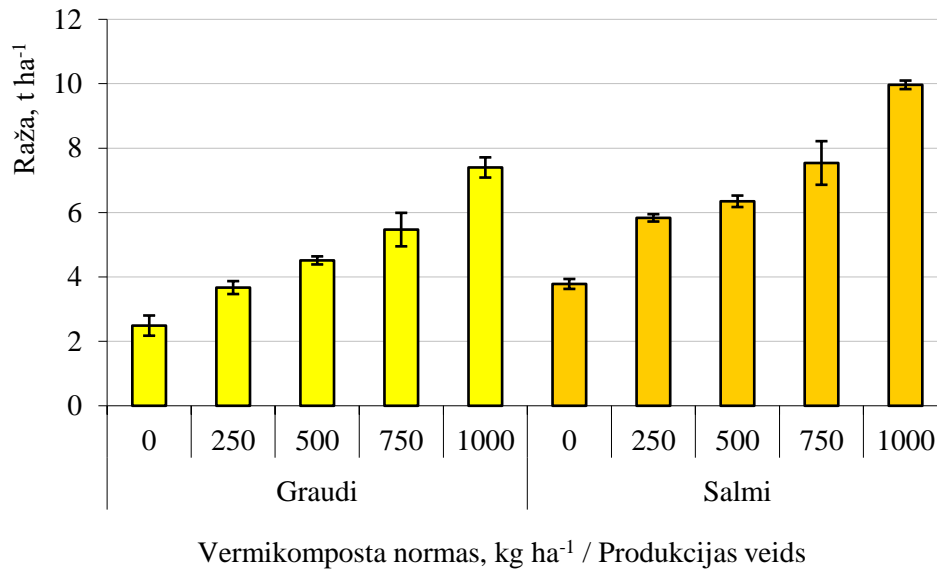
Viens no atļautajiem mēslošanas līdzekļiem bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā ir vermikomposts. Taču Latvijā nav sastopama informācija par vermikomposta ietekmi uz auzām un arī pasaules mērogā tās ir salīdzinoši maz.

Vermikomposta, kura ražošanā bija izmantotas griķu vai saulespuķu sēnalu izejvielas, lietošana auzām palielināja biometriskos rādītājus (visa auga masa, sakņu, stiebru un lapu gaissausa masa, graudu raža) no 2.18 līdz 3.0 reizēm (Пчеленок, Дмитровская, 2007). Krievijā, Burjatijā, stepes zonā izmēģinot vermikompostu, kura ražošanā kā izejvielas bija izmantoti liellopu vai putnu kūtsmēsli, ar devu 3 t ha<sup>-1</sup>, kastaņbrūnās, vieglās smilšmāla augsnēs auzu šķirnei ‘Dogoi’ konstatēja zaļmasas palielinājumu par 12–15% (Алтаев, 2002). Savukārt Т.М. Korsunova u.c. zinātnieki (2002) savā pētījumā konstatēja, ka no vermikomposta lietošanas salīdzinājumā ar kontroles variantu (bez vermikomposta lietošanas) auzu zaļmasas raža bija palielinājusies par 12–17% (Maksimova, 2011). Baltkrievijā, labi iekultivētā velēnu podzolaugsnē ar granulometrisko sastāvu – mālsmilts, vermikomposts tika iestrādāts 5 t ha<sup>-1</sup>, pirms augšnes kultivēšanas. Bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā auzu graudu raža palielinājās vidēji par 0.56 t ha<sup>-1</sup> (no 0.29 t ha<sup>-1</sup> 2013. gadā līdz 0.83 t ha<sup>-1</sup> 2014. gadā) no lietotā vermikomposta salīdzinot ar kontroli. Relatīvais graudu ražas pieaugums vidēji bija 13% (no 8% 2013. gadā līdz 17% 2014. gadā) (Серая и др., 2014).

Pētījuma mērķis – noskaidrot vermikomposta ietekmi uz auzu ražu Latvijas agroekoloģiskajos apstākļos. Šāda pētījumā rezultāti par vermikomposta lietošanu auzu sējumā Latvijā tika iegūti pirmo reizi.

Izmēģinājums ierīkots 2017. gadā ZS „Pilsumi” (57°45'8.45"N, 24°55'49.6"E), Alojas pagasts, Alojas novads. Augsne bija velēnu podzolaugsnē (PVv) ar granulometrisko sastāvu – smilšmāls. Augšnes reakcija bija vidēji skāba, organiskās vielas saturs – vidējs, fosfora saturs – zems un kālija saturs – vidējs. Augsne analizēta Valsts augu aizsardzības dienesta Agroķīmijas departamenta Agroķīmijas laboratorijā saskaņā ar apstiprinātajām analīžu metodēm. Sēja veikta 7. maijā. Pētījums veikts ar auzu šķirni ‘Belinda’ (izcelsme: Zviedrija, Lantmannen SW Seed). Izsejas biežība bija 550 dīgstošas sēklas uz 1 m<sup>2</sup> (ar atbilstošu sēklu sējīpašību kvalitāti – 204.6 kg ha<sup>-1</sup>). Pētījumā izmantotā vermikomposta tirdzniecības nosaukums: „Biohumuss” (reģistrācijas apliecības Nr. G 0.06-1128-15), ražots SIA „Vermivilla”, “Bārbeles”, Viesītes pagasts, Viesītes novads, no kompostētiem liellopu kūtsmēsliem, ko pārstrādājušas slietas. Vermikomposta sastāvs: kopējais slāpekļis 0.9%, kopējais fosfors 0.8% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, kopējais kālijs 1.2% K<sub>2</sub>O, organiskās vielas saturs 20%, pH 8.2, mitrums max 60%. Produkts pēc fizikālajām īpašībām ir pulverveida viela. Tika salīdzinātas šādas vermikomposta normas: 0, 250, 500, 750 un 1000 kg ha<sup>-1</sup>. Vermikomposts tika lietots lokāli, augšnes virskārtā ne dziļāk par sēklu iestrādes dziļumu līdz 5 cm, pirms auzu sējas.

Auzu ‘Belinda’ graudu raža izmēģinājumā variēja no 2.49 t ha<sup>-1</sup> līdz 7.40 t ha<sup>-1</sup> (skat. att.), bet salmu raža – no 3.78 t ha<sup>-1</sup> līdz 9.97 t ha<sup>-1</sup>. ZS “Pilsumi” izmēģinājumā, nelietojot mēslojumu, auzu ‘Belinda’ graudu raža vidēji bija 2.49 t ha<sup>-1</sup> (pa atkārtojumiem variēja no 2.03 t ha<sup>-1</sup> līdz 3.09 t ha<sup>-1</sup>) un tā parādīja augšnes dabiskās auglības ražotspēju. Nelietojot mēslojumu, kā tas bieži notiek bioloģiskajā lauksaimniecības sistēmā, auzu graudu raža ir niecīga un dažkārt pat mazāka, nekā tas bija šajā pētījumā. ZS “Pilsumi” ierīkotajā izmēģinājumā SIA “Vermivilla” ražotais vermikomposts sekmēja auzu ‘Belinda’ graudu ražas pieaugumu no 1.18 t ha<sup>-1</sup> jeb 47% (deva 250 kg ha<sup>-1</sup>) līdz 4.91 t ha<sup>-1</sup> jeb 3.0 reizes (deva 1000 kg ha<sup>-1</sup>) salīdzinot ar kontroles variantu (bez vermikomposta lietošanas). Savukārt salmu raža palielinājās par 2.05 t ha<sup>-1</sup> jeb 54% (deva 250 kg ha<sup>-1</sup>) līdz 6.18 t ha<sup>-1</sup> jeb 2.6 reizes (deva 1000 kg ha<sup>-1</sup>), salīdzinot ar kontroles variantu. Izmēģinājumā novēroja, ka, palielinot vermikomposta normu virs 750 kg ha<sup>-1</sup>, palielinās sējumu veldrēšanās risks.



Att. Vermikomposta ietekme uz auzu ‘Belinda’ graudu un salmu ražu 2017. gadā ZS „Pilsūmi”.

Viena gada eksperimenta rezultāti parādīja, ka vermikomposta lietošana auzām ‘Belinda’ nodrošināja būtisku graudu un salmu ražas pieaugumu visos izmēģinātajos vermikomposta normu variantos. Vermikomposta ietekmē graudu raža palielinājās 1.5 līdz 3.0 reizes, bet salmu – 1.5 līdz 2.6 reizes.

**Pateicība.** SIA „Vermivilla” īpašniekam Valtam Žagaram par atbalstu pētījuma veikšanā.

#### Izmantotā literatūra

1. Maksimova, S. (2011). Progress in vermicomposting in Belarus, Russia and Ukraine. In: C.A. Edwards, N.Q. Arancon, R.L. Sherman (eds.) *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes and Environmental Management*. CRC Press by Taylor & Francis Group, USA, pp. 565–573.
2. Skagale, G. (2017). Auzas atmaksājas audzēt pat Zemgalē. *Latvijas Avīze*, 2017. g. 14. augusts. [Tiešsaiste] [skatīts 27.04.2018.]. Pieejams: <http://laukos.la.lv/auzas-atmaksajas-audzet-pat-zemgale/>.
3. Strazdiņa, V. (2015). *Graudaugu audzēšanas tehnoloģijas*. [Tiešsaiste] [skatīts 27.04.2018.]. Pieejams: <http://www.stendeselekcija.lv/jaunumi/data/augsuplades/files/kons.bir.2.pdf>.
4. Vīcupe, Z. (2012). Kas ir vērtīga auzu šķirne? *Latvijas Avīze*, 2012. g. 1. marts [Tiešsaiste] [27.04.2018.]. Pieejams: <http://www.la.lv/kas-ir-vertiga-auzu-skirne-2/>
5. Алтаев, А.А. (2002). *Влияние вермикомпостов и ЭМ-препарата на агроэкологические свойства каштановых почв Бурятии*. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Улан-Удэ: Бурятская ГСХА. 130 с.
6. Пчеленок, О.А., Дмитровская, Т.А. (2007). Вермикультивирование как ресурсосберегающая технология в сельскохозяйственном производстве. *Современные наукоемкие технологии*, N 4, с. 85–86.
7. Серая, Т.М., Богатырева, Е.Н., Белявская, Ю.А, Кирдун, Т.М., Бирюкова, О.М., Торчило, М.М., Волчеквич, И.Г., Жукова, М.И. (2014). Сравнительная эффективность возделывания овса в традиционной и органической системе земледелия на дерново-подзолистой суглинистой почве. *Почвоведение и агрохимия*, N 2 (53), с. 111–118.

## LATVIJAS AUGU AIZSARDZĪBAS PĒTNIECĪBAS CENTRA PRAKTISKIE PĒTĪJUMI ILGTSPĒJĪGAI LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAI

*Regīna Rancāne, Jānis Jaško, Zane Erdmane, Olga Treikale, Laura Ozoliņa-Pole, Kaspars Gulbis*

Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs  
regina.rancane@laapc.lv

Pesticīdu izmantošanas nepieciešamībai un to atliekvielu ietekmei uz veselību un vidi šobrīd ir pievērsta pastiprināta sabiedrības uzmanība. Plašsaziņas līdzekļos vērojami pretēji viedokļi – radikāli nosodoša attieksme pret pesticīdu lietošanu no vienas puses un uzskats, ka bez tiem kvalitatīvu ražu izaudzēt nav iespējams, no otras. Patiesība ir kaut kur pa vidu. Lai lauksaimnieks strādātu efektīvi, ir nepieciešamas pētījumos balstītas zināšanas, kā arī katrā saimniecībā ir nepieciešams speciālists ar izglītību lauksaimniecībā, kas atpazīst un novērtē situāciju laukos. Lauksaimniekam ir jāzina, kādi ir nozīmīgākie kaitīgie organismi viņa audzētajam kultūraugam, jāpazīst tie, un jāprot tos pareizi ierobežot, lai ietekme uz vidi būtu minimāla. Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs (LAAPC) kopš 1913. gada veic pētījumus praktiskajā augu aizsardzībā, risinot problēmas, kas ir aktuālas šobrīd un tuvākajā nākotnē. Pētījumi tiek veikti par kultūraugiem kaitīgajiem un konkurējošajiem organismiem – nezālēm, slimību ierosinātājiem un kaitēkļiem, kā arī par šo organismu ierobežošanas metodēm integrētajā un bioloģiskajā lauksaimniecībā. Pētījumu tēmu izvēle ir cieši saistīta ar aktuālo situāciju nozarē. Kā prioritārās tēmas šobrīd izvirzītas – pupu sēklgrauža, graudzāļu dzeltenās rūsas, vējauzas un krūmcidoniju slimību un kaitēkļu izpēte, darbs ar lēmuma atbalsta sistēmām, un augu aizsardzības demonstrējumu izmēģinājumi bioloģiskajā lauksaimniecībā, lai palīdzētu bioloģiskajā sistēmā strādājošiem augļkopjiem iegūt kvalitatīvu ražu ar līdz šim maz pazīstamām metodēm un līdzekļiem.

Sekojojot Eiropas Savienības lauksaimniecības politikai un tajā iekļautajām zaļināšanas prasībām, ir pieaugušas lauku pupu sējumu platības, līdz ar to palielinās arī kaitīgo organismu izplatība. Viens no nozīmīgākajiem kaitēkļiem lauka pupu sējumos ir pupu sēklgrauzis (*Bruchus rufimanus*), kurš būtiski var ietekmēt ražas kvantitāti un kvalitāti. LAAPC veic pētījumus, lai noskaidrotu pupu sēklgrauža populācijas attīstības dinamiku un to ietekmējošos faktorus, kā arī izvērtē dažādas monitoringa metodes, lai varētu noteikt efektīvāko šī kaitēkļa ierobežošanas laiku.

Mainoties agroklimatiskajiem apstākļiem, pieaug iepriekš maznozīmīgu kaitīgo organismu nozīme, kā viens no piemēriem – dzeltenā rūsa (ier. *Puccinia striiformis*). Dzeltenā rūsa var izraisīt būtiskus kviešu un tritikāles ražas zudumus. Pēc zemnieku novērojumiem Latvijā dzeltenā rūsa kļuvusi par aktuālu problēmu pēdējos 2–3 gados. Dzeltenās rūsas ierosinātajam raksturīgai agresivitātei, spēja pielāgoties dažāda gaisa temperatūrai, kā arī spēja pārvietoties ar sporu palīdzību pat tūkstošiem kilometru rādiusā ap infekcijas vietu. Pastāv risks, ka jaunas, agresīvās sēnes rases var ierosināt epidēmiju graudaugu sējumos. Tādēļ LAAPC veic pētījumus, lai apzinātu situāciju Latvijā un izstrādātu rekomendācijas dzeltenās rūsas ierobežošanai. Pētījumi notiek par Latvijā sastopamo sēnes *Puccinia striiformis* rasu ģeogrāfisko izplatību; tirgū pieejamo fungicīdu efektivitāti dzeltenās rūsas ierobežošanai; plašāk audzēto un perspektīvo kviešu šķirņu izturību pret dzeltenās rūsas infekciju, kā arī par dzeltenās rūsas prognožu datormodeļa piemērotību izmantošanai Latvijas agroklimatiskajos apstākļos.

LAAPC kopš 2013. gada veic pētījumus par nezāļu populāciju struktūru Latvijā un faktoriem, kas to ietekmē. Šo pētījumu ietvaros īpaša uzmanība pievērsta vējauzai (*Avena fatua*). Pētījumu laikā konstatēts, ka vējauza ir izplatīta lauksaimniecības zemēs visā Latvijas teritorijā, īpaši liels piesārņojums ir pagastos ar lielāku saimniekošanas intensitāti. Vējauza uzskatāma par ekonomiski nozīmīgu nezāli, jo pat daži vējauzas augi uz kvadrātmetru var samazināt ražu par 5%. Ņemot vērā straujo vējauzas izplatību, galvenokārt ar piesārņotu sēklas materiālu, LAAPC veic padziļinātus pētījumus par vējauzas attīstības īpatnībām, ģenētisko daudzveidību, ietekmi uz labības ražu, kā arī par rezistences veidošanās risku. Saistībā ar pieaugošo vējauzas piesārņojumu tiek veikta pastiprināta sabiedrības informēšana – zemnieku aptaujāšana, informācijas izvietošana sociālajos tīklos, publikācijas populārzinātniskajos izdevumos, kā arī publisko diskusiju organizēšana, lai meklētu risinājumus vējauzas izplatības ierobežošanai ilgtermiņā.

Krūmcidoniju (*Chaenomeles japonica*) stādījumu platības Latvijā pēdējos gados strauji palielinās, un augļkopji ir iestādījuši pirmās Latvijā selekcionētās šķirnes. Šobrīd nav pietiekamas zinātniskās informācijas par slimību un kaitēkļu izplatību krūmcidoniju stādījumos, tādēļ ERAF projekta ietvaros LAAPC veic slimību un bezmugurkaulnieku monitoringu dažādu krūmcidoniju šķirņu stādījumos integrētajā un bioloģiskajā audzēšanas sistēmā. Pētījums ir nozīmīgs, lai apzinātu stādījumu fitosanitāro stāvokli un noteiktu kaitīgos organismus, kuru ierobežošanai nepieciešama augu aizsardzības metožu izmantošana. Projekta rezultāti sniegs zinātnisku informāciju par slimību ierosinātājiem un

bezmugurkaulniekiem krūmcidoniju stādījumos, nozīmīgākajiem krūmcidoniju kaitīgajiem organismiem un potenciālajām augu aizsardzības metodēm to ierobežošanai Latvijas agroklimatiskajos apstākļos.

Integrētajā augu aizsardzībā viens no pamatelementiem ir kaitīgā organisma monitorings, jo katrai apstrādei ar augu aizsardzības līdzekļiem ir jābūt pamatotai. Lēmuma atbalsta sistēmu mērķis ir optimizēt augu aizsardzības līdzekļu lietošanu, izmantojot tos pamatoti pareizā laikā, līdz ar to samazinot slodzi uz vidi, vienlaicīgi nodrošinot kvalitatīvas produkcijas ražošanu. LAAPC ar lēmuma atbalsta sistēmām strādā kopš 2004. gada, šobrīd nodrošinot augļkopjus ar brīvi pieejamām ābeļu un bumbieru kraupja, augļu koku vēža un ābolu tinēja prognozēm. Šajā virzienā LAAPC paplašina savu darbību 2018. gadā, pārbaudot arī citu kaitīgo organismu jaunus prognožu modeļus, kā arī paplašinot meteoroloģisko staciju tīklu Latvijas teritorijā.

Tāpat vērojama bioloģiskās lauksaimniecības sektora paplašināšanās, kur augu aizsardzības līdzekļu klāsts ir neliels, tāpēc LAAPC veic pētījumus par jaunu un adaptētu metožu un līdzekļu izmantošanas iespējām. LAAPC 2018. gadā ir uzsācis demonstrējumu projektus sadarbībā ar Latvijas augļkopjiem, lai rastu risinājumu nozīmīgāko slimību un kaitēkļu ierobežošanai ar pamatvielām un bioloģiskajiem augu aizsardzības līdzekļiem bioloģiskajos ābeļu dārzos. Demonstrējumu izmēģinājumos plānots uzskatāmi parādīt arī fitosanitāro paņēmieni nozīmi augu aizsardzības sistēmā ābeļu un upeņu stādījumos bioloģiskajā lauksaimniecībā. Ņemot vērā, ka lielākā daļa krūmcidoniju stādījumu ir ierīkoti bioloģiskajā audzēšanas sistēmā, arī tajos tiek izmēģināti bioloģiskie augu aizsardzības līdzekļi kombinācijā ar fitosanitārajiem paņēmieniem.

Šī ir tikai daļa no LAAPC pētījumiem augu aizsardzībā, un virzienu, kuros paplašināt pētījumus, ir daudz, jo augu aizsardzībai ir un būs nozīmīga loma ilgtspējīgas un starptautiski konkurētspējīgas lauksaimniecības attīstībā Latvijā.

## AKTUĀLĀKIE VIRZIENI DAUDZGADĪGO ZĀLAUGU SELEKCIJĀ LATVIJĀ

*Sarmīte Rancāne, Pēteris Bērziņš, Aldis Jansons, Aija Rebāne, Vija Stesele, Ivo Vēzis, Gaļina Jermuša*  
 Latvijas Lauksaimniecības universitātes Zemkopības institūts  
 sarmite.rancane@llu.lv

Daudzgadīgo zālaugu selekcija Latvijā aizsākās pagājušajā gadsimta pirmajā pusē vairākās vietās, t.sk., Priekuļos, Stendē, Mežotnē u.c. Kopš 1956. gada zālaugu selekcija tika uzsākta un koncentrēta Zemkopības institūtā, un nu jau vairākus gadu desmitus jaunas plašāk izmantoto lopbarības tauriņziežu un stiebrzāļu šķirnes tiek selekcionētas tikai Skrīveros. Gadu gaitā ir izveidotas un nodotas ražotājiem vairāk nekā 20 zālaugu šķirnes, kuras pārstāv dažādas sugas: sarkanais āboliņš (*Trifolium pratense* L.), bastardāboliņš (*T. hybridum* L.), lucerna (*Medicago* spp.), daudzgadīgā mazalkaloīdā lupīna (*Lupinus polyphyllus*), pļavas timotiņš (*Phleum pratense* L.), pļavas auzene (*Festuca pratensis* L.), ganību airene (*Lolium perenne* L.), hibrīdā airene (*L. hybridum*), auzeņairene (*×Festulolium*), miežabrālis (*Phalaris arundinacea* L.).

Lopbarības zālaugu selekcionāru mērķis ir radīt augstražīgas, plastiskas, ziemcietīgas šķirnes (Jansone *et al.*, 2014a), kuras ir izturīgas atšķirīgu biotisko un abiotisko faktoru izraisītajos stresa apstākļos, nodrošina augstvērtīgu lopbarību un iespējami ilgāk saglabājas zelmenī. Šobrīd aktuālākie selekcijas darba virzieni ir sarkanā āboliņa, austrumu galegas (*Galega orientalis* L.), stiebrzāļu starpsugu hibrīdu (*Lolium* spp. *× Festuca* spp.) un kamolzāles (*Dactylis glomerata* L.) jaunu šķirņu veidošana.

Selekcijas aktivitātes lauka apstākļos tiek veiktas vēlenu podzolētā augsnē ar vidēju iekultivēšanas pakāpi un zemu līdz vidēju nodrošinājumu ar augu barības vielām; organiskās vielas saturs vidēji 18 g kg<sup>-1</sup>, augsnes pH KCl līmenis svārstās no 5.3 līdz 6.4. Zālaugu selekcijā galvenokārt tiek izmantotas klasiskās metodes: brīvā sazielināšana lauka aptākļos, starpsķirņu hibrīdizācija, individuālā un ģimeņu izlase u.c. (Jansone u.c., 2014b), kā arī sadarbībā ar ģenētiķiem tiek adaptētas modernās selekcijas metodes.

Visā pasaulē sarkanā āboliņa selekcija ir koncentrēta galvenokārt uz genotipu veidošanu ar augstāku zaļās masas produktivitāti un pielāgošanās spēju palielināšanu (Taylor, Quesenberry, 1996). Lai uzlabotu šķirņu ražīgumu, izturību dažādu stresu apstākļos, kā arī konkurētspēju, tiek izmantota poliploidijas metode – hromosomu skaita dubultošana, izmantojot kolhicīnu (Jansone u.c., 2014b). Šī darba rezultātā līdz šim izveidotas viena vēlīnā tetraploidā tipa ('Dīvajā') un divas agrīnā tipa ('Skrīveru Tetra' un 'Kaive') sarkanā āboliņa šķirnes. Šis kultūraugs ir viens no nozīmīgākajiem lopbarības tauriņziežiem mūsu klimatiskajos apstākļos, tāpēc selekcijas darbs turpinās ar mērķi izveidot tetraploidā vidēji vēlīnā sarkanā āboliņa šķirni, kura nodrošinātu augstas zaļās masas un sausnas ražas, augstvērtīgu lopbarību, noturību zelmenī vairāku gadu garumā, izturību pret slimību ierosinātājiem un augstas sēklu ražas, kas teraploidā āboliņa šķirnēm parasti mēdz būt zemākas. Lai paaugstinātu selekcijas darba efektivitāti, notiek sekmīga sadarbība ar Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Ģenētikas laboratorijas speciālistiem, tiek kombinētas klasiskās metodes ar jaunām, modernām tehnoloģijām, t.sk., kolhicionēšanu, šūnu kultūru, *in vitro*, klonēšanas u.c. metodēm. Tā rezultātā ātrāk iegūstam daudzveidīgu sarkanā tetraploidā āboliņa ģenētisko materiālu, ko turpinām atkārtoti vērtēt, atlasīt, hibrīdizēt lauka apstākļos.

Salīdzinoši mazāk pazīstama ir austrumu galega, kurai piemīt visas tauriņziežu priekšrocības: uz saknēm izvietotās gumīnbakterijas saista atmosfēras slāpekli, veido apjomīgu sakņu sistēmu, uzlabo augsnes kvalitāti, kā arī nodrošina augstu, proteīniem bagātu zaļās masas un sausnas ražu. Ziedošie galegas augi piesaista apputekšnētājus, tāpēc tā ir arī labs nektāraugs. Atšķirībā no daudziem citiem tauriņziežiem, galega ir ļoti ilggadīga, labvēlīgos apstākļos saglabājas zelmenī pat 20 un vairāk gadus. Skrīveru selekcionāri strādā ar zinātniskajās ekspedīcijās savāktu galegas ģenētisko materiālu – vērtē, brāķē, atlasa, krusto savā starpā labākos augus ar mērķi perspektīvā izveidot ražīgu, izturīgu, daudzfunkcionālu galegas šķirni.

Stiebrzāļu selekcijas jomā pasaulē šobrīd ir aktuāla aireņu un auzeņu starpsugu hibrīdu veidošana, kuras mērķis ir apvienot vienā šķirnē aireņu ražīgumu un izcilo lopbarības kvalitāti ar auzeņu ziemcietību, stresa toleranci un ilggadību (Ostrem *et al.*, 2013, Berzins *et al.*, 2017). Arī Zemkopības institūta selekcionāri šajā jomā darbojas jau kopš 1970.-to gadu beigām (Bērziņš u.c., 2014) un minēto aktivitāšu rezultātā ir izveidota viena hibrīdās airenes ('Saikava') un viena auzeņaires ('Vizule') šķirne. Auzeņaires hibrīdu veidošana notiek divos posmos: 1. hibrīdu ieguve; 2. fertilitātes atjaunošana. Sekmīga hibrīdu iegūšanas metode ir spontāni veidoto triploīdu vai augstākas ploīditātes indivīdu apputekšnēšana, izmantojot vēlamā donora ziedputekšņus (Berzins *et al.*, 2015). Mūsu pieredze rāda, ka šo metodi var izmantot, lai iegūtu hibrīdus starp praktiski visām galvenajām *Lolium* un *Festuca* sugām neatkarīgi no sākotnējā sugu sastāva. Auglība tiek atjaunota, veicot atkārtotu krustošanu. Mūsu uzmanība šobrīd ir vērsta

uz ganību airesnes un pļavas auzenes hibrīdu veidošanu ar niedru auzeni (*Festuca arundinacea* Schrab.), kur galvenais izaicinājums ir uzlabot auzenauresnes hibrīdu ēdamību un lopbarības kvalitāti. Lai izvēlētos genotipus ar vēlamajām *Festuca* spp. un *Lolium* spp. proporcijām, ir svarīgi novērtēt auzenauresnes hibrīdus, veicot gan morfoloģiskās, gan ģenētiskās analīzes. Ir uzsākta sekmīga sadarbība ar Latvijas Gēnu bankas speciālistiem, kas ar sugas specifisko DNS marķieru palīdzību nosaka vienas vai otras sugas klātbūtni un īpatsvaru hibrīdajā numurā (Berzins *et al.*, 2017). Tas ļauj mērķtiecīgāk vadīt selekcijas darbu, jo līdz šim, veicot novērojumus un vērtējumus lauka apstākļos, par to varējām spriest tikai pēc vecākaugu klātbūtnes un morfoloģiskajām pazīmēm.

Aktuāls ir arī darbs pie jaunas, ziemcietīgas, kvalitatīvas lopbarības ražošanai piemērotas kamolzāles šķirnes izveides. Kamolzāle ir ļoti ilggadīga, sausumizturīga, dod labas ražas vieglākās augsnēs, strauji attīstās veģetācijas sākumā, nodrošinot kvalitatīvu lopbarību jau agri pavasarī. Trūkums ir kamolzāles platās, raupjās lapas, uz kuru maliņām izveidojušies krama zobīņi, kas negatīvi ietekmē kamolzāles zelmeņa ēdamību it sevišķi vēlīnākās attīstības fāzēs. Kamolzāles selekcija ietver izejmateriāla izpēti, vēlamu formu krustošanu, individuālo un ģimeņu izlasi, vēlamu formu apvienošanu jaunā populācijā un to saimniecisko un bioloģisko īpašību novērtēšanu. Mūsu mērķis ir izveidot šaurlapu kamolzāles šķirni ar maigākām lapām, saglabājot līdzšinējās vienīgās Latvijas kamolzāles šķirnes ‘Priekuļu 30’ ražību. Tas ir liels izaicinājums, jo līdzšinējā pieredze liecina, ka šaurlapainie numuri ar maigākām lapām atpaliek ražības ziņā un otrādi – sakrustojot atlasītās maigās kamolzāles formas ar ražīgo ‘Priekuļu 30’ paaugstinās ražību, bet sāk dominēt augi ar platākām, raupjākām lapām.

Skrīveros veidotās šķirnes ir atzinīgi novērtētas arī citās valstīs, gadu gaitā esam apmainījušies un sūtījuši savu šķirņu sēklas materiālu ārvalstu kolēģiem, un saņemtie dati liecina, ka tās ir konkurētspējīgas arī citviet pasaulē. Vistālāk aizceļojušas mūsu sarkanā āboliņa, timotiņa un bastardāboliņa šķirnes, kuras izvēlējušies audzēt un pavairot Kanādas sēklaudzētāji, jo viņus apmierina gan šo šķirņu lopbarības kvalitāte, gan sēklu ražas. Tas apstiprina faktu, ka klasiskās selekcijas metodes ir darbietilpīgas, bet nodrošina ne mazāk kvalitatīvu rezultātu.

**Pateicība.** Darbs veikts, pateicoties Zemkopības ministrijas finansējumam programmas “Selekcijas materiāla novērtēšana integrēto un bioloģisko lauksaimniecības kultūraugu audzēšanas tehnoloģiju ieviešanai” ietvaros.

#### Izmantotā literatūra

- Berzins, P., Rungis, D., Rancane, S., Gailite, A., Belevica, V., Stesele, V., Vezis, I., Jansons, A. (2017). Yield and genetic composition of Latvian *Festulolium* cultivars and breeding material. In: *Book of Abstracts of the Joint Meeting of EUCARPIA: Breeding Grasses and Protein Crops in the Era of Genomics*, September 11–14, Vilnius, Lithuania. pp. 26.
- Bērziņš, P., Stesele, V., Dzene, I., Jansons, A. (2014). Aktualitātes daudzgadīgo stiebrzāļu selekcijā. No: *Zinātniski praktiskās konferences "Līdzsvarota lauksaimniecība" raksti.*, 20.–21.02., LLU, Jelgava, 87.–92. lpp.
- Bērziņš, P., Rancāne, S., Stesele, V., Jansons, A. (2015). Current activities and challenges in breeding work with interspecific hybrids of perennial grasses. In: *Book of Abstracts of the VI Baltic Genetic Congress*, September 30 – October 3, 2015, Tartu University, Estonia, pp. 38.
- Jansone, B., Rancane, S., Berzins, P., Jansons, A. (2014a). Creating and characterisation of new red clover variety ‘Jancis’. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, Vol. 68, No. 3/4, pp. 180–183.
- Jansone, B., Rancāne, S., Jansons, A., Rebāne, A., Jermuša, G. (2014b). Daudzgadīgo tauriņziežu selekcija Zemkopības zinātniskajā institūtā Skrīveros. No: *Zinātniski praktiskās konferences "Līdzsvarota lauksaimniecība" raksti*, 20.–21.02. Jelgava, LLU, 81.–86. lpp.
- Østrem, L., Volden, B., Larsen, A. (2013). Morphology, Dry Matter yield and phenological characters at different maturity stages of *Festulolium* compared with other grass species. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B – Soil & Plant Science, Vol. 63, No. 6, pp. 531–542.
- Taylor, N.L., Quesenberry, K.H. (1996). *Red Clover Science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 228 p.



## INOVATĪVI RISINĀJUMI GRAUDAUGU IZMANTOŠANAI VESELĪGIEM PRODUKTIEM

*Evita Straumīte<sup>1</sup>, Daiga Kunkulberga<sup>1</sup>, Tatjana Ķince<sup>1</sup>, Dace Kļava<sup>1</sup>, Daina Kārklīņa<sup>1</sup>,  
Mārtiņš Šabovics<sup>1</sup>, Zanda Krūma<sup>1</sup>, Ieviņa Stūrīte<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte; <sup>2</sup>Norvēģijas Bioekonomikas zinātniskais institūts  
evita.straumite@llu.lv








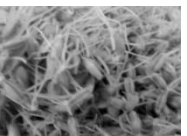






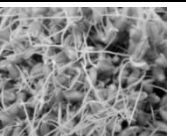
Kā galvenie graudaugi cilvēku uzturā jau izsenis ir kvieši un rudzi, taču šodien arvien vairāk tiek veikti eksperimenti, lai dažādu produktu gatavošanai izmantotu tritikāli, miežus, kailgraudu auzas un miežus. Pētījumi ir pierādījuši, ka, lietojot uzturā produktus, kas gatavoti no pilngraudiem, ir iespējams uzlabot savu veselību – augstais šķiedrvielu un fenolu saturs var palīdzēt regulēt holesterīnu saturu, samazināt sirds un asinsvadu saslimšanas risku, aptaukošanos (Idehen *et al.*, 2017). Latvijā no selekcionāru un audzētāju puses pēdējos gados parādās interese par tritikāles, kailgraudu miežu un auzu audzēšanu, kas nozīmē to, ka nepieciešami pētījumi par to izmantošanas iespējām jaunu produktu gatavošanai.

Pētījuma mērķis – izpētīt dažādu graudaugu izmantošanas iespējas inovatīvu un veselīgu pārtikas produktu ražošanai.

Viens no veidiem, kā paaugstināt graudaugu un to pārstrādes produktu bioloģisko vērtību, ir diedzēšana. Eksperimentāli tika pārbaudīta diedzēšanas laika un temperatūras ietekme uz dažādiem graudiem – kailgraudu miežiem un auzām, tritikāli, rudziem un kviešiem (1. tab.).

1. tabula

### Dažādās temperatūrās diedzēti graudi

Kailgraudu mieži	Kailgraudu auzas	Tritikāle	Rudzi	Kvieši	Diedzēšanas laiks, h
					12
					24
					36

Diedzēšanas laikā būtiski mainās grauda bioloģiskā un uzturvērtība, kā arī sensorie rādītāji, kas saistīts ar dažādu vielu sadalīšanos un izmantošanu jauna auga veidošanai (Sharma *et al.*, 2016). Pētījumos pierādīts, ka diedzētos graudos ir vairāk vienkāršo cukuru, augstāks fenolu saturs un tiem ir augstāka antiradikālā aktivitāte, salīdzinot ar nediedzētiem graudiem (Krūma *et al.*, 2016a; 2016b; Rakcejeva *et al.*, 2016). I. Stūrītes un kolēģu veiktā pētījumā konstatēts, ka fenolu saturu un antiradikālo aktivitāti auzās un miežos būtiski ietekmē audzēšanas vieta un saimniekošanas veids (konvencionālā vai bioloģiskā sistēma) (Sturite *et al.*, 2017). Kailgraudu miežu un auzu, kviešu, rudzu un tritikāles optimālais diedzēšanas laiks, lai tajos saglabātos bioloģiski aktīvās vielas, ir 24 h, kā arī pēc šī laika ir iespējams iegūt labas kvalitātes pārslas.

Pamatojoties uz EK regulu Nr. 1924/2006 (20.12.2016.), lai izveidotu produktus, uz kuriem būtu iespējams likt veselības norādes, tika izstrādāti trīs pārslu maisījumi (2. tab.).

Šodien ir svarīgi ne tikai sagatavot produktus ar augstu bioloģisko vērtību, bet arī tādus, lai uzglabāšanas laikā šī vērtība būtiski nesamazinātos. Viens no instrumentiem ir iepakojšanas materiāla izvēle. Pētījumā sagatavotie brokastu pārslu maisījumi tika iepakoti Doypack (stāvpakas) (Pap50g/Alu7/Pe60 (Pap/Alu/PE)) un stāvpakās Fibrecote® HB MG 40/60 (PE/EvOH/Pap) un uzglabāti 6 mēnešus 35±2 °C, lai noteiktu derīguma termiņu. Uzglabāšanas laiks un izvēlētais iepakojuma materiāls būtiski ietekmē uzturvielu saturu, jo īpaši olbaltumvielas. Uzglabāšanas laikā būtiski samazinās tauku un kopējo fenolu saturs, bet antiradikālā aktivitāte palielinās. Eksperimenti pierādīja, ka iespējami labākai

uzturvielu saglabāšanai paraugiem S1 un S2 jāizvēlas iepakojuma materiāls Pap50g/Alu7/Pe60 (AL), bet S3 paraugam – Pap40g/PELD20/PE40 (PE) (Kince *et al.*, 2017a; 2017b).

2. tabula

**Graudu pārslu attiecības brokastu pārslu paraugos**

Pārslu veids	Paraugu šifrs		
	S-1	S-2	S-3
Kviešu	–	–	10
Auzu	–	30	–
Rudzu	10	–	20
Tritikāles	50	40	20
Diedzētas kviešu	–	10	–
Diedzētas rudzu	–	–	20
Diedzētas tritikāles	20	10	–
Diedzētas kailgraudu auzu	10	–	10
Diedzētas kailgraudu miežu	10	10	20
<b>Uzturvērtības norāde</b>	<b>B1 un B3 vitamīnu avots</b>	<b>olbaltumvielu avots</b>	<b>augsts šķiedrvielu saturs</b>

LLU PTF ir veikti pētījumi, kas pierāda, ka graudu diedzēšanas laikā graudos bioķīmisko reakciju rezultātā ievērojami palielinās B grupas un E vitamīnu saturs, sintezējas C vitamīns, tiek sašķelta ciete (tā kļūst vieglāk sagremojama), palielinās bioloģiskā vērtība, un tiek iegūts produkts ar samazinātu glikēmisko un insulīna indeksu.

#### Izmantotā literatūra

- Idehen, E., Tang, Y., Sang, S. (2017). Bioactive phytochemicals in barley. *Journal of Food and Drug Analysis*, No. 25, pp. 148–161.
- Kince, T., Galoburda, R., Klava, D., Tomsone, L., Senhofa, S., Straumite, E., Kerch, G., Kronberga, A., Sturite, I., Kunkulberga, D., Blija, A. (2017a). Breakfast cereals with germinated cereal flakes: changes in selected physical, microbiological, and sensory characteristics during storage. *Journal of European Food Research and Technology*, No. 243(9), pp. 1497–1506.
- Kince, T., Galoburda, R., Klava, D., Kruma, Z., Aboltins, A., Tomsone, L., Sabovics, M., Straumite, E., Senhofa, S., Blija, A., Kerch, G. (2017b). Effect of processing on microbial safety, total phenolic content and radical activity of germinated hull-less barley flakes. *Journal of Food Agriculture and Environment*, No. 15 (3&4), pp. 10–15.
- Kruma, Z., Tomsone, L., Rakejeva, T., Galoburda, R., Senhofa, S., Sabovics, M., Straumite, E., Sturite I. (2016a). Effects of germination on total phenolic compounds and radical scavenging activity in hull-less spring cereals and triticale. *Agronomy Research*, No. 14 (2S), pp. 1372–1383.
- Kruma, Z., Tomsone, L., Galoburda, R., Straumite, E., Kronberga, A., Åssveen, M. (2016b). Total phenols and antioxidant capacity of hull-less barley and hull-less oats. *Agronomy Research*, No. 14 (2S), pp. 1361–1371.
- Rakejeva, T., Klava, D., Cinkmanis, I., Galoburda, R., Straumite, E., Kronberga, A. (2016) Starch breakdown and formation of sugars during triticale grains germination. In: *Proceeding of 8th International Congress FourBread'15 and 10th Croatian Congress of Cereal Technologists*, pp. 188–200.
- Sharma, S., Saxena, D.C., Riar, C.S. (2016). Analysing the effect of germination on phenolics, dietary fibres, minerals and  $\gamma$ -amino butyric acid contents of barnyard millet (*Echinochloa frumentaceae*). *Food Bioscience*, No. 13(1), pp. 60–68.
- Sturite, I., Kruma, Z., Tomsone, L., Åssveen, M., Kronberga, A., Straumite, E., Galoburda, R. (2017). Effect of organic and conventional farming system on the total phenolic content and antioxidant activity of oats and barley grains. In: *NJF Report, NJF Seminar 495, Vol. 13, No. 1: 4th Organic conference proceedings "Organics for tomorrow's food systems"*, pp. 89-91.

## OGLEKĻA AKUMULĀCIJA ZĀLĀJOS NORVĒGIJĀ

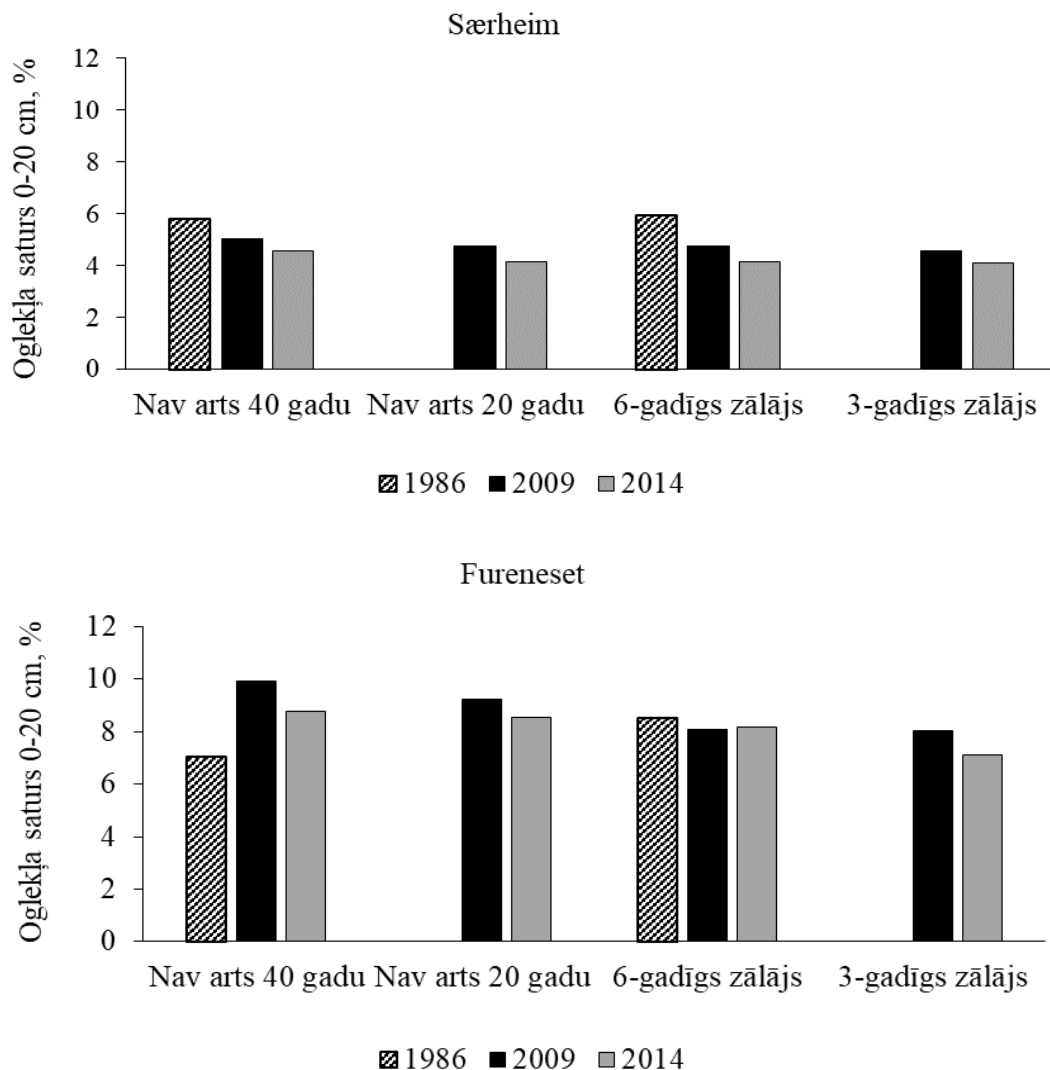
*Ievīna Stūrīte*

Norvēģijas Bioekonomikas institūts  
ievina.sturite@nibio.no

Vairāk nekā 90% no Norvēģijā audzētajiem augiem tiek izmantoti gaļas un piena produktu ražošanai, piešķirot daudzgadīgajiem zālājiem nozīmīgu vietu Norvēģijas lauksaimniecībā. Ar zālājiem aizņemtās platības stiepjas no Norvēģijas dienvidrietumu un rietumu piekrastes, pāri kalnu rajoniem līdz pat Norvēģijas ziemeļiem, kur vasaras ir īsas un ziemas garas. Gan Norvēģijas rietumos, gan arī Norvēģijas ziemeļos būtiski daudz zālāju ir vecāki par 10 gadiem. Šādu zālāju ražība un kvalitāte var būt zema, toties augu sakņu sistēma ir blīva. Rīs ar kolēģiem (Rees *et al.*, 2005) ir aprēķinājis, ka veģetācijas periodā zālaugu saknes var piesaistīt oglekli (C) līdz pat 2.8 Mg ha<sup>-1</sup>. Dānijā ir pētījumi, kas liecina, ka sakņu biomasa pieaug, palielinoties zālāju vecumam (Acharya *et al.*, 2012). Tomēr Smits (Smith, 2014) apgalvo, ka ar laiku C akumulācija zālajos var sasniegt līdzsvaru, neskatoties uz to, ka C ir nepārtrauktā apritē. Oglekļa uzkrāšanos zālajos ietekmē zālāju kopšanas un izmantošanas veids, kā arī klimatiskie apstākļi. Norvēģijā un Skandināvijas valstīs kopumā C saturs augsnē ir daudz augstāks nekā citur Eiropā, jo klimats ir vēss, vielu aprite lēna, un lielais mājlopu skaits nodrošina organiskā mēslojuma pieejamību (Riley, Bakkegård, 2006). Joprojām ir maz pētījumu par to, kā zālāju kopšanas veids un vecums ietekmē C uzkrāšanos ar daudzgadīgajiem zālājiem apsētajās platībās. Tāpēc šī darba mērķis bija izpētīt, vai zālāju vecums, mēslojuma veids un daudzums ietekmē oglekļa akumulāciju/uzkrāšanos zālajos.

Ilggadīgie zālāju izmēģinājumi Norvēģijā tika ierīkoti 1968. gadā Særheim (58°47'N 5°41'E) un 1974. gadā Fureneset (61°18'N 5°4'E). Augsne Fureneset un Særheim ir putekļaina smilts. Tie ir visvecākie zālāju eksperimenti Norvēģijā, un tie ietver pastāvīgos ilggadīgos zālājus (nav arti un pārsēti vairāk nekā 40 un 20 gadu) un īslaicīgos zālājus (pārsēti katru trešo un sesto gadu). Izmēģinājumu ierīkošanas gadā ilggadīgie un sešgadīgie zālāji tika apsēti ar timotiņu (*Phleum pratense* L.), pļavas skarenes (*Poa pratensis* L.) un pļavas auzenes (*Festuca pratensis* L.) sēklu maisījumu. Trīsgadīgie zālāji tika apsēti ar ganību aireni (*Lolium perenne*). Līdz 1991. gadam visi izmēģinājumā iekļautie zālāju veidi tika mēsloti ar minerālmēsliem. Balstoties uz tā laika praksi, puse no izmēģinājuma lauciņiem saņēma 230–280 kg N ha<sup>-1</sup>, 30–50 kg P ha<sup>-1</sup> un 150–230 kg K ha<sup>-1</sup> tīrvielā atkarībā no atrašanās vietas Norvēģijā. Otrā puse lauciņu saņēma 1.5 reizes lielāku mēslojuma normu. No 1992. gada tikai puse no izmēģinājuma lauciņiem turpināja saņemt minerālmēslus, saglabājot iepriekš minētas normas. Otrā izmēģinājumu lauciņu daļa tika mēslota ar tikpat lielām mēslojuma normām, kombinējot šķīdros kūtsmēslus ar minerālmēsliem. Trīsgadīgie zālāji tika pļauti un sausnas ražība noteikta trīs reizes veģetācijas periodā. Pārējiem zālāju veidiem ražība tika reģistrēta divas reizes. Augsnes paraugi tika ņemti vairākos dziļumos: 0–5 cm, 5–20 cm 1986. gadā un 0–5 cm, 5–20 cm 20–40 cm dziļumā 2009. un 2014. gadā. Augsnes paraugi 1986. gadā tika ņemti tikai no pastāvīgā zālāja, kas tika ierīkots 1968. un 1974. gadā, un no sešgadīgā zālāja. Kopējais C saturs tika noteikts 100% sausā augsnes paraugā akreditētā laboratorijā (Eurofins AS). Dati tika apstrādāti, izmantojot programmu Minitab.

Nepārsētajos zālajos kopējais C saturs augsnes virskārtā (0–5 cm) 1986. gadā Særheim bija vidēji 8.1% un pie palielinātas mēslojuma normas – 8.6%. Attiecīgi Fureneset 9.0 un 9.3%. Lielāka mēslojuma norma 18 gadu garuma būtiski nepalielināja C piesaisti augsnes virskārtā. Abās izmēģinājuma vietās C saturs bija būtiski zemāks 5–20 cm dziļumā nekā augsnes virskārtā ( $p < 0.05$ ). Særheim vidēji 5.7% un Fureneset 8.0% neatkarīgi no lietotā mēslojuma daudzuma. Sešgadīgajā zālājā Særheim C saturs augsnes virskārtā bija vidēji 6.1%, un tas bija būtiski zemāks nekā pastāvīgajā zālājā ( $p < 0.01$ ). Fureneset zālāju vecums C akumulāciju augsnes virskārtā neietekmēja. Sešgadīgajos zālajos C saturs 5–20 cm dziļumā būtiski neatšķīrās no C satura zālāju virskārtā gan Særheim, gan Fureneset, liecinot, ka ne tikai augu saknes, bet arī iearta augu virszemes biomasa nodrošina C piesaisti zālajos. Kopējā oglekļa akumulācija augsnes aramkārtā (0–20 cm) atkarībā no zālāju vecuma atspoguļota attēlā. Būtisks C satura pieaugums tika konstatēts pastāvīgajā zālājā Fureneset, kurš nebija arts vairāk nekā 40 gadu (att., Fureneset). Turpretī Særheim tāda paša veida zālājam būtiskas izmaiņas netika atrastas (att., Særheim). Drīzāk otrādi, C saturam augsnes augšējās 20 cm bija tendence samazināties. Izskaidrot to varētu ar izmaiņām augu botāniskajā sastāvā. Tāpēc 2009. gada mērījumu rezultāti rosina domāt, ka ar gadiem oglekļa daudzums zālajos, ne tikai pieaug, bet var arī samazināties. Neskatoties uz zālāju vecumu, mēslojuma normu un veidu, oglekļa saturs 20–40 cm dziļumā variēja no 2.0–3.3% Særheim un no 4.0–6.1% Fureneset. Abās izmēģinājumu vietās mēslojuma praksei un daudzumam nebija būtiskas ietekmes uz C akumulāciju 20–40 cm dziļumā. Tāpat netika atrastas būtiskas atšķirības starp zālāju veidiem ne 2009., ne arī 2014. gadā (att.).



Att. Oglekļa saturs augsnē 0–20 cm dziļumā pastāvīgajos un pārsētajos zālājos 1986., 2009. un 2014. g. divās pētījuma vietās – Særheim un Fureneset.

Ilggadīgie pētījumi liecina, ka C akumulācija augsnē ir lēns process un tam vajadzīgs ilgs laika periods, lai varētu secināt būtiskas izmaiņas. Pastāvīgie zālāji akumulē būtiski vairāk C augsnes virskārtā, salīdzinot ar pārsētajiem zālājiem. Tomēr, izvērtējot C saturu augsnē 0–40 cm dziļumā, zālāju vecumam nav būtiskas nozīmes. Nepārsētie zālāji 40 gadu garuma nespēj uzradīt ievērojami augstāku C saturu kā atkārtoti artie un pārsētie zālāji. Tāpat paaugstināta mēslojuma norma un mēslošanas veids būtiski neizmaina C akumulāciju zālājos.

#### Izmantotā literatūra

1. Acharya, B.S., Rasmussen, J., Eriksen, J. (2012). Grassland carbon sequestration and emissions following cultivation in a mixed crop rotation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, No. 153, pp. 33–39.
2. Rees, R.M., Bingham, I.J., Baddeley, J.A., Watson, C.A. (2005). The role of plants and land management in sequestration soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. *Geoderma*, No. 128, pp. 130–154.
3. Riley, H., Bakkegard, M. (2006). Declines of soil organic matter content under arable cropping in southeast Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica*, No. 56, pp. 217–223.
4. Smith, P. (2014). Do grasslands act as a perpetual sink for carbon? *Global Change Biology*, No. 20, pp. 2708–2711.

## SPĒKBARĪBAS IZDALES STACIJU IZMANTOŠANAS PIEREDZE AITU ĒDINĀŠANĀ LATVIJĀ

*Līga Šenfelde, Daina Kairiša*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
shenfeldel@gmail.com

Pašreizējos ekonomiskajos apstākļos, kad visos produkcijas ražošanas posmos ir vērojams kvalificēta darbaspēka trūkums un izejvielu cenu kāpums, arī lopkopības nozarei neiztikt bez precīzas izejvielu un saražotās produkcijas uzskaites, un ražošanas procesu automatizācijas. To 21. gadsimtā veic precīzās lauksaimniecības tehnoloģijas, ar kurām var efektīvi samazināt darbaspēka izmaksas, lopbarības zudumus un fiksēt datus, lai analizētu un optimizētu ražošanas procesu, tajā skaitā pilnveidotu lopbarības izdali dzīvniekiem (Ait-Saidi *et al.*, 2014; 2014a). Latvijā aitu barošanā spēkbarības izdales stacijas sāka izmantot 2014. gadā.

Veikto pētījumu mērķis ir pētīt spēkbarības izdales staciju izmantošanas iespējas aitu individuālajā barošanā. Mērķa sasniegšanai noteikti šādi uzdevumi: 1) analizēt spēkbarības izdales stacijas apmeklējumu skaitu diennaktī laikā; 2) analizēt spēkbarības izdales stacijas apmeklējumu aktivitātes laiku; 3) analizēt uzņemtas spēkbarības daudzumu; 4) analizēt jēru dzīvmasas izmaiņas.

Pētījumi veikti no 2015. līdz 2017. gadam atšķirīgos laika periodos, izmantojot gan vaislai audzējamās jaunaitas (2015. un 2016. gads), gan nobarojamās jērus pēc atšķiršanas (2017. gads). Pētījumos 2015. un 2016. gadā izmantotas pirmās un otrās pakāpes Latvija tumšgalves un Tekselas šķirnes krustojuma jaunaitas, bet 2017. gadā – Romanovas un Dorperas, kā arī nezināmas izcelsmes nobarojamās jērus.

Vaislai audzējamās jaunaitas tika barotas jaukti – ar sienu, skābsienu un spēkbarību, bet gaļai nobarojamie jēri tika baroti tikai ar spēkbarību.

Spēkbarības deva diennaktī audzējamām aitām pa pētījuma gadiem tika noteikta atšķirīga: 2015. gadā 400 g un 2016. gadā 700 g. Nobarojamiem jēriem pētījuma sākumā spēkbarības deva diennaktī bija 1510 g, bet nobarošanas perioda beigās – 1780 g. Aitu un jēru dzīvmasas kontrole tika veikta ar uzņēmuma *New Zealand* automātiskajiem svāriem *Tru-Test*.

Pētījumos izmantota *BioControl Norway* spēkbarības izdales stacija, ar kuru katrai aitai vai jēram tika fiksēti šādi dati: 1) spēkbarības izdales stacijas apmeklējumu sākuma laiks; 2) spēkbarības izdales stacijas apmeklējumu skaits; 3) katrā spēkbarības izdales stacijas apmeklējuma reizē uzņemtais spēkbarības daudzums; 4) dienas laikā uzņemtais spēkbarības daudzums.

Pētījuma grupu lielums bija 48 un 136 jaunaitas pie vienas spēkbarības izdales stacijas (atbilstoši 2015. un 2016. gadā) un 22 jēri pie vienas spēkbarības izdales stacijas 2017. gadā. Neatkarīgi no tā, cik liela spēkbarības deva diennaktī tika noteikta aitām un jēriem, visos pētījumu posmos viņi no noteiktās devas diennaktī uzņēma 83–93% spēkbarības (skat. tab.). Vidējais spēkbarības izdales stacijas apmeklējumu reižu skaits vidēji pa grupām bija 5 līdz 13 reizes. Pirmajā pētījumā, kas tika veikts 2015. g. sākumā, pie barības izdales automāta tika pielaistas tikai 48 jaunaitas, kas nodrošināja būtiski lielāku apmeklējumu skaitu ( $6.0 \pm 0.03$  reizes) un uzņemtās spēkbarības daudzumu ( $374 \pm 1.2$  g), salīdzinot ar tā paša gada noslēgumā otro pētījuma atkārtojumu ( $p < 0.05$ ).

Tabula

**Spēkbarības izdales stacijas vidējais apmeklējumu skaits un uzņemtais spēkbarības daudzums**

Pētījuma periods	Dzīvnieku skaits grupā	Spēkbarības izdales stacijas apmeklējumi, reizes	Uzņemtais spēkbarības daudzums diennaktī, g	Uzņemtā spēkbarības daudzuma attiecība pret noteikto normu diennaktī, %
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		
21.02.2015. – 07.05.2015.	48	$6 \pm 0.03^a$	$374 \pm 1.2^a$	93
01.11.2015. – 12.12.2015.	136	$5 \pm 0.04^b$	$333 \pm 2.4^b$	83
13.12.2015. – 16.01.2016.	135	$7 \pm 0.05$	$581 \pm 3.6$	83
16.04.2017. – 10.09.2017.	22	$13 \pm 0.15$	$1418 \pm 10.3$	86

<sup>a,b</sup> – būtiski atšķirīgs spēkbarības stacijas apmeklējumu skaits un patērētās spēkbarības daudzums jaunaitu grupās ar vienādu spēkbarības devu diennaktī ( $p < 0.05$ )

Palielinot spēkbarības devu jaunaitām līdz 700 g diennaktī, spēkbarības izdales stacijas apmeklējuma reižu skaits un uzņemtās spēkbarības daudzums, salīdzinot ar tās pašas grupas jaunaitu

rezultātiem, nosakot spēkbarības devu 400 g, būtiski palielinājās un sasniedza vidēji  $7.0 \pm 0.05$  reizes un  $581 \pm 3.6$  g ( $p < 0.05$ ).

Pētījumā par intensīvu jēru nobarošanu (2017. gads), izmantojot spēkbarības izdales staciju, noskaidrots, ka jēri intensīvāk spēkbarības izdales staciju apmeklē šādos diennakts laikos: 02:00–02:59, 08:00–09:59 un 19:00–20:59. Vairākos literatūrā avotos minēti citi aitu aktivitātes periodi (Tobler *et al.*, 1991; Nugroho *et al.*, 2015), ko varētu skaidrot ar citu faktoru ietekmi, piemēram, pētījumos izmantotā šķirne, atšķirīgas barošanas tehnoloģijas, gaisa temperatūra, gaisa mitrums, apgaismojums kūti un citi.

Pētījumā izmantoto jēru vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī bija  $254 \pm 15.7$  g, kas ir par 21 līdz 124 g mazāks nekā citos pētījumos ar Dorperas tīršķirnes un to krustojuma jēriem (Deng *et al.*, 2012; Gavojdian *et al.*, 2015). Tas varētu būt skaidrojams ar faktoriem, kas netika pētīti, piemēram, spēkbarības sastāvs, sezona u.c.

Izmantotais spēkbarības daudzums 1 kg dzīvmasas pieauguma ieguvei vidēji bija 5.35 kg, kas ir mazāks nekā citos pētījumos ar Dorperas tīršķirnes (7.0 – 7.9 kg) un Romanovas un Dorperas krustojuma jēriem (6.4 kg) konstatētais (Barzdina, Kairiša, 2016; Brand *et al.*, 2017).

Gan literatūrā atrodamā informācija (Ait-Saidi *et al.*, 2014; 2014a), gan prakse pierāda, ka darbaspēka izmaksas veido būtisku izmaksu daļu lopkopības produkcijas ieguvē, ko iespējams samazināt, izmantojot spēkbarības izdales stacijas. Izmantojot spēkbarības izdales stacijas, netika novēroti spēkbarības zudumi, tika nodrošināta spēkbarības izdala mazās porcijās visas dienas garumā, neradot aitu spureklī straujas pH līmeņa izmaiņas. Latvijā veiktajos pētījumos šādi dati nav iegūti un analizēti, bet citos pētījumos ir pierādīts, ka straujas pH līmeņa svārstības spureklī rada vielmaiņas traucējumus un acidozes risku (Andres *et al.*, 2018).

Spēkbarības izdales stacijas izmantošana aitu ēdināšanā aitām nodrošina vienmērīgu spēkbarības izdali mazās porcijās visas diennakts garumā. Spēkbarības izdales stacijas izmantošana sniedz iespēju novērst spēkbarības zudumus un ekonomēt darbaspēka izmaksas.

#### Izmantotā literatūra

1. Ait-Saidi, A., Caja, G., Salama, A.A.K., Carne, S. (2014). Implementing electronic identification for performance recording in sheep: I. Manual versus semiautomatic and automatic recording systems in dairy and meat farms. *Journal of Dairy Science*, Vol. 97, No. 12, pp. 7505–7514.
2. Ait-Saidi, A., Caja, G., Salama, A.A.K., Milán, M.J. (2014a). Implementing electronic identification for performance recording in sheep: II. Cost-benefit analysis in meat and dairy farms. *Journal of Dairy Science*, Vol. 97, No. 12, pp. 7515–7524.
3. Andres, S., Jaramillo, E., Bodas, R., Blanco, C., Benavides, J., Fernández, P., González, E.P., Frutos, J., Belenguer, A., López, S., Giráldez, F.J. (2018). Grain grinding size of cereals in complete pelleted diets for growing lambs: Effect on ruminal microbiota and fermentation. *Small Ruminant Research*, No. 159, pp. 38–44.
4. Barzdina, D., Kairiša, D. (2016). Fattening results analysis of Romanov and Dorper crossbred lambs. In: *SGEM2016 Conference Proceedings*, SGEM Vienna Green Extended Scientific Sessions, Vol. 3, Book 6, pp. 657–664.
5. Brand, T.S., Van der Westhuizen, E.J., Van der Merwe, D.A., Hoffman, L.C. (2017). Effect of days in feedlot on growth performance and carcass characteristics of Merino, South African Mutton Merino and Dorper lambs. *South African Journal of Animal Science*, Vol. 47, No. 1, pp. 26–33.
6. Deng, K.D., Diao, Q.Y., Jiang, C.G., Tu, Y., Zhang, N.F., Liu, J., Ma, T., Zhao, Y.G., Xu, G.S. (2012). Energy requirements for maintenance and growth of Dorper crossbred ram lambs. *Livestock Science*, No. 150, pp. 102–110.
7. Gavojdian, D., Csiszter, L.T., Budai, C., Kusza, S. (2015). Effects of behavioral reactivity on production and reproduction traits in Dorper sheep breed. *Journal of Veterinary Behavior*, No. 10, pp. 365–368.
8. Nugroho, T.A., Dilaga, W.S., Purnomoadi, A. (2015). Eating behaviour of sheep fed at day and/or night period. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, Vol. 40, No. 3, pp. 176–182.
9. Tobler, I., Jaggi, K., Arendt, J., Ravault, J.P. (1991). Long-term 24-hour rest-activity pattern of sheep in stalls and in the field. *Experimentia*, No. 47, pp. 744–749.

**DAŽĀDU PĀKŠAUGU AUDZĒŠANAS POTENCIĀLS VIETĒJĀ PROTEĪNA RAŽOŠANAI****Sanita Zute, Vita Šterna, Inga Jansone, Līvija Zariņa, Māra Bleidere**Agroresursu un ekonomikas institūts, Latvija  
sanita.zute@arei.lv

Pākšaugu audzēšanai ir būtiska loma gan proteīnbagātu izejvielu ražošanā, gan augsnes resursu ilgtspējas saglabāšanā konkrētā reģionā. Tomēr ražībā pākšaugi reti spēj konkurēt ar tādām laukaugu sugām kā kvieši, rapsis vai kukurūza. Tāpat arī ražas nestabilitāte pa gadiem ir uzskatāma par būtisku pākšaugu trūkumu<sup>3</sup>. Tāpēc papildus atbalsts pākšaugu audzētājiem ir būtisks stimuls šo sugu audzēšanai konkrētās valstīs (Zandar *et al.*, 2016). Pēc Lauku atbalsta dienesta (LAD) datiem<sup>4</sup> periodā no 2010. līdz 2017. gadam Latvijā pākšaugu – lauku pupu, lupīnas un zirņu kopējā sējplatība ir pieaugusi no 2472 ha līdz 56 909 ha. Pirmās saimniecības, kas sēja soju (93 ha), LAD reģistrēja 2015. gadā. Interese par šīs sugas audzēšanas iespējām katru gadu aug. Pākšaugu platību pieaugumu veicina ES īpašais atbalsts par platībām, kas apsētas ar proteīnaugiem. Tik aktīva pākšaugu audzēšana Latvijā nav bijusi vairāk nekā piecdesmit gadus. Tāpēc pagaidām lauksaimnieki vēl tikai uzkrāj pieredzi un zināšanas par mūsdienīgām šo sugu audzēšanas tehnoloģijām, lai tās saimniecībās būtu gan agronomiski, gan ekonomiski pamatotas. Zemkopības ministrija no 2013. līdz 2018. gadam finansiāli atbalstīja pētījumu “Pākšaugi – alternatīva sojas izmantošanai proteīnbagātas spēkbarības ražošanā: audzēšanas agrotehniskais un ekonomiskais pamatojums Latvijas apstākļos”. Pētījuma mērķis laukropības jomā bija piedāvāt lauksaimniekiem jaunas zināšanas par pākšaugu sugām, šķirnēm, kas labāk piemērotas audzēšanai Latvijas apstākļos, izmantojot mūsdienīgas audzēšanas tehnoloģijas.

Lauka izmēģinājumi tika iekārtoti LLU Agroresursu un ekonomikas institūta pētniecības centros Stendē (57° 11'20" N, 22° 33'43" E) un Priekuļos (57° 18'36" N, 25° 21'03" E), pielietojot konvencionālai saimniekošanas sistēmai atbilstošas tehnoloģijas. Mēslojuma norma noteikta katrai sugai, ņemot vērā konkrētā lauka augsnes agroķīmiskos rādītājus un sugai atbilstošu ražības līmeni. Pētījuma ietvaros piecu gadu periodā novērtēja 22 lauka pupu, 13 šaurlapu lupīnas, 4 vasaras vīķu, 4 sējas zirņu un 5 sojas šķirnes. Salīdzināta dažādo sugu un šķirņu produktivitāte un piemērotība audzēšanai dažādos reģionos un laukropības sistēmās.

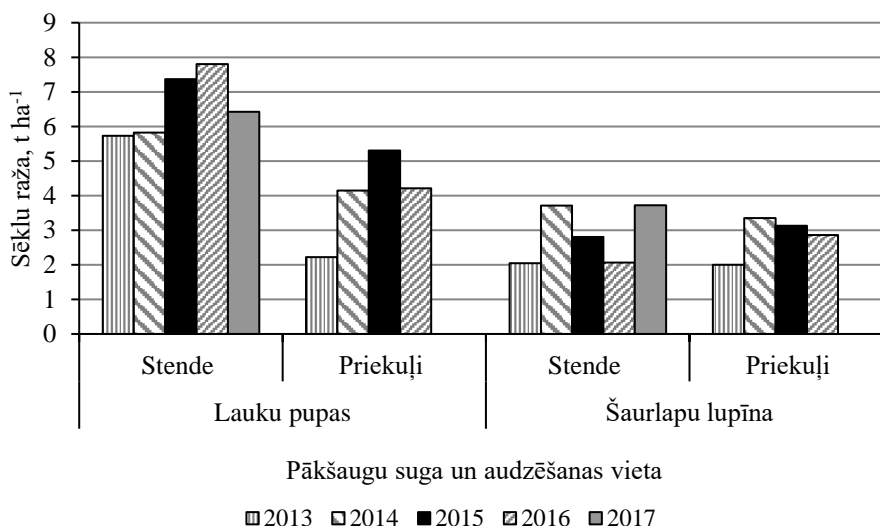
Lauka pupas ir pākšaugi ar visaugstāko ražības potenciālu, ja to audzēšanai ir atbilstoši apstākļi – optimāls mitrums nodrošinājums, atbilstoša augsnes reakcija un barības vielu nodrošinājums (Khan *et al.*, 2010; Legume Futures..., 2013). Pētījuma rezultāti rāda, ka arī Latvijas apstākļos visaugstāko pākšaugu sēklu ražu spēja nodrošināt lauka pupas, tomēr starp izmēģinājumu vietām bija ievērojamas ražības atšķirības (Att.).

Atbilstoši meteoroloģiskajiem apstākļiem konkrētajā gadā un augsnes auglībai izmēģinājumu vietā, konstatēts, ka lauka pupu vidējā ražība izmēģinājumā pa gadiem variēja – Stendē piecu gadu periodā sēklu ražas variācijas koeficients bija 18.2%, Priekuļos četru gadu periodā – 32.2%. Stabilāka raža bija vidēji ražīgajām šķirnēm ‘Jogeva’, ‘Redas DS’, ‘Granit’. Kā augstākās lauku pupu šķirnes atzīmējamas ‘Laura’, ‘Fuego’, ‘Boxer’, ‘Vertigo’, kuru vidējā sēklu raža pārsniedza 6.5 t ha<sup>-1</sup> Stendē un 4.5 t ha<sup>-1</sup> Priekuļos.

Vieglāka granulometriskā sastāva irdenas augsnes ar zemāku pH lauku pupu audzēšanai nav piemērotas, bet šajās augsnēs labi aug lupīnas. Lauksaimniekiem ir pieejamas viengadīgās šaurlapu jeb zilās lupīnas šķirnes, kas ir salīdzinoši augstākās – ar sēklu ražas potenciālu virs 4 t ha<sup>-1</sup> un lopbarībai atbilstošu sēklu kvalitāti, zemu alkaloīdu saturu sēklās, kā arī izturīgas pret postīgākajām lupīnu slimībām (Böhm *et al.*, 2008; Zute *et al.*, 2015). Salīdzinot ar lauku pupām, šaurlapu lupīna izmēģinājumā pa gadiem uzrādīja zemāku ražību (1. att.). Konstatēts arī, ka lupīnas ražība pa gadiem bija nestabilāka nekā lauku pupām (variācijas koeficients četru gadu periodā Stendē – 27.4%, Priekuļos – 31%). Augstākās šaurlapu lupīnas šķirnes bija ‘Zeus’, ‘Regent’, ‘Boruta’, kuru ražība vidēji trīs un četru gadu periodā bija augstāka par 3 t ha<sup>-1</sup> abās testēšanas vietās. Salīdzinājumam sējas zirņi (tīrsējā) trīs gadu periodā nodrošināja vidējo sēklu ražu 4.88 līdz 5.37 t ha<sup>-1</sup> (Stendē) un vasaras vīķi (tīrsējā) – 3.37 (2016.) līdz 3.99 t ha<sup>-1</sup> (2017., Stendē).

<sup>3</sup> EIP-AGRI Focus Group on Protein Crops: Final Report. [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/publications/eip-agri-focus-group-protein-crops-final-report>.

<sup>4</sup> Lauka atbalsta dienesta platību maksājumi. [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: <http://www.lad.gov.lv/iv/statistika/platibu-maksajumi/periods-2004-2016>.



Att. Lauka pupu un šaurlapu lupīnas sēklu raža, t ha<sup>-1</sup>, vidēji pa gadiem Stendē un Priekuļos.

Stendes pētniecības centrā tika veikta arī dažu Eiropas sēklu tirgū pieejamu īpaši agrīnu sojas šķirņu novērtēšana. Trīsgadīgie rezultāti rāda, ka sojas šķirņu vidējā ražība pa gadiem variēja no 0.88 (2017.) līdz 3.25 t ha<sup>-1</sup> (2015.). Stabilākās un augstākās ražas deva šķirnes ‘Laulema’ un ‘Lajma’.

Analizējot proteīna saturu Stendes pētniecības centra izmēģinājumos ievāktu pākšaugu sēklās, konstatēja, ka lauka pupas pa gadiem uzkrāja vidēji 287 (2016.) līdz 311 g kg<sup>-1</sup> (2013.), sējas zirņi – 239.7 (2015.) līdz 261.7 g kg<sup>-1</sup> (2016.), šaurlapu lupīna – 267.8 (2016.) līdz 317.7 g kg<sup>-1</sup> (2017.), vasaras vīķu sēklas 325.8 (2015.) līdz 355.6 g kg<sup>-1</sup> proteīna sausnā. Augstākais proteīna saturs tika konstatēts lauka pupu šķirnēm ‘Bobas’, ‘Lielplatonēs’, ‘Julia’ un lupīnas šķirnēm – ‘Sonet’, ‘Probor’, ‘Mirabor’ – attiecīgi vidēji piecos un četros gados vairāk kā 315 g kg<sup>-1</sup> sausnas. Kopējais no hektāra iegūtais kopproteīna daudzums ir atkarīgs ne tikai no proteīna satura sēklās, bet arī no kultūrauga ražības. Tāpēc arī lauka pupu sējums nodrošināja augstāko proteīna ražu no hektāra, salīdzinot ar citām pākšaugu sugām, t.i., vidēji gadā no 1430 (2017.) līdz 1980 kg ha<sup>-1</sup> kopproteīna (aprēķināts pie 14% mitruma). Labākie rezultāti tika iegūti 2015. gadā šķirnei ‘Bobas’ – 2231 kg ha<sup>-1</sup>, ‘Laura’ un ‘Isabella’ – 2195 kg ha<sup>-1</sup> kopproteīna.

Pētījuma rezultāti parādīja, ka Latvijas apstākļos visaugstāko sēklu un proteīna ražu no platības vienības nodrošināja lauka pupas. Piedāvātās lauka pupu šķirnes spēja dot konkurētspējīgas sēklu ražas, salīdzinot ar kviešiem vai rapsi. Visu novērtēto pākšaugu sugu ražību būtiski ietekmē audzēšanas reģions, izmēģinājumu lauka auglības rādītāji un meteoroloģiskie apstākļi.

#### Izmantotā literatūra

- Böhm, H., Bramm, A., Aulrich, K., Rühl, G. (2008). Yields and predicted feed quality of different German cultivars of blue lupins (*Lupinus angustifolius*). In: *Proceedings of 12th International Lupin Conference*, September 14–18, Canterbury, New Zealand, pp. 118–122.
- Khan, H.R., Paull, J.G., Siddique, K.H.M., Stoddard, F.L. (2010). Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. *Field Crops Research*, No. 115, pp. 279–286.
- Legume Futures Report 1.2: Agronomic Case Studies in Legume Futures* (2013). Compiled by F.L. Stoddard, 82 p.
- Zandar, P., Amjath-Babu, T.S., Preissel, S., Reckling, M., Bues, A., Schläfke, N., Kuhlman, T., Bachinger, J., Uthes, S., Stoddard, F., Murphy-Bokern, D., Watson, C. (2016). Grain legume decline and potential recovery in European agriculture: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, Vol. 36, pp. 26. DOI 10.1007/s13593-016-0365-y.
- Zute, S., Bleidere, M., Timbare, R., Zarina, L. (2015). Faba bean and narrow-leaved lupin as protein crops in the agro-ecological conditions of Latvia. In: *EUCARPIA International Symposium on Protein Crops, V Meeting AEL, Plant Proteins for the Future: Book of Abstracts*, May 4–7, Pontevedra, Spain, pp. 185–186.



**ZINĀTNĒ BALSTĪTA MEŽA NOZARE LATVIJĀ***Jurģis Jansons, Āris Jansons*

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

jurgis.jansons@silava.lv

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” (turpmāk – LVMI Silava) ir lielākais mežzinātnes centrs Latvijā. Atbilstoši Latvijas meža politikai, mežzinātnes mērķis ir iegūt zinātniski pamatotu informāciju meža ilgtspējīgas un daudzfunkcionālas apsaimniekošanas attīstībai un meža nozarē veikt ekoloģiskos, tehnoloģiskos, ekonomiskos un sociālos pētījumus. Latvijas meža un saistīto nozaru attīstības pamatnostādnēs ir uzsvērts, ka Meža politikas mērķu sasniegšanai nepieciešams radīt priekšnoteikumus zinātniskā potenciāla attīstībai, konkurētspējīga valsts un nozares komersantu finansējuma piesaistei ilgtermiņa pētījumiem fundamentālajās un lietišķajās zinātnēs.

LVMI Silava ir Latvijas meža nozares institūcija, kura uz jaunu vai līdz šim izveidotu izpētes objektu un iestrādņu bāzes rada jaunas zināšanas un nodrošina pasaules zināšanu pārnesei un kritisku izvērtēšanu, un ir jauno zinātnieku izaugsmes vieta.

LVMI Silava plašākā nozīmē kalpo Latvijas sabiedrības ekonomiskajām, sociālajām un vides vajadzībām mežsaimniecības un ar mežu saistīto nozaru jomā. Saskaņā ar LVMI Silava darbības un attīstības stratēģiju zinātne un zināšanu pārnese notiek 6 pētījumu virzienos: 1) meža kapitālvērtības palielināšana; 2) mežsaimniecības un vides mijiedarbība; 3) meža nekoksnes pakalpojumi; 4) kokaugu stādījumi ārpus meža; 5) meža tehnikas attīstība; 6) mežu fauna un medniecība. Ar Eiropas Savienības struktūrfondu līdzekļu atbalstu LVMI Silava kopš 2017. gada tiek turpināta zinātnes infrastruktūras modernizācija. Mežzinātnes pētījumu bāzi mežā nodrošina arī Meža pētīšanas stacija, kas izveidota mežzinātnes un augstākās mežizglītības atbalstam, kā LVMI Silava un Latvijas Lauksaimniecības universitātes (turpmāk – LLU) izveidota pārvaldes institūcija. Meža pētīšanas stacijas uzdevums ir apsaimniekot valstij piederošos zinātniskās izpētes mežus pētījumu veikšanai, ilglaicīgu zinātniskās izpētes objektu, vides un meža monitoringa objektu ierīkošanai un uzturēšanai, kā arī mācību prakses un tālākizglītības atbalstam meža nozares izglītības jomā.

Mežzinātnes sadarbību ar meža nozari veicina 2011. gada memorands par sadarbību zinātniskajā izpētē, kuru gan ar LVMI Silava, gan ar LLU parakstījusi akciju sabiedrība “Latvijas valsts meži” (turpmāk – LVM). Saskaņā ar memorandu puses neizvirza materiāla rakstura pretenzijas pret zinātniskajā izpētē iegūtajiem rezultātiem neatkarīgi no to finansētāja un iestājas par šādu pētījumu rezultātu publisku pieejamību un aktīvi veicina to. Līdz ar to jaunās zināšanas un tehnoloģijas ir pieejamas visai meža nozarei. Saskaņā ar memorandu LVMI Silava ir meklējis veidus, kā līgumpētījumu programmas paplašināt, piesaistot papildu finansējumu.

Saskaņā ar LR Izglītības un zinātnes ministrijas mājaslapā publicēto informāciju, 2016. gadā LVMI Silava bija vislielākie ieņēmumi finansējuma segmentā, ko par zinātnes produktu bija gatavs maksāt Latvijas komerciālais sektors, veidojot 26.8% no visu Latvijas zinātnisko institūciju piesaistītā līgumpētījumu finansējuma. Informācija par 2017. gadu uz tēžu sagatavošanas brīdi nav publiski pieejama. Šis rezultāts liecina par nepārvērtējamu attīstību un iespējām, ko mežzinātnē radījusi nozares uzņēmuma un zinātniskā institūta vienošanās par visai nozarei pieejamu zināšanu veidošanu.

Mežzinātnes darbs LVMI Silava un LVM sadarbības ietvaros ir strukturēts divpadsmit 3–5 gadus ilgu pētījumu programmu veidā, paredzot ikgadēju vienošanos par kalendārā gadā veicamajiem darbiem un gaidāmajiem rezultātiem. LVM, iesaistot gan valsts akadēmiskās vides, gan meža nozares deleģētus pārstāvjus, ir izveidota Zinātnes konsultatīvā padome, kas veicina dialogu starp uzņēmumu un mežzinātniekiem, palīdzot uzņēmumam pieņemt lēmumu par zinātnes programmu saturu, metodiskajiem risinājumiem un rezultātu vērtējumu.

**VALSTS PĒTĪJUMU PROGRAMMA: “MEŽA UN ZEMES DZĪĻU  
RESURSU IZPĒTE, ILGTSPĒJĪGA IZMANTOŠANA –  
JAUNI PRODUKTI UN TEHNOĻĪJAS” (ResProd)**

*Bruno Andersons<sup>1</sup>, Jurgis Jansons<sup>2</sup>, Dagnis Dubrovskis<sup>3</sup>, Aivars Žūriņš<sup>1</sup>, Valdis Segliņš<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts, <sup>2</sup>Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”,

<sup>3</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte, <sup>4</sup>Latvijas Universitāte,

bruno.andersons@edi.lv

Valsts pētījumu programma (VPP) ir valsts pasūtījums zinātnisku pētījumu veikšanai Latvijai prioritārās tradicionālajās nozarēs, mežsaimniecībā, meža un zemes dzīļu resursu izpētē. Pētījumi atbilst Viedo specializāciju stratēģijai (VSS) un ietilpst viedās specializācijas jomā – “Zināšanu ietilpīga bioekonomika”. Šīs ir nozares, kas nodrošina tautsaimniecības transformāciju. VPP definētā meža un zemes dzīļu resursu izpēte, ilgtspējīga izmantošana un jauni produkti un tehnoloģijas tieši sasaucas ar VSS virzieniem, kas vērsti uz ražošanas un eksporta struktūras maiņu. Inovatīvi zinātņu ietilpīgi produkti un materiāli, balstoties uz biorafinērijas un bezatkritumu ražošanas koncepcijām, ir viens no bioekonomikas attīstības pamatnosacījumiem. Meža un zemes dzīļu resursu izpēte paplašina zināšanu bāzi, t.sk. modernas izglītības kontekstā, bet pārnese ražotājiem sekmē reģionu attīstību.

Programmas mērķis ir nodrošināt mežsaimniecības un zemes dzīļu resursu izmantošanas ilgtspējību, racionāli izmantot Latvijas vietējos resursus globālajā tirgū konkurētspējīgu produktu ražošanai, vienlaicīgi saglabājot ilgtspējību, bioloģisko daudzveidību un mežu sociālo lomu tuvākā nākotnē un nākamām paaudzēm.

Pētniecības uzdevumu izpildei programmas īstenošanai izveidotas starpdisciplināras zinātnieku grupas no *Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūta, Valsts mežzinātnes institūta „Silava”, Latvijas Lauksaimniecības universitātes, Latvijas Universitātes un Rīgas Tehniskās universitātes*. Programmas mērķu sasniegšanai tika izvirzīti uzdevumi, kas apvienoti turpmāk aprakstītos projektos.

**Projekts Nr. 1 „Vienvecuma egļu mežu audzēšanas potenciāls auglīgajās meža ekosistēmās”.** Izvērtējot starpcirtes ietekmi, tika izstrādāts ekonomiski pamatots vienvecuma egļu mežu apsaimniekošanas modelis. Tika izpētīta ģenētisko faktoru ietekme uz vienvecuma egļu kokaudžu augšanu un apaļkoku sortimenta struktūru un kvalitāti. Tika izvērtēti fitopatoloģiskie riski vienvecuma egļu mežos atkarībā no kokaudžu vecuma un augšanas apstākļiem. Tika izveidots eksperimentālais stādījums nokaltuša vienvecuma egļu mežu masīva vietā pēc nociršanas. Dati tiks apkopoti monogrāfijā „Vienvecuma egļu meži Latvijā”.

**Projekts Nr. 2 „Pētījumi koksnes apstrādes, meža produktu loģistikas un plānošanas jomā”.** Tika pētīti jauni tehnoloģiski risinājumi koksnes lietošanas paplašināšanai būvniecībā (t. sk. koksnes šūnveida materiāli), energoefektivitātes uzlabošana koksnes pārstrādes procesos. Izpētot apaļo kokmateriālu vērtības samazināšanos uzglabāšanas procesā un veicot ekonomisko analīzi, tika izstrādātas uzglabāšanas rekomendācijas. Izvērtējot koksnes pirmapstrādes uzņēmumu monitoringa rezultātus saistībā ar apaļo kokmateriālu apstrādi, tika noskaidrotas vietējo resursu mobilizācijas iespējas uzņēmumu nodrošināšanai ar izejmateriāliem un ekonomiski izdevīgākie piegādes loģistikas risinājumi.

**Projekts Nr. 3 „Biomateriāli un bioprodukti no meža resursiem ar daudzpusīgu pielietojumu”.** Tika izstrādātas jaunas termiskās modifikācijas un kombinētas metodes koksnes ilgzturības uzlabošanai, pārklājumi modificētas koksnes dekoratīvo īpašību saglabāšanai un poliuretānu pārklājumi degamības samazināšanai. Izmantojot funkcionalizēšanas metodes, tika izstrādāti atmosfēras izturīgi koksnes polimēru kompozīti. Tika pilnveidotas dažādas koksnes priekšapstrādes metodes komponentu izdalīšanai un tālākai nišas un šķiedru produktu izstrādei. Tika optimizētās jaunas mizu ekstrakcijas metodes izejmateriālu bezatlikuma izmantošanai.

**Projekts Nr. 4 „Zemes dzīļu resursu izpēte – jauni produkti un tehnoloģijas”.** Izpētīti zemes dzīļu resursi, tajā skaitā dziednieciskie, un izstrādāti jauni konkurētspējīgi produkti. Projektā tika attīstītas pētniecības metodes noteiktas kvalitātes derīgo izrakteņu resursu pieejamības prognozēšanai jaunu produktu attīstībai. Galvenās izejvielas konkurētspējīgiem produktiem: māli (arī kombinācijā ar ārstnieciskām dūņām), kaļķakmens, kūdra, sapropelis. Potenciālie produkti: dabiskā kosmētika, nanostrukturēti keramiskie sorbenti, biodegradabli polimēri, poraina un blīva keramika, mālu nano-pārklājumi dažādiem substrātiem, kūdras sorbenti, sapropeļa saistvielas, mālu produkti ar imobilizētiem vai iekapsulētiem organismu konsorcijiem ar potenciālu pielietojumu augkopībā un vides biotehnoloģijās.

## PĀRNADŽU UZSKAITES UN NOMEĎĪŠANAS DATU ANALĪZE

*Edgars Dubrovskis, Kaspars Riekstiņš*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

edgars.dubrovskis@llu.lv

Pārnadži ir Latvijas medību faunas viena no svarīgākajām sastāvdaļām. Šie dzīvnieki tiek medīti gaļas un trofeju ieguvei. Aptuvenais pārnadžu skaits tiek noteikts katrai medību sezonai; uzskaitē norisinās no 1. aprīļa līdz 31. martam. Pēc uzskaites datiem var aprēķināt, cik ir pieļaujams nomedīt katrā medību iecirknī, katrā medību sezonā. Dzīvnieku skaits katru gadu uzskaites vienībās nav vienāds. Uzskaitīto dzīvnieku skaitu ietekmē bioloģiskais un saimnieciskais pieaugums, kā arī laika apstākļi. Dzīvnieku skaitu lielā mērā var ietekmēt bargas ziemas, īpaši, kad veidojas dziļa sniega sega un sērsna. Šādi laika apstākļi apgrūtina izdzīvošanu vārgākajiem dzīvniekiem, īpaši stirnām, jo tās nespēj atkāstīt sniega kārtu, lai tiktu pie barības un iekārtotu sev guļvietu, kā arī sērснаs apstākļos tām ir grūti pārvietoties, līdz ar to ir apgrūtināta bēgšana no plēsējiem.

Savvaļā dzīvojošie pārnadži (*Artiodactyla*) ir galvenie medījamo dzīvnieki, un Latvijā iegūtā medību produkcija no pārnadžiem pēc vērtības sastāda ap 85% no medību kopprodukcijas vērtības, kurā netiek ieskaitītas trofejas (Vanags, 2010). Pārnadžu uzskaites dati par medījamo dzīvnieku skaitu, to populācijas dzimuma un vecuma struktūru, kā arī ikgadējo pieaugumu dod iespēju noteikt optimālos dzīvnieku nomedīšanas limitus, medību termiņus un medību paņēmienus. Šie rādītāji ļauj plānot nepieciešamos biotehniskos pasākumus. Ir izstrādātas vairākas pārnadžu uzskaites metodes. Galvenās uzskaites metodes ir pēc medījamo dzīvnieku pēdām sniegā, ar medījamo dzīvnieku dzīšanu, pēc ziemas ekskrementiem, uzskaitē barošanās un piebarošanas vietās, medību platību apdzīvotības blīvuma noteikšana pēc tiešiem vizuāliem dzīvnieku novērojumiem (Medību likums, 2014).

Darbā analizējamās medību biedrības (MB) „Valdgale” medību platības, kuras sasniedz 3493 ha, atrodas Kurzemē, Talsu novada, Valdgales pagastā, Ziemeļkurzemes virsmežniecības teritorijā, Valdemārpils dzīvnieku uzskaites vienībā. Lielāko daļu MB „Valdgale” līgumplatības tiek nomātas no AS „Latvijas valsts meži”, bet neliela daļa no privātajiem mežu īpašniekiem. Dati analīzei tika iegūti no Valsts meža dienestā esošo arhīvu datiem laika posmam no 2006./2007. gada medību sezonas līdz 2015./2016. gada medību sezonai. Papildus, desmit priēžu jaunaudzēs, atlasot no MB „Valdgale” līgumplatību taksācijas datiem dažāda vecuma un platības audzes, kopā ierīkoti 20 īslaicīgie apļveida parauglaukumi ar rādiusu 12.63 m (500 m<sup>2</sup>), kur uzskaitīti veseli un bojātie koki un noteikta to bojājuma pakāpe, lai novērtētu pārnadžu bojājumus tajās. Pārnadžu bojājumu novērtēšanas galvenie pamatprincipi apkopotā tabulā (Miezīte u.c., 2013).

Tabula

**Pārnadžu bojājumu novērtēšana mežsaimniecībā**

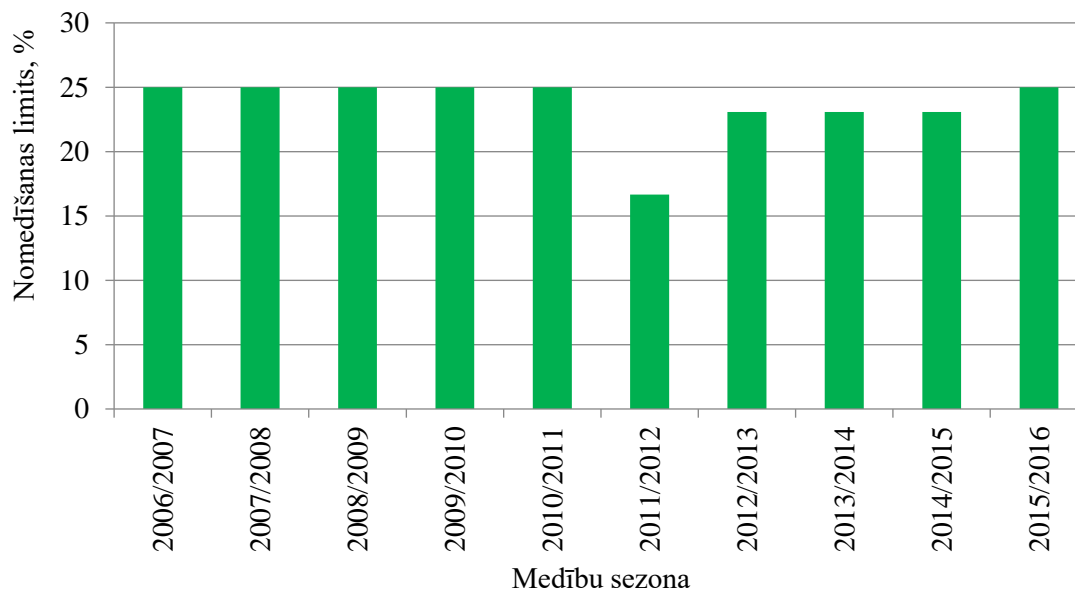
Bojājuma veids	Bojājuma pakāpe		
	Maznozīmīgi bojājumi	Vidēji bojāts	Iznīcis
Dzinumu bojājumi	Galotne vesela, sānzari apkosti līdz 50% apjomam	Sānzari apkosti vairāk par 50%	Galotnes dzinums nokosts vai nolauzts
Stumbra bojājumi	Miza bojāta atsevišķām sīkām skrumbām	Miza bojāta līdz 1/3 stumbra apkārtmēra	Stumbrs nolauzts, miza bojāta vairāk par 1/3 stumbra apkārtmēra

Katram parauglaukumā esošajam kokam bojājuma pakāpe tika izteikta ballēs: 0 – nebojāts koks, 1 – maznozīmīgs koka bojājums, 2 – vidēji bojāts koks un 3 – iznīcis koks. Izvērtējot bojājumus priēžu jaunaudzēs, bojāto kociņu sastopamība vidēji ir 26.7%, savukārt intensitāte 14.5%. Tiek uzskatīts, ka bojājumu sastopamības īpatsvars līdz 10% robežai ir nenozīmīgs, 11–25% robežās vidēji nozīmīgs, bet virs 25% nozīmīgs. Esošajās platībās vidējais rādītājs ir 26.7%, tas nozīmē, ka dzīvnieku skaits platībā ir nedaudz par lielu un to vēlams samazināt.

MB „Valdgale” medību platībās 2014./2015. gada medību sezonā aļņu blīvums bija no 3 līdz 3.7 dzīvnieki uz 1000 ha, un tas ir pieaudzis pēdējo 4 gadu laikā. Staltbriežu blīvums šajā medību sezonā bija mazliet lielāks par viduvējo līmeni, t.i. 34–39 staltbriežu uz katriem 1000 ha, kas līdzīgi kā aļņu blīvums pēdējos gados ir pieaudzis. Stirnu blīvums šajā medību sezonā bija 17–24 stirnu uz katriem 1000 ha. Stirnu skaits palielinājās no 2006./2007. gada medību sezonas līdz 2009./2010. gada medību sezonai. Tad sekoja bargā ziema ar dziļu sniega segu un sērсна, kas stipri samazināja stirnu skaitu 2010./2011. gada medību

sezonā. Pēdējos gados stirnu populācija ir atjaunojusies. Meža cūku blīvums valstī ir nevienmērīgs, bet, salīdzinot ar citiem pārnadžiem, meža cūkas pavairojas straujāk, jo to pēcnācēju skaits katrā metienā ir krietni vien lielāks. MB „Valdgale” medību platībās 2014./2015. gada medību sezonā bija aptuveni 15–16 meža cūku uz katrām 1000 ha. Dzīvnieku skaitam pa medību sezonām nav būtiskas atšķirības ( $p < 0.05$ ).

Periodā no 2006./2007. līdz 2015./2016. gada medību sezonai, aļņu populācijas nomedījamais procentuālais daudzums ir bijis tādā līmenī, lai tiktu saglabāts esošais dzīvnieku skaits teritorijā (Att.). Taču tas ir tuvu robežai, kad dzīvnieku skaits jāierobežo.



Att. Aļņu nomedīšanas limita izmaiņas pa medību sezonām.

Staltbrieži arī ir vieni no nozīmīgākajiem jaunaudzū bojātājiem. Medību platībās dzīvnieku skaits ir būtiski par lielu un to ir nepieciešams samazināt. Tas nozīmē, ka staltbrieži varētu būt tie, kas nodara vislielākos postījumus pētītajās jaunaudzēs, apkožot dzinumus un plēšot mizu. Stirnu nomedījamā apjoma izmaiņas parāda, ka šo dzīvnieku skaits dažādu faktoru ietekmē pa medību sezonām ir bijis ļoti mainīgs. Meža cūku nomedījamā apjoma izmaiņas parāda, ka šo dzīvnieku skaits kopumā nav bijis ļoti mainīgs. Pēdējās divās medību sezonās meža cūku blīvumu bija nepieciešams ierobežot Āfrikas cūku mēra dēļ, lai šī lipīgā slimība nespētu ātri izplatīties.

Medību biedrības „Valdgale” platībās pēdējo desmit medību sezonu laikā aļņu un staltbriežu skaits ir pieaudzis, bet stirnu un meža cūku skaits ir palicis nemainīgs, vai mazliet samazinājies. Pārnadžu bojājumu sastopamības īpatsvars un intensitāte ir atšķirīga dažādās audzēs, un bojājumu sastopamība priežu audzēs ir 26.7%, t.i., nedaudz par lielu, kas nozīmē, ka dzīvnieku blīvumu vajadzētu samazināt. Valsts meža dienesta izsniegtie dati par pārnadžu procentuālo nomedīšanas limitu parāda, ka staltbriežu skaits tiek ierobežots, ar domu samazināt bojājumus dažādu koku sugu audzēs.

#### Izmantotā literatūra

1. Miezīte, O., Šmits, I., Indriksons, A. u.c. (2013). *Jaunaudzū veselības stāvokļa analīze*: ERAF projekta “Meža resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas plānošanas lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēma” pārskats. [Tiešsaiste] [Skatīts 21.10.2016.]. Pieejams: [http://maplas.mf.llu.lv/programs/ERAF\\_Projekta\\_ataskaite\\_1.3.pdf](http://maplas.mf.llu.lv/programs/ERAF_Projekta_ataskaite_1.3.pdf)
2. *Medību likums*: LR likums (2018). [Tiešsaiste] [Skatīts 21.04.2018.]. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=77455>.
3. Vanags, J. (2010). *Medības. Atziņas un patiesības*. Babītes nov.: Autora izdevums. 360 lpp.

## SANITĀRAIS STĀVOKLIS PARASTĀS PRIEDES VIDĒJA VECUMA MEŽAUDZĒ MĒTRU KŪDRENĪ

*Lāsma Freimane, Olga Miezīte*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Latvija

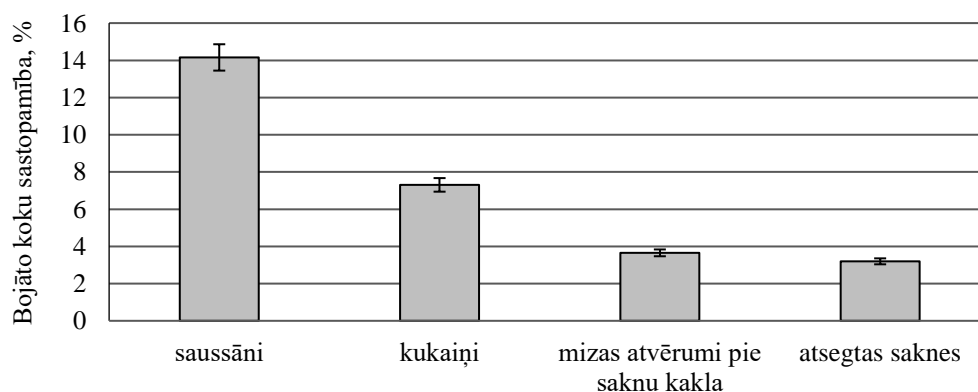
lasma.freimane@llu.lv

Boreālajos mežos ugunsgrēki nodrošina bioloģisko daudzveidību, kas ar gadiem samazinās (Liepa u.c., 1991). Latvija atrodas hemiboreālajā mežu zonā, kurā dominē boreālajiem mežiem raksturīgie skujkoki, taču nozīmīgu vietu ieņem arī platlapji (Liepa u.c., 2013). Meža ugunsgrēku izcelšanās un izplatīšanās iespēja ir atkarīga no meža īpatnībām. Meža uzliesmojamību ietekmē nedzīvās koksnes daudzums. Augsne, galvenokārt tās mitrums, ietekmē meža ugunsgrēku izplatību. Ugunsgrēki var pilnīgi iznīcināt dzīvos kokus, krūmus, zemsedzes veģetāciju, uguns ietekmes rezultātā iet bojā fauna un tiek traucēta mežkopība. Taču, neskatoties uz to, ka uguns iznīcina meža resursus, rada lielus zaudējumus meža biocenozei un tautsaimniecībai, kā arī piesārņo atmosfēru, meža ugunsgrēkiem ir arī pozitīvā ietekme. Tiek veicināta barības vielu apmaiņa starp augsni un dzīvo biomasu (Miezīte *et al.*, 2013). Šī pētījuma mērķis – analizēt koku sanitāro stāvokli pēc zemdegas ugunsgrēka parastās priedes vidēja vecuma mežaudzē mētru kūdrenī.

Pētījuma materiāls iegūts desmit parauglaukumos (5 uguns skartajā un 5 uguns neskartajā nogabala daļā (kontrolē)) 4 ha platībā vidēja vecuma parastā priedes (*Pinus sylvestris*) pirmās bonitātes 64 gadus vecās mežaudzē mētru kūdrenī Ozolnieku novadā. Pētāmā audze ir mākslīgi atjaunota ar valdošo koku sugu – parasto priedi un nelielu bērzu (*Betula* spp.) piemistrojumu. Mežaudze degusi 2004. gada 29. aprīlī, izdegusi platība 2 ha, ugunsgrēka veids – seklā zemdega. Kūdras slāņa biezums pētāmajā objektā ir mainīgs, taču vidēji minerālaugsne ar kūdru klāta 22 cm biezā slānī. Parastās priedes mežaudzes krāja 308 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, vidējais valdošās sugas augstums – 22 m, caurmērs – 21 cm, audzes biežība – 10, šķērslaukums – 31 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Parauglaukumi tika ierīkoti uguns skartajā un neskartajā (kontrolē) daļā katrs 500 m<sup>2</sup> platībā.

Pētāmajā objektā sanitārais stāvoklis un stumbra kvalitāte vērtēta kategorijās: koki ar deguma brūcēm – saussāniem, kukaiņu bojātie, koki ar mizas atvērumiem pie sakņu kakla, kā arī koki ar atsegtām saknēm. Kokiem, kuriem konstatēti uguns iedarbības rezultātā izveidojušies saussāni, uzņemts to augstums no sakņu kakla, garums un platums ar precizitāti 0.01 m. Uzskaitīti koki, kuriem uguns iedarbības rezultātā izveidojušies mizas atvērumi pie sakņu kakla, atsegtas saknes un konstatēti kukaiņu bojājumi.

Saussāni pieskaitāmi pie koksnes vainām, kas pazemina priedes kvalitāti un samazina koksnes izmantošanas iespējas. Koksnes vainas pazemina arī dekoratīvās vai fizikāli mehāniskās īpašības un traucē tās pārstrādi (Līpiņš, 1999). Uguns skartās audzes daļas parauglaukumos visvairāk sastopami saussāni – 14% gadījumu (att.). Saussāni veidojas tur, kur miza ir mehāniski noplēsta, nobrāzta vai kā citādi traumēta tik lielā laukumā, ka koks turpmākās dzīves laikā vairs bojāto vietu nespēj pilnībā apaudzēt ar jaunu mizu. Taču laika gaitā koks bojājumu var sašaurināt (Freimane *et al.*, 2013). Saussāni visvairāk novērojami koku caurmēra grupā līdz 20 cm un 20–25 cm, attiecīgi 64 gab. ha<sup>-1</sup> un 48 gab. ha<sup>-1</sup>. Starp abām šīm grupām būtiskas atšķirības saussānu skaitā nepastāv ( $p=0.184$ ), taču starp tām un saussānu skaitu caurmēra grupā > 25 cm pastāv būtiskas atšķirības ( $p=0.039$ ).



Att. Bojājumu sastopamība 64-gadīgā parastās priedes mežaudzē zemdegas uguns skartajā daļā.

Kukaiņu bojājumi sastopami 7% gadījumā, mizas atvērums pie sakņu kakla un atsegtas saknes attiecīgi 4% un 3% gadījumā. Neviens no pirmajā attēlā redzamajiem bojājumu veidiem netika konstatēts uguns neskartajā (kontrolē) mežaudzes daļā.

Noskaidrota arī saussānu sastopamība atkarībā no koka apdeguma augstuma, iedalot to piecās grupās, kur pirmā ir līdz 1.50 m, otrā – 1.51–2.00 m, trešā – 2.01–2.50 m, ceturta – 2.51–3.00 m, piektā – apdedzis augstāk par 3.00 m. Visvairāk saussānu (48 gab. ha<sup>-1</sup>) novērots otrajā augstuma grupā (1.51–2.00 m). Saussānu skaits ir būtiski atšķirīgs starp šo grupu un pārējām apdeguma augstuma grupām, savukārt starp pirmo, trešo un ceturto grupu nav būtiskas atšķirības 95% līmenī. Būtiskas atšķirības pastāv arī starp piekto, kur novērots vismazākais saussānu skaits (8 gab. ha<sup>-1</sup>), un pārējām augstuma grupām. Tas izskaidrojams ar vēja un uguns nepastāvību ugunsgrēka laikā, jo uguns aizvēja pusē koku ietekmē citādi nekā vēja pusē (Roga, 1979); tas nozīmē, ka, mainoties vēja stiprumam un uguns intensitātei, saussāni veidojas dažādā koka augstumā, tie ir dažāda garuma un platuma.

Pēc zemdegas ugunsgrēka mētru kūdrenī no iepriekš minētajiem koku bojājumiem koksnes pārstrādē finansiāli vislielākos zaudējumus rada tieši saussāni, jo tā ir koksnes vaina, kas nav pieļaujama augstas klases zāģbaļķos.

Zemdegas ugunsgrēks ietekmē negatīvi sanitāro stāvokli parastās priedes vidēja vecuma mežaudzē mētru kūdrenī. Kokiem konstatētas tādas negatīvas sanitārā stāvokļa pazīmes kā saussāni, kukaiņu bojājumi, mizas atvērums pie sakņu kakla un atsegtas saknes. Lielāko bojājumu daļu veido saussāni, kas sastopami 14% gadījumā. Visvairāk to ir koku caurmēra grupā līdz 20 cm un 20–25 cm, savukārt atkarībā no maksimālā apdeguma augstuma visvairāk saussānu sastopams grupā 1.51–2.00 m.

#### Izmantotā literatūra

1. Freimane, L., Miezīte, O., Ailts, M., Meiere, N., Luguza, S. (2013). Response reaction of Scots pine *Pinus sylvestris* L. after forest fire in forest site type *Vacciniosa turf. mel.* in Klīve forest district. In: *Proceedings of Third International Scientific Conference Rural Development 2013: Innovations and Sustainability*, November 28–29, Kaunas, Lithuania, Vol. 6, Book 3, pp. 272–278.
2. Liepa, I., Mauriņš, A., Vimba, E. (1991). *Ekoloģija un dabas aizsardzība*. Rīga: Zvaigzne. 301 lpp.
3. Liepa, I., Zaļkalns, O., Luguza, S., Baltmanis, R. (2013). *Vides faktoru ietekmes vērtēšana*. [Tiešsaiste] [skatīts 15.04.2018.]. Pieejams [http://maplas.mf.llu.lv/materiali/ILiepa\\_Mezzinatnes\\_diena.pdf](http://maplas.mf.llu.lv/materiali/ILiepa_Mezzinatnes_diena.pdf)
4. Līpiņš, L. (1999). *Stumbru racionāla sagarumošana*. Rīga: Liesma. 73 lpp.
5. Miezīte, O., Indriksons, A., Dreimanis, A., Freimane, L. (2013). The consequences of the forest fire in *Sphagnosa* forest site type ecosystem. In: *Proceedings of Third International Scientific Conference Rural Development 2013: Innovations and Sustainability*, November 28–29, Kaunas, Lithuania, Vol. 6, Book 3, pp. 359–365.
6. Roga, A. (1979). *Meža ugunsgrēku veidi, to dzēšanas paņēmieni un taktika*. Lat ZTIZPI. Rīga. 57 lpp.

## ENERĢĒTISKĀS KOKSNES RESURSI NOSUSINĀTO MEŽU PAAUGĀ UN PAMEŽĀ

*Aigars Indriksons, Māriņš Graudums*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

aigars.indriksons@llu.lv

Meža resursi ir nozīmīgākie dabas resursi Latvijā (Lībiete, 2008). Saskaņā ar Meža resursu monitoringa otrās kārtas datiem, 2014. gadā Latvijā bija 3575 tūkst. ha meža zemju, kas aizņem aptuveni 55.3% no valsts kopējās teritorijas, kopējai koksnes krājai sastādot 668 milj. m<sup>3</sup>. Ievērojama daļa no šī apjoma varētu tikt izmantota enerģijas ieguvei, tādējādi nodrošinot lielāko daļu no nepieciešamās siltumenerģijas, lielu daļu no elektrības, kā arī daļu no enerģijas transporta nodrošināšanai. Pēdējos gados, pateicoties daudziem faktoriem, koksnes biomasas produktu kā skaidu un granulū patēriņam ir tendence pieaugt. Faktori, kas to veicina: koksnes kā vietējais resurss, tās eksporta iespējas; starptautiskā finansējuma pieaugums atjaunojamās enerģijas projektiem. Fosilā kurināmā cenas pieaug, ko sekmē arī stratēģiskās plānošanas attīstība valstī (Būmanis u.c., 2014).

Meža apakšējie stāvi – pamežs un paauga, saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 892 “Noteikumi par koku ciršanu meža zemēs”, ir paredzēti vai nu saudzēšanai, vai izzāģēšanai un pamešanai nelikvīdās koksnes veidā mežā. Tomēr arī tajos var būt akumulēts ievērojams apjoms enerģētiskās koksnes (Ohmann *et al.*, 1976; Lupi *et al.*, 2017).

Pētījumā par enerģētiskās koksnes resursiem valstī, ierīkoti parauglaukumi nosusinātajos mežos, lai konstatētu enerģētiskās koksnes ieguves iespējas mežos, kas sasnieguši ciršanas vecumu. Nosusinātie meži ir piemērots objekts šādai koksnes ieguvei, jo šeit koksnes atlieku atstāšana mežā nav nepieciešama augšnes auglības nodrošināšanai. Augšnes šeit ir arī pietiekami noturīgas, lai sīkkoksnē nebūtu jāizmanto vienīgi meža izstrādes tehnikas pārejamības nodrošināšanai. Turklāt saskaņā ar statistikas datiem, pameža un paaugas bagātība šādos mežos var būt ievērojama (Kangas, Maltamo, 2006).

Pētījumu rezultāti, kas iegūti šaurlapju kūdreņa (*Myrtillosa mel.*) meža augšanas apstākļu tipā, norāda, ka dabiski mitras koksnes biomasas pamežā sastāda 22 665 kg ha<sup>-1</sup>, kas, pārrēķinot uz sausnes masu, ir 12 590 kg ha<sup>-1</sup>. Darba rezultāti parāda, ka šīs biomasas apjoms ir nozīmīgs, un būtu lietderīga šīs koksnes ieguve galvenās cirtes laikā.

### Izmantotā literatūra

1. Būmanis, K., Krasavcevs, I., Liše, S., Stepiņa, A. (2014). *Koksnes biomasas izmantošanas enerģijas ieguvē monitorings*. Jelgava: Meka. 85 lpp.
2. Kangas, A., Maltamo, M. (2006). *Forest Inventory. Methodology and Applications*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 364 p.
3. Lībiete, Z. (2008). Meža resursu monitoringa datu izmantošana priedes un egles audžu ražības reģionālo atšķirību analizē Latvijā. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, Nr. 20(315), 53.–65. lpp.
4. Lupi, C., Larocque, G.R., DesRochers, A., Labrecque, M., Mosseler, A., Major, J., Beaulieu, J., Tremblay, F., Gordon, A.M., Thomas, B.R., Vézina, A., Bouafif, H., Cormier, D., Sidders, D., Krygier, R. (2017). Biomass from young hardwood stands on marginal lands: Allometric equations and sampling methods. *Biomass and Bioenergy*, No. 98, pp. 172–181.
5. Ohmann, L.F., Grigal, D.F., Brande, R.B. (1976). Biomass estimation for five shrubs from Northeastern Minnesota. *Research Paper NC – 133*. ST. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. St. Paul, USA, 11 p.

## SILĪCIJU SATUROŠS LIGNĪNS KĀ VIDEI DRAUDZĪGS AUGU MĒSLOŠANAS LĪDZEKLIS MEŽSAIMNIECĪBAI

*Sarmīte Janceva<sup>1</sup>, Līga Lauberte<sup>1</sup>, Anna Andersone<sup>1</sup>, Jānis Andrejs Elberts<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts

<sup>2</sup>SIA „Elberts Forest Seedling”, Latvija  
jancevasarmite@gmail.com

Šobrīd bioloģiskajā lauksaimniecībā ļoti aktuāli ir ekoloģiski draudzīgu produktu meklējumi, kas veicina augu produktivitāti, kvalitāti un rezistenci pret bioloģiskajām un abiotiskajām slimībām. Silīciju saturošs lignīns (LSi) kā bioloģiski aktīvs preparāts ir izstrādāts, pamatojoties uz mūsdienu zināšanām par augu audu lignīna komponentu un silīcija lomu biogēocenoze. Lignīni, kas izolēti no augu audiem, lielos daudzumos tiek ražoti kā blakusprodukti/atkritumi celulozes un degvielas etanola ražošanā. Dabiskos apstākļos lignīns *in situ* kalpo kā augsnes humusa prekursors un spēj pildīt visām humusvielām piemītošās funkcijas (uzkrājošās, transporta, regulējošās, aizsardzības un fizioloģiskās) sakarā ar lignīnam raksturīgajām struktūras un funkcionālajām īpašībām.

Stādu audzēšanā svarīgi ir ražot spēcīgus stādus, kuri pārstādīšanas laikā spēj pretoties biotiskiem un abiotiskiem stresiem. Silīcija deficīts daudziem augiem rada augšanas, attīstības un reprodiktīvo funkciju traucējumus. Lignīna sililēšana ļauj iegūt augstefektīvus augu augšanas un attīstības ierosinātājus. LSi preparāti, kas satur 5 – 12% silīciju, ir daudzpusīgas iedarbības produkti ekoloģiski tīrai augkopībai, dārzkopībai, lauksaimniecībai un mežsaimniecībai (Teliševa *et al.*, 2000; Lebedeva, Telysheva, 2004; Lebedeva *et al.*, 2009). Šis preparāts sevi labi parāda gan kā mēslojums, gan kā augu augšanas un attīstības stimulators. LSi labvēlīgā ietekme uz sistēmu augsne-augs ir saistīta ar lignīna matricas un organiski saistītā silīcija sinerģisku darbību.

Iegūtie rezultāti kopā ar Latvijas universitāšu, pētniecības iestāžu speciālistiem un lauksaimniekiem skaidri parādīja, ka Koksnes ķīmijas institūtā sintezētie un ražotie silīciju saturošie lignīni veicina spēcīgu sakņu sistēmas veidošanos ar lielu daudzumu sekundāro sakņu un sakņu matiņiem, palielina augu produktivitāti, kvalitāti un izturību pret slimībām (Teliševa *et al.*, 2000; Lebedeva, Telysheva, 2004; Lebedeva *et al.*, 2009).

Iepriekšējie pētījumi liecina, ka LSi arī ir lielisks augu augšanas aktivators mežsaimniecībā. LSi pozitīvā ietekme augu veģetācijas agrīnajā stadijā ir ļoti svarīga stādu audzēšanā kokaudzētavās. Tā ir nepieciešama apzaļumošanai, dārzkopībā, privātās saimniecībās, kā arī mežsaimniecībā un lauksaimniecībā.

Dzeltenais bērzs (*Betula alleghaniensis*), augošs Ziemeļamerikā ziemeļ-austrumu reģionā, ir industriāli nozīmīga koku suga. Vidēji tā koksnes ekonomiskā cena ir salīdzināma ar ozola cenu. Ņemot vērā to, ka ir pierādīts, ka dzeltenā bērza biomasa satur vērtīgus ķīmiskos savienojumus, tie varētu kļūt par nozīmīgiem augtas pievienotās vērtības produktiem jau tuvākajos gados. Šī darba mērķis bija novērtēt LSi kā videi draudzīgu augu mēslošanas līdzekli *Betula alleghaniensis* stādu audzēšanā Latvijas klimatiskajos apstākļos. Veģetācijas eksperimenti tika veikti piecus gadus ilgā sadarbībā ar uzņēmumu SIA „Elberts Forest Seedling”.

Izmēģinājumos pielietotais preparāts bija silīciju saturošs lignīns. Kontroles variantā šis preparāts netika izmantots. Izmēģinājumus veica ar LSi devu 4 g, sajaucot to ar 1 L augsnes. Kā augsne tika izmantota neitralizēta kūdra, pH 5.5–6.5; pH līmeņa koriģēšanai izmantoti kaļķakmens milti. Bioloģiski aktīvo savienojumu analīzes veica ar Waters Acquity H-Class UPLC hromatogrāfijas sistēmu ar fotodiožu detektoru (PDA) un augstas izšķirtspējas masspektometru (UPLC Synapt Q-TOF MS, Waters) ar elektroizsmidzināšanas jonizācijas (ESI) avotu. Kolonna: Waters Acquity BEH C18 (1.7 μm, 2.1 × 50 mm); kustīgā fāze A: ūdens + 0.1% skudrskābe; kustīgā fāze B: Acetonitrils; Plūsmas ātrums: 0.35 mL min<sup>-1</sup>. Gradiēta apstākļi 0–7 min 95% – 5% A eluents, 7–8 min 5% – 5% A eluents, 8–8.5 min 5% – 95% A, 8.5–10 min 95% – 95% A eluents. Injekcijas tilpums paraugam: 1 μL. Kolonnas temperatūra: 30 °C. Q-TOF MS Parametri: kapilārais spriegums 2.5 kV (-/+), konusa spriegums 40 V; avota temperatūra 120 °C; desolvatācijas temperatūra 450 °C; žāvējošās gāzes plūsma 750 L h<sup>-1</sup>; detektēšanas diapazons m/z 50 – 1200 Da.





Att. LSi ietekme uz *Betula alleghaniensis* stādu attīstību.

Augsnē ievadīts LSi preparāts kopā ar *Betula alleghaniensis* sēklām, daudzumā  $4\text{ g L}^{-1}$ , parāda labvēlīgu ietekmi uz stādu attīstību: garums, vidējais diametrs, saknes tilpums, sakņu galiņu un atzarojumu skaits. Augu virsotnes izpēte parādīja fotosintēzes procesu aktivizēšanu, kas atklāj palielinātu fotosintētisko pigmentu un bioloģiski aktīvo savienojumu (salicīna atvasinājumi, proantocianidīnu atvasinājumi, diarilheptanoīdi) saturu, kuri ir pierādīti kā efektīvi antioksidanti un pretiekaisuma līdzekļi, uzrādot veselību veicinošu iedarbību.

Šis pētījums tika finansēts no LV Koksnes ķīmijas institūta bioekonomikas granta LignoProBK.

#### Izmantotā literatūra.

1. Ledeva, G., Telysheva, G. (2004). Efficiency of the use of Lignosilicon fertilizers and growth activators in cereals cultivation. In: *2nd International Scientific Practical Conference "Earthworms and Soils Fertility"*. March 17–19, Vladimir, Russia, pp. 200–204.
2. Lebedeva, G., Telisheva, G., Tiltiņa, L., Rancāne, S. (2009). Introduction of lignosilicon in soil simultaneously with seeds and its influence of productivity of buckwheat in organic farming. In: *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference*, June 25–27, Rezekne, Latvia, Vol. 1, pp. 118–124.
3. Teliševa, G., Lebedeva, G., Daugaviete, M. (2000). Lignosilīcija produkti lauksaimniecībai un mezsaimniecībai. No: *Zinātniski praktiskā konference: referātu tēzes: LLU Meža fakultātes zinātniski praktiskā konference veltīta fakultātes 60 un mežzinātnieku un kokapstrādes specialitāšu 50 gadu jubilejām*, 1999.gada 22. septembrī, Jelgava, 67.–69. lpp.

## EGLES AUDZĒŠANAS OPTIMIZĀCIJA SAIMNIECISKAJOS MEŽOS

*Jurgis Jansons, Tālis Gaitnieks, Zane Lībiete, Jānis Donis,  
Dagnija Lazdiņa, Dainis Runģis, Āris Jansons*  
Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”  
jurgis.jansons@silava.lv

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” ir lielākais mežzinātnes centrs Latvijā. LVMI Silava strādā trijos darbības virzienos:

- zinātne un zināšanu pārnese;
- mežzinātnes atbalsta kompetences;
- valsts deleģētās funkcijas.

Pētījumu īstenošanā LVMI Silava sadarbojas ar Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža fakultāti, Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu, Meža koksnes un produktu attīstības institūtu, kā arī citā zinātniskajām iestādēm un uzņēmumiem. Latvijas valsts mežzinātnes institūta „Silava” un Latvijas Lauksaimniecības universitātes dibinātā publiskā aģentūra „Meža pētīšanas stacija”: apsaimnieko valsts zinātniskās izpētes mežus pētījumu veikšanai, ilglaicīgu zinātniskās izpētes objektu, vides un meža monitoringa objektu ierīkošanai un uzturēšanai, kā arī nodrošina mācību prakses un tālākizglītības atbalstu meža nozares izglītības jomā.

Zinātne un zināšanu pārnese LVMI Silava notiek 6 pētījumu virzienos: 1) meža kapitālvērtības palielināšana; 2) mežsaimniecības un vides mijiedarbība; 3) meža nekoksnes servisi; 4) kokaugu stādījumi ārpus meža; 5) meža tehnikas attīstība; 6) medību fauna un medniecība. Valsts pētījumu programmas „Meža un zemes dzīļu resursu izpēte, ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas” (ResProd) ietvaros LVMI Silava pētījumu tēma ir “Vienvecuma egļu mežu audzēšanas potenciāls auglīgajās meža ekosistēmās”.

Parastā egle (*Picea abies* (L.) Karst.) ir viena no trim saimnieciski nozīmīgākajām koku sugām Latvijā. Atbilstoši jaunākajai pieejamajai statistikai, egļu meži aizņem 529.9 tūkst. ha jeb 18% no kopējās meža platības. Egļu mežu platība būtiski pieauga pēc 1960. gada, un līdz pat 21. gadsimta sākumam egļu meži tika atjaunoti ar ļoti lielu koku skaitu uz ha.

Līdz aptuveni divu metru augstumam egļu jaunaudzū augšanas gaita ir salīdzinoši lēna, taču pēc tam labvēlīgos augšanas apstākļos novērojama būtiska produktivitātes palielināšanās, kad vidējais krājas pieaugums gadā var sasniegt pat 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Turpmākā šo augstražīgo audžu attīstībā identificēti trīs atšķirīgi scenāriji: 1) turpinās intensīva krājas uzkrāšanās, un krāja cirtmetu sasniegušās audzēs sasniedz 500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; 2) intensīvā krājas uzkrāšanās būtiski samazinās, audzei sasniedzot 30–40 gadu vecumu; 3) vērojama ražības samazināšanās tādā līmenī, ka krājas diference kļūst negatīva, un atmirušās koksnes apjoms audzē pārsniedz dzīvās koksnes pieaugumu.

Saskaņā ar 2002. gadā izstrādātu metodiku un veikto novērtējumu, egļu vienvecuma tīraudzēs pēc 30–40 gadu vecuma sasniegšanas iezīmējas trīs tālākas attīstības scenāriji: perspektīvas audzes, paaugstināta riska audzes un bezperspektīvas audzes. Valsts pētījuma programmas ietvaros tika veikts atkārtots egļu vienvecuma tīraudžu augšanas potenciāla izvērtējums šajās trijās mežaudzēs. Tika noskaidrots, ka desmit gadu laikā ir būtiski mainīties analizēto mežaudžu sadalījums augšanas potenciāla grupās, radikāli samazinoties perspektīvo audžu īpatsvaram un palielinoties bezperspektīvo audžu īpatsvaram. Nozīmīgākais bezperspektīvo audžu īpatsvara palielinājums bija vērojams āreņu un kūdreņu edafiskajās rindās. Austrumlatvijā gan pirmās, gan otrās uzskaites laikā konstatēts zemāks egļu audžu augšanas potenciāls.

Valsts pētījumu programmā noskaidrots, ka koptās audzēs, salīdzinot ar nekoptām līdzīgā vecumā, vidējais caurmērs ir būtiski lielāks; tajās ir lielāks valdaudzes koku īpatsvars. Tajā pašā laikā augošu koku krāja koptajās audzēs 8–10 gadus pēc kopšanas cirtes ir mazāka nekā nekoptajās audzēs. Pēc kopšanas cirtes saglabāto koku caurmēra un krājas papildus pieaugums salīdzinājumā ar kontroles audžu augšanas gaitu ir ievērojami lielāks. Kumulatīvais caurmēra pieaugums ir atkarīgs no audzes vecuma kopšanas brīdī un kopšanas intensitātes, un tas ir no aptuveni 5 mm 5 gadu laikā, ja kopšanas cirtes intensitāte ir 25–45% no krājas, līdz pat 8–17 mm, ja kopšanas cirtes intensitāte ir lielāka par 45% no krājas.

Bezriska apstākļos, atkarībā no meža apsaimniekošanas mērķa, esošās sākotnēji pārbiezinātās egļu audzes, būtu apsaimniekojamas, veicot to kopšanu. Tomēr faktiskā saimnieciskā darbība nenotiek bezriska apstākļos – iepriekšējo pētījumu rezultāti liecina par nozīmīgu vēja bojājumu riska palielināšanos līdz 5 gadiem pēc krājas kopšanas cirtes. Tāpat būtiska ir citu abiotisko un biotisko faktoru ietekme. Analizējot vairāku meža masīvu datus no 1972. līdz 2016. gadam, konstatēts, ka atsevišķās audžu vecuma desmitgadēs

laika periodā starp meža inventarizācijām, audžu, kur valdošā koku suga ir egļe, platība samazinās pat par 5–12%: tās tiek vai nu nocirstas sanitārajās kailcirtēs, vai mainās valdošā koku suga, liecinot par nozīmīgiem egļu audžu bojājumiem. Latvijā egļu audzēs vidēji bojāto koku šķērslaukums ir  $10.4 \pm 1.0\%$  no kokaudzes kopējā šķērslaukuma, un vislielākais bojāto koku īpatsvars ir audzēs no 41 līdz 80 gadu vecumam, un tas ir būtiski lielāks nekā audzēs līdz 20 gadu vecumam.

Secināts, ka sākotnēji pārbiezinātās un savlaicīgi neizkoptās egļu vienvecuma tīraudzēs, pie kādām patlaban pieder liela daļa vidēja vecuma audžu, pašlaik spēkā esošais apsaimniekošanas modelis ar 81 gada cirtmetu uzskatāms par neveiksmīgu un būtu pārskatāms.

Lai izvairītos no augsta bezperspektīvu audžu īpatsvara nākotnē, stādījumi būtu ierīkojami ar zemāku sākotnējo biežumu, turklāt izmantojot selekcionētu reproduktīvo materiālu – no sēkļu plantāciju sēklām izaudzētus stādus vai sējeņus. Tiek attīstītas tehnoloģijas šīs koku sugas veģetatīvai pavairošanai rūpnieciskos apjomos, nodrošinot iespējami efektīvu selekcijas rezultātu pārnesi uz meža audzēšanu.

Pētījuma ietvaros analizēta ļoti zema biežuma (stādīšanas attālums  $5 \times 5$  m) egles klonu stādījumu augšana un tīrā tagadnes vērtība. Šādā stādījumā koki sasniedz mērķa caurmēru (31 cm)  $42 \pm 0.9$  gadus. Stādījuma taksācijas dati saskan ar kopējo augšanas tendenci zema biežuma egļu audzēs, kas iegūstama no Meža statistiskās inventarizācijas datiem, un tos var prognozēt, izmantojot LVMI Silava izstrādātos augšanas gaitas modeļus. Genotipam (klonam) ir statistiski būtiska ietekme uz koku pieaugumu (vidējo gadskārtu platumu), kā arī resnākā zara līdz 2 m augstumam resnumu un vainaga sākuma augstumu. Koksnes blīvums atbilst tās izmantošanai būvmateriālu ražošanā. Tīrā tagadnes vērtība stādījumam, kas ierīkots ar tik zemu biežumu, līdzīga kā stādījumam ar sākotnējo biežumu  $1 \times 3$  m, pārsniedz vidēji mežaudzēs konstatēto. Rekomendējams samazināt šobrīd noteikto stādīšanas biežumu, optimālo tā vērtību aprēķinot, izmantojot izstrādātos augšanas gaitas modeļus un ņemot vērā meža audzēšanas riskus.

Vērtējot audžu ģenētisko kompozīciju ar 14 kodola DNS mikrosatelītu marķieriem Valsts pētījumu programmas ietvaros, konstatēts, ka augstāka ģenētiskā daudzveidība (Šenona daudzveidības indekss 1.78 – 1.86) ir egļu sēkļu plantāciju pēcnācējiem, (atkarīga no sēkļu ražas ievākšanas gada), nevis mežaudžu pēcnācējiem. Ģenētiskā daudzveidība bezperspektīvajās un perspektīvajās vienvecuma egļu audzēs neatšķirās. Novērotā heterozigotāte ( $H_o$ ) tajās vienāda – 0.55. Molekulārās variācijas analīze (AMOVA) liecina, ka lielākā daļā no daudzveidības konstatējama starp indivīdiem audzes ietvaros, un tikai 3% variācija starp audzēm ( $p < 0.001$ ). Variācija starp analizējamām audzēm nav saistīta ar to dažādo vitalitāti, bet gan ar to reģionālo izvietojumu.

Valsts pētījumu programmas rezultātā sagatavotas rekomendācijas normatīvo aktu un meža apsaimniekošanas prakses izmaiņām, lai nodrošinātu augstākās ekonomiskās vērtības iegūšanu no esošajām egļu audzēm, kā arī mazinātu to audzēšanas riskus nākotnē.

## ATMIRUŠĀS KOKSNES NOVĒRTĒJUMS DAŽĀDOS MEŽOS ZEMGALĒ, LATVIJĀ

*Līga Liepa, Inga Straupe*

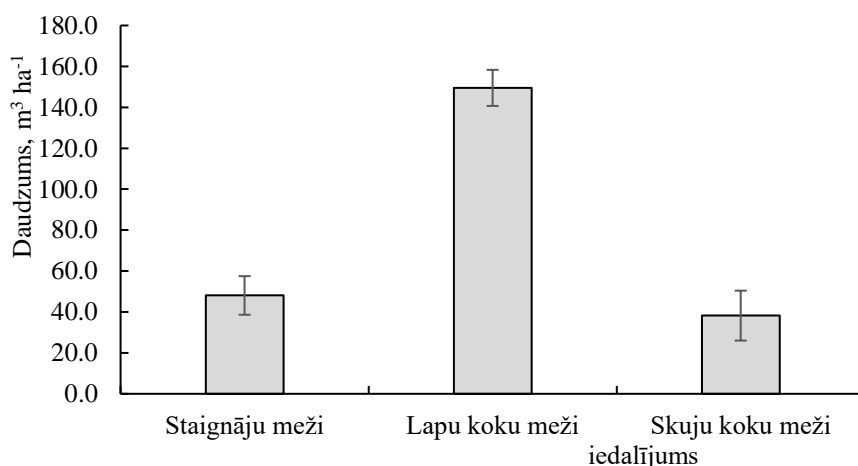
Latvijas Lauksaimniecības universitāte

liga.liepa@llu.lv

Atmirusī koksne ir viena no svarīgākajiem bioloģiskās daudzveidības elementiem mežā, jo apmēram 20–25% sugu klātesamība ir saistīta ar atmirušo koksni. Organismiem ir nepieciešama dažādu koku sugu, veidu un dimensiju atmirusī koksne, turklāt atšķirīgās sadalīšanās pakāpēs. Īpaši reto un aizsargājamo sugu daudzveidības saglabāšanai Eiropā nepieciešams vismaz 20–30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> atmirušās koksnes (Müller, Büttler, 2010). Pētījuma mērķis bija novērtēt atmirušās koksnes daudzveidību dabiskajos meža biotopos Zemgalē, Ozolnieku, Jelgavas un Tērvetes novadā.

Kopumā pieaugušās melnalkšņu staignāju, lapu koku un skuju koku audzēs, kas atbilst dabiskā meža biotopa kritērijiem, ierīkoti 18 parauglaukumi (20 m × 50 m), un tajos uzskaitīti sausokņi, stubeņi un kritālas (sākot no caurmēra ≥ 6 cm). Noteikta koku suga, atmirušās koksnes veids un sadalīšanās pakāpe (I, II, III, IV un V) pēc Stoklanda (Stokland, 2001). Sausokņiem un stubeņiem uzņēmēts caurmērs ar dastmēru 1.3 m augstumā no sakņu kakla un noteikts augstums, kritālām – caurmērs un garums.

Atmirušo koksni pa koku sugām attiecīgi veido: staignāju mežos – melnalksnis *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. un parastā egle *Picea abies* (L.) H. Karst., lapu koku mežos – parastā apse *Populus tremula* L. un parastais osis *Fraxinus excelsior* L., skuju koku mežos – parastā egle, āra bērzs *Betula pendula* Roth un parastā priede *Pinus sylvestris* L. Konstatēts šāds atmirušās koksnes daudzums: staignāju mežos – 48.1 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, lapu koku mežos – 149.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, bet skuju koku mežos – 38.2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (1. att.).



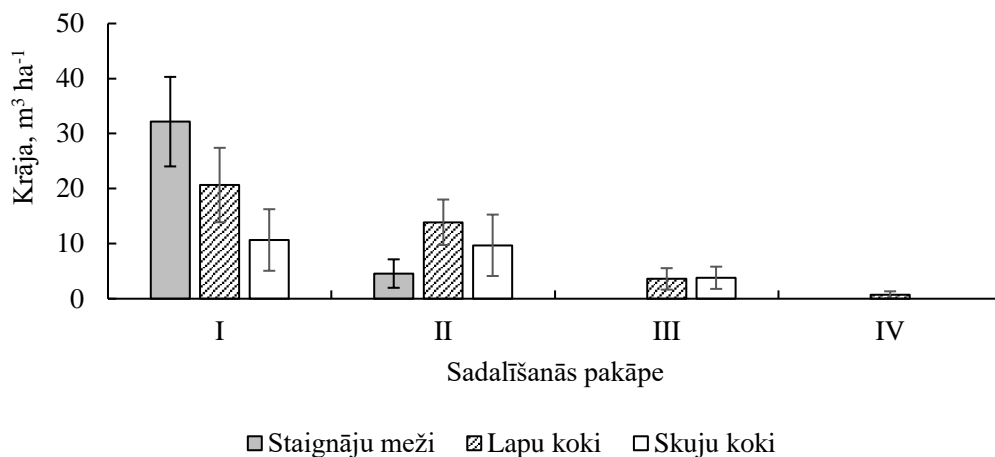
1. att. Atmirušās koksnes daudzums mežos Zemgalē.

Pēc Meža resursu monitoringa datiem Latvijā 2010. gadā vidēji bija 17.7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> atmirušās koksnes, bet 2014. gadā – 23.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Meža nozares ..., 1990.–2013.).

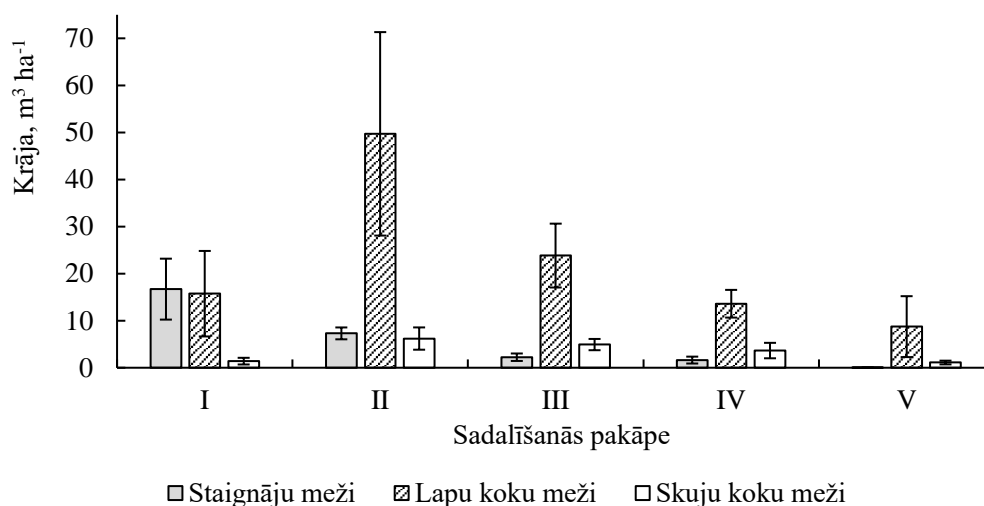
Lapu koku un staignāju mežos dominē mazu dimensiju atmirusī koksne (caurmērā līdz 20 cm), bet skuju koku mežos – arī vidējas dimensijas koksne (caurmērā līdz 30 cm). Jauni atmiruši koki ar mazām dimensijām liecina, ka tie ir daļēji dabiski meži (Bobiec *et al.*, 2005). Salīdzinoši maz mežos sastopama lielu dimensiju atmirusī koksne (caurmērā lielāka par 30 cm). Pēc citu zinātnieku pētījumiem sausieņu mežos par bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu uzskata atmirušo koksni, kuras diametrs pārsniedz 25 cm (Auniņš, 2013).

Visos mežos pārsvarā sastopami sausokņi un stubeņi I un II sadalīšanās pakāpē, kas liecina, ka tie veidojušies nesēn (2. att.). Staignāju mežos vidējais sausokņu un stubeņu skaits ir ievērojami lielāks, un to veido parastā egle. Pārmitrie apstākļi veicina parastās egles atmiršanu, kas šādos mežos parasti aug uz staignājiem raksturīgajiem ciņiem. Sausokņi nākotnē veidos stubeņus, pēc tam – kritālas, tādējādi nodrošinot atmirušās koksnes kontinuitāti nākotnē (Ek *u.c.*, 2002).

Staignāju mežos dominē kritālas I un II sadalīšanās pakāpē, bet lapu koku un skuju koku mežos – II un III sadalīšanās pakāpē (3. att.). Pēc Meža resursu monitoringa 2. cikla datiem Latvijā vidēji uz 1 ha mežā bija 10.8 m<sup>3</sup> kritālu 2010. gadā, bet 14.4 m<sup>3</sup> – 2014. gadā; stāvoša atmirusī koksne 2010. gadā bija 6.9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, bet 9.1 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> – 2014. gadā (Meža nozares ..., 1990.–2013.).



2. att. Vidējais sausokņu un stubeņu daudzums ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) un iedalījums sadalīšanās pakāpēs.



3. att. Vidējais kritālu daudzums ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) un iedalījums sadalīšanās pakāpēs.

Pētījums liecina, ka atmirušās koksnes daudzveidība un daudzums dažādos dabiskajos meža biotopos pārsniedz minimāli nepieciešamo apjomu, kas noteikts kā atbilstošs substrāta pieejamības kritērijam. Turpmāk nepieciešami pētījumi, par to vai atmirušās koksnes apjoms un kontinuitāte dabiskajos meža biotopos spēj nodrošināt sugu populāciju saglabāšanos fragmentācijas, izolācijas un citu ietekmju rezultātā, kā arī par atmirušo koksni saimnieciskos mežos, jo gan dabiskie, gan antropogēnie traucējumi tajos var ievērojami palielināt atmirušās koksnes daudzumu.

#### Izmantotā literatūra

1. Auniņš, A. (2013). *Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata*. 2. papildināts izdevums. A. Auniņa red., Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. Rīga. 320 lpp.
2. Bobiec, A., Gutowski, J.M., Laudenslayer, W.F., Pawlaczyk, P., Zub, K. (2005). *The Afterlife of a Tree*. WWF, Warszawa, 251 p.
3. Ek, T., Suško, U., Auziņš, R. (2002). *Mežaudžu atslēgas biotopu inventarizācija*. Metodika. Rīga. 76 lpp.
4. *Meža nozares novērtējums. 1990.–2013. gads*. Zemkopības ministrija. 28 lpp. [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: [https://www.zm.gov.lv/public/ck/files/ZM/mezhi/politikas\\_doki/1\\_Pielikums\\_MSNP%202020\\_061214.pdf](https://www.zm.gov.lv/public/ck/files/ZM/mezhi/politikas_doki/1_Pielikums_MSNP%202020_061214.pdf)
5. Müller, J., Bütler, R. (2010). A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research*, No. 129, pp. 981–992.
6. Stokland, J. (2001). The coarse woody debris profile; an archive of recent forest history and an important biodiversity indicator. *Ecological Bulletins*, Vol. 49, issue 49, pp. 71–83.

## OGLEKĻA AKUMULĀCIJA VIRSZEMES UN SAKŅU BIOMASĀ BALTALKŠŅA GĀRŠĀ

*Olga Miezīte, Imants Liepa, Jeļena Rūba*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

olga.miezite@llu.lv

Eiropas mērenā klimata joslā katrs hektārs meža uzkrāj ap 110 t organiskā oglekļa (Daugaviete u. c., 2008). Kokaugu ražotās biomasas apjoms ir atkarīgs no koksnes blīvuma (Miezīte, 2008). Baltalkšnis (*Alnus incana* (L.) Moench) ir ātraudzīgs, tam ir raksturīga intensīva fotosintēze un CO<sub>2</sub> piesaiste kokaugu biomasai un augsnei (Liepa, Gaitnieks, 2002). Pēc Valsts meža dienesta ziņām baltalkšnis Latvijā aizņem 209018 ha no kopējās mežu platības (Valsts meža dienesta 2016. g. dati). Baltalkšnis ir viena no pioniersugām, kura iekaro aizlaistās lauksaimniecības platības un ieņem nozīmīgu vietu siltumnīcefekta gāzu (SEG) ierobežošanas pasākumu klāstā.

Pētījuma mērķis ir noskaidrot 15-gadīgas baltalkšņa gāršas (*Aegopodiosa*) neoptas audzes C (oglekļa) akumulācijas apjomu virszemes un sakņu biomasā. Empīriskie dati ievākti Jelgavas novada 15-gadīgā baltalkšņa gāršas II bonitātes audzē, kas izveidojusies, aizaugot lauksaimniecībā neizmantotai platībai. Audzes dendrometrisko rādītāju aprēķināšanai izmantota 6 koku parauglūkumu metode (Kramer, Akca, 1982; Miezīte, 2008). Koksnes blīvuma noteikšanai izmantots ISO 3131 (1975) standarts un koksnes mitruma noteikšanai – EN 13183-1 (2002) standarts. Audzes dendrometriskie rādītāji ir šādi: vidējais stumbra caurmērs 1.3 m augstumā no koka sakņu kakla – 6.7±0.18 cm, savukārt augstums – 9.5±0.14 m. Audzes vidējā koka stumbra tilpums ir 0.0363 ± 0.00673 m<sup>3</sup> (Liepa, 1996), šķērsslāukums ir 21.8±2.4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Audzes krāja ir 116.5±2.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Dabiski mitras baltalkšņa koksnes vidējais blīvums no katra stumbra četros dažādos augstumos izzāģētām ripām ir 798±3.2 kg m<sup>-3</sup>, relatīvais mitrums ir 51.6±0.13%, kas parāda ūdens daudzuma īpatsvaru tikko cirstā koksnē. Absolūti sausas baltalkšņa koksnes vidējais blīvums ir 449±2.2 kg m<sup>-3</sup>.

Baltalkšņa virszemes un zemzemes frakciju biomasas aprēķinātas pēc paraugkoku metodes. Izraudzītie 7 koki tika nozāģēti. Pēc nozāģēšanas paraugkoki sadalīti frakcijās – stumbrs, zari un lapas, un katra frakcija - nosvērta. Celma sastāvā ieskaitītas virszemes un augsnē (atsevišķās saknēs nediferencētā daļa) esošās daļas. Katra paraugkoka sakņu sistēma tika izsekota individuāli. Visu frakciju sausas masas (SM) noteikšanai no katra paraugkoka paraugi ņemti 3 atkārtojumos un laboratorijā žāvēti 80 °C līdz nemainīgai masai. Svaigās biomasas (SB) svēršanas rezultāti atspoguļoti 1. tabulā.

1. tabula

**Paraugkoku dimensiju un frakciju svaigā biomasa (SB)**

PL Nr.	d, cm	h, m	V, m <sup>3</sup>	Visa koka biomasa, kg	Stumbrs, kg	Zaļo zaru masa, kg	Lapu masa, kg	Celma masa, kg	Sakņu masa, kg
4	4.5	8.0	0.0072	10.14	6.56	0.42	0.18	0.60	2.38
3	4.7	8.4	0.0082	11.50	7.04	1.94	0.36	1.08	1.08
6	6.0	11.0	0.0165	22.84	13.90	2.80	0.70	1.04	4.40
7	7.0	12.4	0.0245	29.16	20.16	2.68	0.80	1.72	3.80
5	7.9	11.9	0.0300	40.48	26.09	4.63	1.42	2.52	5.82
2	9.0	11.9	0.0386	46.95	31.36	5.20	2.06	2.86	5.47
1	9.3	12.3	0.0423	56.37	35.30	6.90	2.80	4.68	6.69
$\bar{x}$	6.9	11.0	0.0217	31.06	20.06	3.51	1.19	2.07	4.23
SE	0.73	0.70	0.0053	6.68	4.33	0.83	0.36	0.53	0.75

Piezīme:  $\bar{x}$  – vidējais; SE – standartklūda.

Empīriskie dati par sauso biomasu apkopoti 2. tabulā. Sakarā ar empīrisko datu ieguves lielo darba un laika ietilpību paraugkoku skaits ir minimāls – tikai 7. Lai gan tie vienmērīgi pārstāv visu pētītās audzes caurmēra intervālu un datu matemātiskajā apstrādē lietota regresijas analīze, taču, ņemot vērā šo datu izšķirošo nozīmi pārejas koeficientu noteikšanā, tika veikta paraugkoku kopas reprezentativitātes pārbaude. Tā īstenota, salīdzinot paraugkoku (turpmāk PK) un visu uzņēmto koku kopu parauglūkuma (turpmāk PL) vidējos koku rādītājus. Salīdzināšanas rezultāti: augstums – PL h = 9.6 m, PK h = 9.8 m; caurmērs 1.3 m augstumā virs sakņu kakla – PL d = 6.7 cm, PK d = 6.9 cm; stumbra tilpums – PL v = 0.02002 m<sup>3</sup>, PK v = 0.01966 m<sup>3</sup>. Starpības visos gadījumos ir mazākas par 3%, kas liecina par paraugkoku kopas augstu reprezentativitāti, citiem vārdiem, pieļaujāmību pārejas koeficientu aprēķināšanai. Pārejas koeficientu vērtības aprēķinātas kā svaigajai SB, tā sausajai SM (3. tab.), un ir izmantojamas baltalkšņa minēto frakciju biomasas aprēķiniem. Lai iegūtu frakciju biomasu tonnās, attiecīgās pārejas koeficientu vērtības jāpareizina ar stumbra tilpumu vai audzes krāju, izteiktu m<sup>3</sup>.

2. tabula

**Paraugkoku (PK) frakciju sausā biomasa (SM)**

PK Nr.	Visa koka biomasa, kg	Stumbrs, kg	Zaļo zaru masa, kg	Lapu masa, kg	Celma masa, kg	Sakņu masa, kg
4	4.92	3.2	0.2	0.06	0.29	1.17
3	5.47	3.4	0.9	0.11	0.53	0.53
6	10.98	6.8	1.3	0.22	0.51	2.16
7	14.15	9.9	1.3	0.25	0.84	1.86
5	19.53	12.8	2.2	0.44	1.23	2.85
2	22.62	15.4	2.5	0.64	1.4	2.68
1	27.04	17.3	3.3	0.87	2.29	3.28
$\bar{x}$	14.96	9.83	1.67	0.37	1.01	2.08
SE	0.37	0.73	2.13	0.40	0.11	0.26

Piemēram, lai uzzinātu, cik liela ir pētītās gāršas audzes svaigā zaru masa,  $SB = V \cdot c_z = 116.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \cdot 0.1468 \text{ t m}^{-3} = 17.1 \text{ t ha}^{-1}$ . SB un SM pārejas koeficienti aprēķināti kā vidējās svērtās vērtības.

3. tabula

**Aprēķinu parametri par pētīto gāršas baltalkšņa audzi**

Parametrs	Biomasa frakcija				
	stumbrs	zari	lapas	celms	saknes
Svaigas biomasas SB pārejas koeficients $c_i$ , $\text{t m}^{-3}$	0.8388	0.1618	0.0469	0.0872	0.1873
Audzes svaigā biomasa, $\text{t ha}^{-1}$	97.7	17.1	5.5	10.2	21.8
SB frakciju īpatsvars, %	64.2	11.2	3.6	6.7	14.3
Sausas biomasas SM pārejas koeficients $c_{ai}$ , $\text{t m}^{-3}$	0.4110	0.0697	0.0146	0.0426	0.0919
Audzes sausā biomasa, $\text{t ha}^{-1}$	47.9	8.1	1.7	5.0	10.7
SM frakciju īpatsvars, %	65.3	11.1	2.3	6.8	14.6
Oglekļa īpatsvars sausajā biomasā SM	0.503	0.503	0.525	0.503	0.503
Akumulētais ogleklis C, $\text{t ha}^{-1}$	24.1	4.1	0.9	2.5	5.4
Akumulētais ogleklis C, $\text{t m}^{-3}$	0.2067	0.0351	0.0077	0.0214	0.0462
Piesaisītais $\text{CO}_2$ , $\text{t ha}^{-1}$	88.3	15.0	3.3	9.2	19.7
Oglekļa pārejas koeficienti $cc_i$ , $\text{t m}^{-3}$	0.2067	0.0351	0.0077	0.0214	0.0462

Absolūti sausas baltalkšņa koksnes blīvums ir  $411.0 \pm 2.2 \text{ kg m}^{-3}$ , relatīvais koksnes mitrums –  $51.6 \pm 0.13\%$ . Noteikti baltalkšņa frakciju (stumbrs, zari, lapas, celms, saknes) svaigās un līdz nemainīgai masai žāvētās sausās biomasas pārejas koeficienti  $c_i$  un  $c_{ai}$ , kā arī C pārejas koeficienti  $cc_i$  (i-tās frakcijas masas attiecība pret koka stumbra tilpumu), kas izteikti  $\text{t m}^{-3}$  (3. tab.). Noskaidrots, ka pētītās baltalkšņa gāršas absolūti sausa biomasa ir  $73.4 \text{ t ha}^{-1}$ , tai skaitā stumbri – 65.3%, zari – 11.1%, lapas – 2.3%, celmi – 6.8% un saknes – 14.6%. Kopumā 15-gadīgā baltalkšņa audze akumulējusi oglekli  $36.9 \text{ t ha}^{-1}$ , piesaistot  $\text{CO}_2$   $135.5 \text{ t ha}^{-1}$ .

**Izmantotā literatūra**

1. Daugaviete, M., Gaitnieks, T., Kļaviņa, D., Teliševa, G. (2008). Oglekļa akumulācija virszemes un sakņu biomasā priedes, egles un bērza stādījumos lauksaimniecības zemēs. *Mežzinātne*, Nr. 18(51), 35.–52. lpp.
2. EN 13183 – 1. *Moisture Content of a Piece of Sawn Timber – Part 1: Determination by Oven Dry Method* (2002). European Committee for Standardization, Brussels, 5 p.
3. ISO 3131. *Wood – Determination of Density for Physical and Mechanical Tests* (1975). International Organization for Standardization, Switzerland, 21 p.
4. Kramer, H., Akca, A. (1982). *Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur*. J.D. Sauerlander's Verlag, Frankfurt am Main, 287 S.
5. Liepa, I. (1996). *Pieauguma mācība*. LLU. Jelgava. 123 lpp.
6. Liepa, I., Gaitnieks, T. (2002). Afforestation of abandoned agricultural land and *Alnus incana* L. (Moench.). In: *Scientific Aspects of Organic Farming. Proceedings of the Conference*, March 21-22, Jelgava, Latvia, pp. 58–62.
7. Miezīte, O. (2008). *Baltalkšņa audžu ražība un struktūra*: promocijas darbs Dr. silv. zinātniskā grāda ieguvei. LLU. Jelgava. 127 lpp.

## PAAUGAS SAGLABĀŠANĀS DAMAKSNĪ PĒC IZLASES CIRTES

*Olga Miezīte, Jeļena Rūba, Edgars Dubrovskis, Imants Liepa, Valters Vēriņš*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

olga.miezite@llu.lv

No galvenās cirtes veidiem izlases cirtes ir pazīstamas un pielietotas praksē jau tālā pagātnē, taču Latvijā tās nav ieguvušas pietiekami lielu popularitāti ne valsts, ne arī privāto meža īpašnieku sektorā. Mūsdienās tiek atzītas un plašāk pielietotas kailcirtes, kurās mežs tiek nocirsts vienā ciršanas paņēmienā. Nocērtot mežu kailcirtē, dabiski izveidojušās mežaudzes robežas bieži vien tiek izjauktas un tā vietā meža masīva struktūrā spilgti iezīmējas jaunas nogabala robežas, kas tiek pārmantotas tālākā nākotnē (Lūkins, Nikodemus, 2011). Izlases cirtes ir jācenšas izpētīt vairāk, nekā tas darīts līdz šim, jo tās nākotnē var tikt pielietotas arvien plašāk nekā mūsdienās. Latvijā visā valstī 2017. gadā galvenajā cirtē nocirstā platība veido 41 169.08 ha, tai skaitā izlases cirtē – 5733.33 ha jeb 13.9% (Pārskats par koku ciršanu, 2017).

Mežs kā ekosistēma ir attīstījies ilgas evolūcijas gaitā, ciešā saistībā ar dažādiem dabas apstākļiem, kam pielāgojušās dažādas meža ekosistēmas. Lai mežsaimnieciskie pasākumi būtu veiksmīgi, tie ir jāaskaņo un jāpielāgo dabiskajiem apstākļiem un ekosistēmas dabiskajām uzbūves un dinamikas īpatnībām (Bušs, 1989). Šādi tiek nodrošināta mežaudžu lielāka noturība pret vējgāzēm, jo vējam tāda tipa audzēs nav kur ieskrieties, kā arī nodrošināta lielāka izturība pret kaitēkļiem un slimībām, kas nereti apdraud konkrētu koku sugu noteiktā vecumā. Pētījuma mērķis izanalizēt paaugas saglabāšanos parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) un parastās egles (*Picea abies* (L.) H. Karst.) mistraudzēs pēc izlases cirtes.

Empīriskie dati ievākti parastās priedes (P) un parastās egles (E) divās mistraudzēs damaksnī Vidzemes reģionā (2.2 ha platībā ar koku sugu sastāvu 7E3P<sub>144</sub> un 10.9 ha – 5P5E<sub>104</sub>), kurās veikta vienkāršs izlases cirte.

Pagaidu parauglaukumi (turpmāk PL) ierīkoti izraudzītās mežaudzēs divu veidu; taisnstūrveida PL 20×25 m un apļveida PL ar rādiusu 2.82 m. Lielie pagaidu PL ierīkoti (pa abām audzēm kopā 12) meža nogabala raksturīgākās vietās (koku caurmērs noteikts visiem PL esošiem kokiem un augstums – 30 kokiem katrā nogabalā un katrai koku sugai pirms cirtes un pēc). Izmantojot PL mērījumus, audžu dendrometriskie rādītāji aprēķināti (Liepa, 1996) pirms (audzes vidējā caurmēra, augstuma, vidējā koka šķērslaukuma, vidējā koka tilpuma, audzes šķērslaukuma un krājas) un pēc izlases cirtes (audzes paliekošā šķērslaukuma un krājas), kā arī tika noteikta izlases cirtes intensitāte. Savukārt 216 apļveida PL ierīkoti uz mežaudzes garākās diagonāles paaugas koku uzskaitē un to augstuma mērījumu veikšanai (skujkoki sākot no 0.1 m augstuma un lapkoki – no 0.2 m), kā arī sanitārā stāvokļa izvērtēšanai pirms un pēc izlases cirtes. Paaugas augstuma mērīšanai izmantota 5 m gara metāla mērlente (mērīšanas precizitāte ±1 cm). Koku sanitārais stāvoklis noteikts (Miezīte *et al.*, 2013, Rūba *et al.*, 2014) katrā parauglaukumā, kā arī nocērtot vienu paaugas koku, to vizuāli izvērtējot, sakņu trapes esamības konstatēšanai sakņu kakla līmenī.

Izlases cirtes pirmajā paņēmienā izcirsti kalstošie un kukaiņu inficētie koki, kā arī egles reljefa iepaklās, kur tās var izgāzt vējš, un koki, kuri noēno parastās egles paaugu, kā arī zemākās augšanas (Krafta) klases egles. Mistraudžu dendrometriskie rādītāji aprēķināti un apkopoti pirms un pēc izlases cirtes (tab.).

Tabula

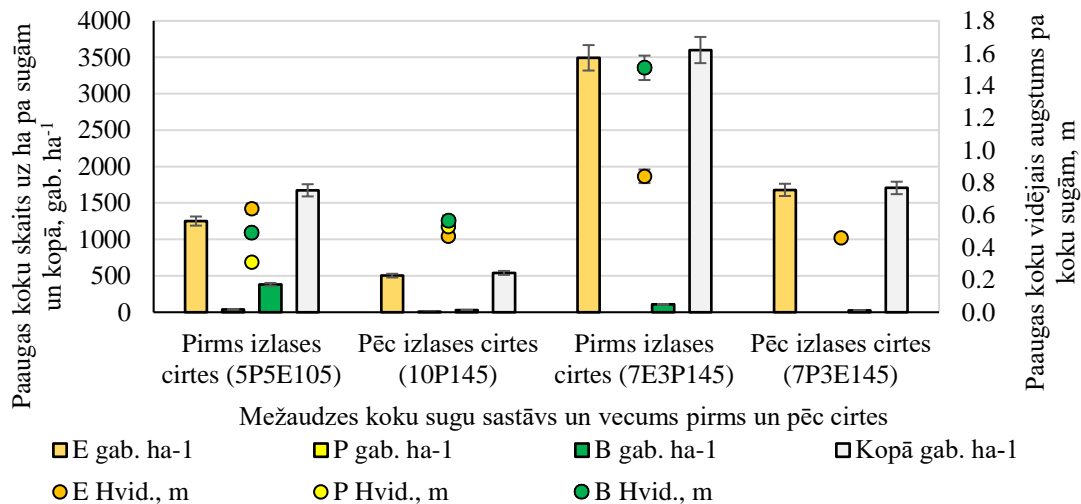
**Parastās priedes un parastās egles mistraudžu dendrometriskie rādītāji pirms un pēc izlases cirtes**

Pirms / pēc cirtes koku sugu sastāvs, vecums	Pirms cirtes				Pirms / pēc cirtes		I, %
	D <sub>vid.</sub> , cm	H <sub>vid.</sub> , m	g <sub>vid.</sub> , m <sup>2</sup>	v <sub>vid.</sub> , m <sup>3</sup>	G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	V, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	
5P5E <sub>105</sub> / 10P <sub>105</sub>	28.3± 0.92	22.8± 0.67	0.0630± 0.00416	0.7184± 0.00623	37.2 / 17.4	427 / 220	48.5
7E3P <sub>145</sub> / 8P2E <sub>145</sub>	32.3± 1.43	25.1± 0.62	0.0823± 0.00752	1.0779± 0.01548	49.3 / 23.2	631 / 306	51.5

Piezīme: D<sub>vid.</sub> – vidējā koka caurmērs±standartklūda; H<sub>vid.</sub> – vidējā koka augstums±standartklūda; g<sub>vid.</sub> – vidējā koka šķērslaukums±standartklūda; v<sub>vid.</sub> – vidējā koka stumbra tilpums±standartklūda; G – audzes šķērslaukums; V – mežaudzes krāja; I – ciršanas intensitāte, %.

Kopējais paaugas koku skaits uz ha pirms cirtes priedes un egles (5P5E<sub>105</sub>) damakšņa mistraudzē bija 1674 koki (egle, priede, bērzs), kas ir gandrīz divreiz mazāk nekā otrajā mistraudzē, savukārt pēc cirtes palikuši vien 540 koki uz ha (egle, priede, bērzs). Pirms izlases cirtes egles un priedes (7E3P<sub>145</sub>) damakšņa mistraudzē kopumā uzskaitīti 3600 paaugas koki uz ha (egle, bērzs), attiecīgi pēc – cirtes 1707 paaugas koki uz ha (tikai egle). Pastāv būtiskas atšķirības starp paaugas koku saglabāšanos un koku sugām pēc izlases cirtes (p=0.03).





Att. Paaugas koku skaits damakšņa mistraudzēs pirms un pēc vienlaidus izlases cirtes un paaugas koku vidējais augstums.

Mistraudžu platībās kā pirms, tā pēc cirtes paaugas koku izvietojums ir nevienmērīgs. Priedes un egles (5P5E<sub>105</sub>) damakšņa mistraudzē pirms izlases cirtes 11% gadījumu ierīkotajos PL, paauga netika konstatēta, bet pēc cirtes – 42% gadījumu. Egles un priedes damakšņa mistraudzē (7E3P<sub>145</sub>) ierīkotajos parauglaukumos, pirms izlases cirtes, paauga netika konstatēta 7% gadījumu, bet pēc cirtes – 20% gadījumu. Paaugas zudumi mežizstrādes procesā ir nozīmīgi. Priedes (5P5E<sub>105</sub>) mistraudzē tie kopumā veido 68%, bet egles (7E3P<sub>145</sub>) mistraudzē – 53%. Priedes (5P5E<sub>105</sub>) mistraudzē bērzs paaugā ir atstājams, jo atrodas biogrupās un netraucēs priedes augšanu.

Priedes un egles mistraudzē (5P5E<sub>105</sub>) egles paaugas koku vidējais augstums pirms izlases cirtes ir  $0.64 \pm 0.038$  m, bet pēc cirtes tas ir samazinājies līdz  $0.47 \pm 0.032$  m, bērza – pirms izlases cirtes ir  $0.49 \pm 0.038$  m un pēc izlases cirtes – palielinājies līdz  $0.57 \pm 0.181$  m. Priedes paaugas koku vidējais augstums pirms izlases cirtes konstatēts  $0.31 \pm 0.055$  m, pēc izlases cirtes – palielinājies līdz  $0.53 \pm 0.182$ . Egles paaugas koku vidējā augstuma samazināšanās pēc izlases cirtes skaidrojama ar to, ka mežizstrādes procesā augstākie koki ir gājuši bojā vairāk nekā zemākie. Paaugas koku vidējais augstums ir palielinājies priedei un bērzam. Egles un priedes mistraudzē (7E3P<sub>145</sub>) egles paaugas koku vidējais augstums pirms izlases cirtes konstatēts  $0.84 \pm 0.073$  m, turpretī pēc izlases cirtes tas samazinājies līdz  $0.46 \pm 0.029$  m. Bērza paaugas koku vidējais augstums pirms izlases cirtes konstatēts  $1.51 \pm 0.59$  m, savukārt pēc izlases cirtes bērza un priedes paaugas koki netika konstatēti – tie gājuši bojā mežizstrādes laikā.

Pastāv būtiskas atšķirības starp sugām uz paaugas koku saglabāšanos pēc izlases cirtes ( $p=0.03$ ), priedes (5P5E<sub>105</sub>) mistraudzē tie kopumā konstatēti 32% (E – 2/5, P – 1/5, B – 1/10), bet egles (7E3P<sub>145</sub>) mistraudzē – 47% (konstatēta tikai E – 1/2). Parastās priedes un parastās egles damakšņa mistraudzē sakņu trupe paaugas kokiem nav konstatēta, savukārt parastās egles un parastās priedes mistraudzē tā konstatēta 33% gadījumu.

### Izmantotā literatūra

1. Bušs, K. (1989). *Meža ekosistēmas*. Rīga: Zinātne. 63 lpp.
2. Liepa, I. (1996). *Pieauguma mācība*. LLU. Jelgava. 123 lpp.
3. Lūkins, M., Nikodemus, O. (2011). Meža masīva struktūras maiņa 20. gs. pauguraines ainavā Vidzemē. *Latvijas Universitātes Raksti, Zemes un vides zinātnes*, Nr. 762, 7.–25. lpp.
4. Miezīte, O., Okmanis, M., Indriksons, A., Ruba, J., Polmanis, K., Freimane, L. (2013). Assessment of sanitary conditions in stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) damaged by spruce bud scale (*Physokermes piceae* Schrnk.). *iForest*, No. 6, pp. 73–78.
5. *Pārskats par koku ciršanu 2017. gadā*: VMD Statistikas pārskati. [Tiešsaiste] [skatīts 15.04.2018.]. Pieejams: <http://www.vmd.gov.lv/valsts-meza-dienests/statiskas-lapas/publikacijas-un-statistika/meza-statistikas-cd?nid=1809#jump>.
6. Ruba, J., Miezīte, O., Luguza, S. (2014). Biotic and anthropogenic risk factors in Norway spruce mixed stands management. In: *Proceedings of Annual 20th International Scientific Conference Research for Rural Development –2014*, May 21–23, Jelgava, Latvia, Volume 2, pp. 42–49.

## VĒŽA IZPLATĪBA PARASTĀ OŠĀ *FRAXINUS EXCELSIOR* L. AUDZĒS

*Olga Miezīte, Edgars Dubrovskis, Jeļena Rūba, Imants Liepa*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

olga.miezite@llu.lv

Latvijā cieto lapkoku mežaudzes kalpo galvenokārt rekreatīviem mērķiem un bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanai. Parastā oša (*Fraxinus excelsior*) audzes 2016. gadā aizņēma 13036 ha. Uz parastā oša sastopama sēne – *Neonectria ditissima* (Tul. and C. Tul.) Samuels & Rossman. Šī sēne inficē dažādas lapkoku sugas, tai skaitā arī parasto osi. Inficētam kokam sēņotne iesākumā iespiežas kambijā un aplievas ārējā daļā, izraisot audu atmiršanu. Sēne kairina apkārtējo dzīvo audu šūnas, rezultātā tās pastiprināti aug, izveidojot ap inficēto vietu vaļņveida audu uzblīdumu. Katru gadu rēta palielinās, aptverot arvien lielāku stumbra apkārtmēra daļu. Rētas vidusdaļā miza pakāpeniski atmirst un nolobās, atsedzot koksni. Visās pētāmajās audzēs konstatētas ne tikai vēža brūces, bet arī raibā oša lūksngrauža (*Hylesinus fraxini* Panzer) bojājumi. *H. fraxini* ir postīgs, kā jauniem, tā veciem ošiem (Miezīte, 2015), sākot ar vainagu un zariem, un ar laiku invadē pa visu stumbru (Křístek, Urban, 2013). Ja audze cieš no mizgraužu invāzijas, negatīvā ietekme var izpausties kā atsevišķu koku bojāeja (Knížek, Modlinger, 2013). Latvijā mizgrauzis bieži sastopams mežaudzēs, kur audžu koku sastāvā ir parastais osis. Raibais ošu lūksngrauzis izplata arī ošu bakteriālo vēzi, kurš savā organismā pārnēsā vēža baktērijas; bojājot mizu, šīs baktērijas iekļūst stumbūrā. Kukaiņu, sēņu un baktēriju bojājumi ietekmē meža apsaimniekošanu oša audzēs. Šī pētījuma mērķis ir izanalizēt vēža brūču izplatību un attīstību uz parastā oša stumbra vidēja un briestaudzes vecuma audzēs.

Pētījums veikts parastā oša tīraudzēs un mistraudzēs (ar piemistrojumu līdz 30%), izraugoties audzes vidējā vecumā (44 un 47 gadi) un briestaudzes (66 un 67 gadi) ar audzes biežību 0.7. Datu ievākšanai ierīkoti 16 parauglaukumi (katrs 500 m<sup>2</sup> platībā) Zemgalē. Vēža brūču uzskaitē uz parastā oša stumbra sagrupēta četrās grupās: pirmā – uz koka stumbra viens bojājums, otrā – 2-3, trešā – 4-5 un ceturta – vairāk par 5 bojājumiem. Vēža bojātiem kokiem noteikta augšanas (Krafta) klase. Koku skaita sadalījums koku augšanas klasēs atspoguļo koku diferencēšanos pētītajās *F. excelsior* audzēs. Koku diferencēšanos izraisa dažādi abiotiskie, biotiskie un antropogēnie faktori. No biotiskiem faktoriem konstatēti sēņu, baktēriju un kukaiņu bojājumi parastā oša tīraudzēs un mistraudzēs, kas ietekmējuši koku augšanu. Vēl viens ļoti nozīmīgs ošu audžu veselību un kvalitāti ietekmējošs faktors ir sala plaisas (Laiviņš *et al.*, 2005), kuras konstatētas bojātiem kokiem.

Atkarībā no vēža brūces vai brūču izplatības un attīstības uz oša stumbra izdalītas trīs bojājuma pakāpes: pirmā bojājuma pakāpe – redzamas nelielas brūces krokotu plaisiņu veidā uz mizas (att. A); otrā bojājuma pakāpe – neliels audu uzvalnējums uz parastā oša stumbra mizas, skarot arī dažas gadskārtas (att. B); trešā pakāpe – koka stumbrs tiek deformēts (att. C). Ja uz stumbra lejasdaļas (2/3 no stumbra garuma) konstatētas 5 un vairāk otrās bojājuma pakāpes vēža brūces, tad koks pieskaitīts pie 3. bojājuma pakāpes.



A



B



C

Att. Vēža bojātie *Fraxinus excelsior* stumbri:

A – 1. bojājuma pakāpe; B – 2. bojājuma pakāpe un C – 3. bojājuma pakāpe.

Starp bojāto koku skaitu otrajā un trešajā koku augšanas klasē pastāv cieša pozitīva korelācija ( $r=0.861$ ), attiecīgi starp bojāto koku skaitu otrajā un ceturtajā klasē – negatīva vidēji cieša ( $r=-0.618$ ); otrajā un piektajā – ļoti vāja pozitīva ( $r=0.104$ ) korelācija. Starp bojāto koku skaitu trešajā un ceturtajā augšanas klasē pastāv negatīva ļoti

vāja korelācija ( $r=-0.161$ ), savukārt trešajā un piektajā – negatīva ļoti vāja korelācija ( $r=-0.248$ ), kā arī starp bojāto koku skaitu ceturtajā un piektajā klasē – negatīva vāja korelācija ( $r=-0.327$ ).

Bojātie koki atrodas tuvu audzes vidējiem augstuma un caurmēra rādītājiem, atsevišķos gadījumos pat virs vidējā caurmēra un augstuma (tab.). *F. excelsior* tīraudzē briestaudzes vecumā (10Os<sub>67</sub>) ar otro bojājumu pakāpi novērtēto koku caurmērs par 0.7 cm un augstumu par 0.3 m augstāks, tāpat arī abās mistraudzēs 7Os3A<sub>44</sub> ar otro (1.1 cm, 0.4 m) un trešo (1.9 cm, 0.7 m) bojājuma pakāpi un 7Os2B1A<sub>66</sub> ar trešo bojājuma pakāpi (1.7 cm, 1.6 m). Tas nozīmē, ka vēzis bojā vidēja un briestaudzes vecuma *F. excelsior* audzēs nevis augšanā atpalikušos kokus, bet resnākos un garākos (valdaudzes koki).

Tabula

***F. excelsior* mežaudžu dendrometriskie rādītāji un to iedalījums pēc vēža bojājumu pakāpēs uz koku stumbra**

Mežaudžu dendrometriskie rādītāji		Koku dendrometriskie rādītāji atkarībā no bojājumu pakāpes				
		koki bez ārējām bojājumu pazīmēm	1. bojājuma pakāpe	2. bojājuma pakāpe	3. bojājuma pakāpe	nokaltušie koki
<b>10Os<sub>47</sub></b>						
D <sub>g</sub> , cm	20.6	25.1	–	20.1	20.4	16.9
H <sub>g</sub> , m	20.0	21.8	–	19.9	20.3	18.1
<b>10Os<sub>67</sub></b>						
D <sub>g</sub> , cm	22.2	22.5	20.5	22.9	20.4	20.5
H <sub>g</sub> , m	18.5	18.6	17.6	18.8	17.5	17.6
<b>7Os3A<sub>44</sub></b>						
D <sub>g</sub> , cm	14.3	14.4	11.8	15.4	16.2	10.6
H <sub>g</sub> , m	16.7	16.7	15.9	17.1	17.4	15.4
<b>7Os2B1A<sub>66</sub></b>						
D <sub>g</sub> , cm	18.2	19.0	–	13.2	19.9	10.9
H <sub>g</sub> , m	20.4	20.9	–	17.3	22.0	17.3

Apzīmējumi: D<sub>g</sub> – audzes vidējā koka caurmērs, kas aprēķināts no vidējā koka šķērslaukuma, cm; H<sub>g</sub> – audzes vidējā koka augstums, m.

Pastāv būtiskas atšķirības starp slimību skarto un neskarto dažādu augšanas klases koku īpatsvaru ( $p<0.01$ ). *H. fraxini* bojājumi konstatēti visās audzēs uz atsevišķiem dzīviem un visiem nokaltušiem kokiem (līdz 4%). Konstatēts liels skaits koku, kuriem uz stumbra ir viena vēža brūce (11–50%), kā arī vairāk par pieciem bojājumiem (13–56%). Visvairāk *F. excelsior* stumbru ar vienu bojājumu konstatēti vidēja vecuma tīraudzē (10Os<sub>47</sub>, 50%) un mistraudzē (7Os3A<sub>44</sub>, 42%), savukārt stipri mazāk briestaudzes vecuma mežaudzēs (10Os<sub>67</sub>, 7Os2B1A<sub>66</sub>, attiecīgi 11 un 25%). Tas nozīmē, ka, jo jaunāka *F. excelsior* mežaudze, jo intensīvāk notiek vēža izplatība uz koku stumbriem. Starp vēža brūču skaitu uz *F. excelsior* koka stumbra un slimību bojāto koku skaitu audzē pastāv būtiska korelācija ( $p=0.013<\alpha=0.05$ ), bet starp audzēm nepastāv ( $p=0.997>\alpha=0.05$ ).

*F. excelsior* kalšanu veicina *H. fraxini* bojājumi, jo neatkarīgi no koku sugu sastāva mežaudzēs uz visiem nokaltušiem kokiem konstatēti *H. fraxini* bojājumi un 5–11% gadījumu kopā ar vēža brūcēm. Vēzis bojā nevis augšanā atpalikušos kokus, bet resnākos un garākos kokus (valdaudzes kokus). Vēža brūces atrodamas uz *F. excelsior* valdaudzes dimensijas nokaltušiem kokiem. Vēža slimības uz *F. excelsior* stumbra turpina attīstīties, it īpaši, vidēja vecumā audzēs.

#### Izmantotā literatūra

- Knížek, M., Modlinger, R. (eds.) (2013). Škodliví činitelé v lesích Česka 2012/2013. In: *Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí*. Průhonice, 11. 04. 2013, Zpravodaj ochrany lesa, 17, 73 p.
- Křístek, J., Urban, J. (2013). *Lesnická entomologie*. Academia, Prague, 445 p.
- Laiviņš, M., Priede, A., Pušpure, I. (2016). Spread of *Hymenoscyphus fraxineus* in Latvia: analysis based on dynamics of young ash stands. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, Vol. 70, Issue 3, pp. 124–130.
- Miezīte, O. (2015). *Meža aizsardzība un apsardzība. Meža entomoloģija*. 1. daļa. AS Latvijas Valsts meži, Jelgava: Studentu biedrība “Šalkone”. 163 lpp.

## PARASTĀS PRIEDES SANITĀRAIS STĀVOKLIS UN DABISKĀ ATJAUNOŠANĀS PĒC SKREJUGUNS MĒTRĀJĀ

*Olga Miezīte, Jeļena Rūba, Lāsma Freimane, Imants Liepa, Edgars Dubrovskis*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

olga.miezite@llu.lv

Meža atjaunošanai pēc ugunsgrēka ir izšķiroša loma dažādās jomās, ieskaitot klimata pārmaiņas, meža izmantošanu un apsaimniekošanu (Senici *et al.*, 2013). Substrātu un ekosistēmu izmaiņas ir atkarīgas no ugunsgrēka intensitātes pakāpes un esošās veģetācijas veida (Adamonytė *et al.*, 2016). Izdegušajam meža platībām būtu jāļauj atjaunoties dabiskā ceļā, bez cilvēka iejaukšanās (Chen *et al.*, 2014). No meža ugunsgrēka 2016. gadā cieta 466.53 ha meža zemes, t.sk. 117.8 ha jaunaudzes. Latvijā vidējā meža ugunsgrēka platība veido 0.62 ha pēdējos 5 gados (Valsts meža dienesta 2016. g. dati). Empīrisku datu ievākšanai ierīkoti 4 parauglaukumi (turpmāk PL) 2 gadus pēc skrejuguns, 4.8 ha izdegušajā meža platībā mētrājā (*Vacciniosa*). Katra ierīkotā PL izmēri ir 20×20 m. Divi PL ierīkoti parastās priedes vidēja vecuma (9P1B<sub>49</sub>, 2.3 ha) un divi – briestaudzes mežaudzē (10P<sub>96</sub>, 2.5 ha). Katrā PL fiksēts koku izvietojums, kā arī visiem kokiem izmērīts caurmērs 1.3 m augstumā virs sakņu kakla, koka augstums un zaļā vainaga sākuma augstums, izvērtēts katra koka sanitārais stāvoklis. Paaugas uzskaitē katrā PL ierīkoti 25 vienu m<sup>2</sup> lieli paaugas uzskaites laukumiņi, kuros uzskaitītas viengadīgas un divgadīgas priedītes. Zemsegas uzskaites laukumiņi ierīkoti lielajos PL (5 katrā) pa diagonāli 1 m<sup>2</sup> platībā, ievākta dabiski mitrā zemsega un nosvērta. Pētījuma mērķis izanalizēt parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) sanitāro stāvokli un dabisko atjaunošanos pēc skrejuguns mētrājā.

Mētrāja augsne – nabadzīga podzolaugsne no smilšaina cilmieža ar visai plānu detrīta slāni, mērķa suga parastā priede. Skrejugunī cietušās vidējā vecuma 3. bonitātes mežaudzes priedes dendrometriskie rādītāji bija šādi: D<sub>g</sub>=18.4 cm, H<sub>g</sub>=15.8 m, g=0.0267 m<sup>2</sup>; audzes vidējā koka tilpums v=0.2044 m<sup>3</sup>; audzes krāja – 76 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> un šķērslaukums – 10.0 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Savukārt 2. bonitātes briestaudzes priedes dendrometriskie rādītāji bija šādi: D<sub>g</sub>=34.0 cm; H<sub>g</sub>=24.3 m; g=0.0907 m<sup>2</sup>; v=0.9783 m<sup>3</sup>; audzes krāja – 325 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> un šķērslaukums – 30.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>.

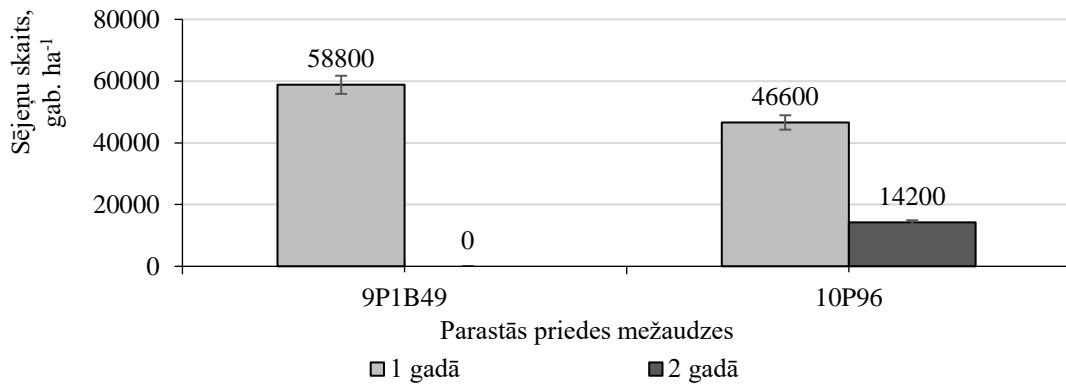
Veicot pētījumus priedes mežaudžu mētrajos, konstatēts, ka skrejuguns rezultātā retais parastā kadiķa (*Juniperus communis* L.) pamežs ir iznīcināts pilnībā. Zemsega ir degusi abās mežaudzēs, un parastās priedes ekosistēmās zemsedzes augi pilnīgi nodeguši, savukārt briestaudzē tie ir izdeguši mozaikveidīgi. Savācot, nosverot un aprēķinot atlikušo zemsegas daļu, konstatēts, ka vidējā vecuma priedes mežaudzē atlikušās zemsegas masa veido 7.5±0.55 t ha<sup>-1</sup>, savukārt briestaudzē – 6.9±1.36 t ha<sup>-1</sup>.

Vidēja vecuma audzē zemsedze pilnīgi nodegusi, bet zemsega izdegusi mozaikveidīgi, attiecīgi briestaudzē gan zemsedze, gan zemsega nodegusi mozaikveidīgi. Savukārt koku apdeguma vidējie augstumi konstatēti vidēja vecuma mežaudzē 3.1±0.18 m, attiecīgi briestaudzē – 4.6±0.25 m.

Priedes audzēs sūnu slānis kavē sēklu dīgšanu (Steijlen *et al.*, 1995). Atjaunošanās sākas pēc uguns. Šajā gadījumā ugunsgrēks darbojas kā labvēlīgs faktors, kas palīdz atbrīvot humusā esošās barības vielas (Miezīte *et al.*, 2013). Divus gadus pēc skrejuguns konstatēts, ka vidēja vecuma priedes mežaudzē ir tikai viengadīgās priedītes 58800±3094 uz ha, savukārt briestaudzē – gan viengadīgie kociņi – 46600±2452, gan divgadīgie – 14200±747 (att.). Viengadīgo kociņu izvietojums ir vienmērīgs, savukārt divgadīgo – nevienmērīgs; par to liecina ļoti atšķirīgais kociņu skaits uzskaites parauglaukumos.

Divgadīgie kociņi atrodami tikai augsnes atsegumos 96 gadus vecā parastās priedes briestaudzē. Divgadīgo kociņu izvietojums ir ļoti nevienmērīgs un 2/3 no uzskaites parauglaukumiem divgadīgās priedītes vispār netika konstatētas.

Koku noturība un sanitārais stāvoklis ir atkarīgs no skrejuguns skarto mežaudžu vecuma, caurmēra, zemsegas blīvuma un degšanas gadalaika. Koku saknes nav cietušas, jo meža ugunsgrēks izcēlās agri pavasarī, kad zemsega vēl pilnīgi nav izšuvusi, līdz ar to tā neveicina gruzdēšanu (Liepa u.c., 1991). Sanitārais stāvoklis konstatēts kritisks 49-gadīgajā parastās priedes III bonitātes vidēja vecuma mežaudzē un labāks 96-gadīgajā priedes II bonitātes mežaudzē. Divus gadus pēc virsējās pavasara skrejuguns stumbra kaitēkļu bojājumi un saussāni netika konstatēti.



Att. Dabiskā atjaunošanās parastās priedes vidēja vecuma audzē (9P1B<sub>49</sub>) un briestaudzē (10P<sub>96</sub>) divus gadus pēc skrejuguns *Vacciniosa* (kociņu vidējais skaits ± SE).

Apdegumu rezultātā nokaltuši koki konstatēti tikai vidēja vecuma audzē ( $9.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Divus gadus pēc meža ugunsgrēka parastās priedes vidēja vecuma mežaudzē un briestaudzē konstatēta sekmīga atjaunošanās. Vidēja vecuma mežaudzē konstatēti tikai viengadīgie, savukārt briestaudzē – gan viengadīgie, gan divgadīgie priedes kociņi. Divgadīgas priedītes sastopamas tikai augsnes atsegumos, kas radušies pēc skrejuguns. Parastās priedes mežaudzēs meža nobiras veido samērā blīvu zemsegas slāni, traucējot nobirušām priedes sēklām nonākt līdz minerālaugsnei un dīgt.

#### Izmantotā literatūra

1. Adamonytė, G., Motiejūnaitė, J., Iršėnaitė, R. (2016). Crown fire and surface fire: effects on myxomycetes inhabiting pine plantations. *Science of the Total Environment*, No. 572, pp. 1431–1439.
2. Chen, W., Moriya, K., Sakai, T., Koyama, L., Cao, C. (2014). Post-fire forest regeneration under different restoration treatments in the Greater Hinggan Mountain area of China. *Ecological Engineering*, No. 70, pp. 304–311.
3. Liepa, I., Mauriņš, A., Vimba, E. (1991). *Ekoloģija un dabas aizsardzība*. Rīga: Zvaigzne. 300 lpp.
4. Miezīte, O., Indriksons, A., Dreimanis, A., Freimane, L. (2013). The consequences of the forest fire in *Sphagnosa* forest site type ecosystem. In: *Proceedings of Third International Scientific Conference Rural Development 2013: Innovations and Sustainability*, November 28–29, Kaunas, Lithuania, Vol. 6, Book 3, pp. 359–365.
5. Senici, D., Lucas, A., Chen, H.Y.H., Bergeron, Y., Larouche, A., Brossier, B., Blarquez, O., Ali, A.A. (2013). Multi-millennial fire frequency and tree abundance differ between xeric and mesic boreal forests in central Canada. *Journal of Ecology*, No. 101, pp. 356–367.
6. Steijlen, I., Zackrisson, O. (1987). Long-term regeneration dynamics and successional trends in a Northern Swedish coniferous forest stand. *Canadian Journal of Botany*, No. 65, pp. 839–848.

## SANITĀRAIS STĀVOKLIS *PICEA ABIES* (L.) H.KARST. JAUNAUDZĒS DAMAKSNĪ

*Jelena Rūba, Olga Mieziņa, Edgars Dubrovskis, Imants Liepa*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

jelena.ruba@llu.lv

Pusi no Latvijas teritorijas klāj meži un Latviju uzskata par vienu no mežiem bagātākajām valstīm Eiropā. Parastā egles ir trešā saimnieciski nozīmīgākā koku suga pēc priedes (*Pinus sylvestris*) un bērza (*Betula* spp.), arī citās valstīs tā ir komerciāli vērtīga koku suga. Meža apsaimniekošana jāveic tādā veidā, lai nepieļautu meža sanitārā stāvokļa pasliktināšanās, savlaicīgi konstatējot riska faktoru ietekmi. Tomēr jaunaudžu apsaimniekošanā no dažādu faktoru ietekmes nav iespējams izvairīties. Dažādi riska faktori apdraud kokus ik gadus: abiotiskie – salnas, augsnes mitrums, vējgāzes, vējlieces un snieglauzes; biotiskie – kaitēkļi, slimības, meža dzīvnieki, kuru ietekmes rezultātā audzes zaudē augtspēju vai pat iet bojā. Latvijā 2016. gadā bojā gājušo audžu platība veidoja 1158.8 ha, kas nocirstas pēc Valsts meža dienesta sanitārā atzinuma saņemšanas. Visvairāk tika bojātas priedes (35%) un egles (27%) (VMD, 2017). Apsaimniekojot parastās egles meža ekosistēmas, it īpaši jaunaudžu vecumā, ir iespējami dažādi veselības stāvokļa apdraudējuma riski. Tādēļ lietderīgāk ir iespēju robežās mēģināt mazināt vai novērst to riska faktoru apdraudējumus, kuri atstāj uz jaunaudžu apsaimniekošanu visnegatīvāko ietekmi. Darba mērķis – analizēt parastās egles jaunaudžu sanitāro stāvokli damaksnī.

Dati ievākti Madonas novadā septiņās parastās egles jaunaudzēs damaksnī vecumā 6, 10, 11, 13 gadi. Audzēs kopumā ierīkots 121 apļveida pagaidu parauglaukums (tālāk tekstā PL) ar rādiusu 3.99 m. Katrā PL visiem kokiem uzņemts caurmērs un augstums. Abiotisko, biotisko un antropogēno faktoru bojājumi konstatēti visos ierīkotajos PL. Dažādu faktoru bojājumi iedalīti sešās gradācijas klasēs atkarībā no konstatētās bojājuma pakāpes (Mieziņa *et al.*, 2013; Mieziņa, 2015).

Parastās egles jaunaudzēm vienā un tajā pašā meža tipā pastāv būtiskas ( $p < 0.05$ ) augšanas gaitas atšķirības (1. tab.). Tas izskaidrojams ar to, ka egles jaunaudzes damaksnī atrodas izteikti paugurainā reljefā, tādēļ šīs augšanas gaitas atšķirības varētu būt skaidrojamas ar dažādu augsnes auglības un gruntsūdens sadalījumu izteikti mainīgā reljefā, kā arī atšķirīgiem apgaismojuma apstākļiem (Liepa *u.c.*, 2014). Savu iespaidu varētu būt atstājušas arī šajās audzēs veiktas kopšanas cirtes.

1. tabula

### Parastās egles jaunaudžu dendrometriskie rādītāji

Koordinātas	Audzēs kvartāls/nogabals/sastāvs un vecums	Koka vidējais caurmērs, cm	Koka vidējais augstums, m	Koku skaits uz ha
Z 56°48'48.9"; A 26°09'46.4"	155/6 10E <sub>6</sub>	1.9±0.11	2.5±0.06	2630±132
Z 56°48'44.8"; A 26°09'42.3"	155/15 10E <sub>6</sub>	1.8±0.08	2.4±0.07	2050±102
Z 56°48'34.5"; A 26°10'32.2"	161/11 10E <sub>6</sub>	1.9±0.10	2.5±0.06	1200±060
Z 56°48'49.3"; A 26°10'43.2"	149/12 10E <sub>10</sub>	4.5±0.22	5.6±0.23	1670±084
Z 56°49'24.3"; A 26°12'49.0"	157/5 10E <sub>11</sub>	5.0±0.21	5.5±0.20	1860±093
Z 56°49'25.4"; A 26°10'37.7"	149/8 10E <sub>11</sub>	5.4±0.23	6.2±0.21	2050±103
Z 56°49'26.6"; A 26°10'31.0"	149/12 10E <sub>13</sub>	5.8±0.24	6.5±0.17	1730±087

Apzīmējumi: E – parastā egles, vidējais rādītājs ± standartklūda.

Sešās no septiņām pētītajām parastās egles jaunaudzēm konstatēti sakņu trapes bojāti koki. Lai arī sakņu trapes bojāto koku īpatsvars nav liels, tomēr pastāv risks, ka laika gaitā, trapei turpinot attīstīties, tā būtiski pasliktinās konkrēto egles audžu saimniecisko un bioloģisko vērtību nākotnē. Reālā sakņu trapes izplatība varētu būt arī lielāka, jo kokiem jaunaudzes stadijā inficētību ar sakņu trapei ir grūtāk diagnosticēt. Pēc Valsts mežzinātnes institūta "Silava" 2013. gadā publicētā pētījuma datiem Latvijā ar sakņu trapei ir inficētas aptuveni 23% no visām eglēm (Gaitnieks *et al.*, 2007).

Pētītajās parastās egles damakšņā jaunaudzēs starp koku bojājumu sastopamību pastāv būtiskas atšķirības ( $p < 0.05$ ), bet starp dažādu koku bojājumu veidu sastopamību būtiskas atšķirības nepastāv ( $p > 0.05$ ). Pastāv būtiskas atšķirības starp konstatēto koku bojājumu ietekmes intensitāti ( $p < 0.05$ ), bet starp dažādu konstatēto bojājumu veidu ietekmes intensitāti apsekotajās audzēs nepastāv būtiska atšķirība ( $p > 0.05$ ). Visbiežāk konstatēti lielās eglu tīklapsenes (*Cephalcia abietis* L.), mazās eglu tīklapsenes (*Cephalcia arvensis* Panz.), priežu smecernieka (*Hylobius abietis* L.) un pārnadžu kārtas (*Artiodactyla*)

meža dzīvnieku izraisītie koku bojājumi. Lai izveidotu kvalitatīvas parastās egles audzes, ir ļoti svarīgi juvenilajā attīstības stadijā veiktiem tehniski pareiziem mežsaimnieciskajiem pasākumiem, kas samazina esošos un nākotnes audžu sanitārā stāvokļa riska faktoros.

2. tabula

**Bojāto koku sastopamība un bojājumu intensitāte parastās egles jaunaudzēs**

Bojājuma veids	155/6		146/3		155/15		161/11		157/5		149/8		149/12	
	N, %	R, %	N, %	R, %	N, %	R, %	N, %	R, %	N, %	R, %	N, %	R, %	N, %	R, %
<i>Hylobius abietis</i>	14.2	2.7	15.4	2.9	9.2	1.6	15.4	3.2	15.0	2.9	17.4	3.2	21.2	3.8
<i>Physocermes picea</i>	1.0	0.2	3.1	0.5	0.6	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0
<i>Cephaleia abietis</i>	3.6	1.0	5.4	1.8	9.2	2.3	8.4	2.6	12.8	3.0	18.7	4.5	9.6	1.9
<i>Elatobium abietinum</i>	0.5	0.1	0.8	0.1	1.1	0.3	0.4	0.1	1.5	0.5	1.3	0.3	1.9	0.5
<i>Cephaleia arvensis</i>	1.5	0.9	0.8	0.5	1.2	0.8	2.2	1.5	0.8	0.5	1.3	0.9	1.9	1.3
<i>Sacchiphantes abietis</i>	0.5	0.2	0.0	0.0	0.6	0.1	0.4	0.2	4.5	0.9	2.6	0.4	0.0	0.0
<i>Lirula macrosporum</i>	0.5	0.1	1.5	0.4	0.0	0.0	2.2	0.5	1.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Pārnadžu bojājumi	13.7	3.8	17.7	5.0	36.8	8.3	14.5	3.8	7.5	1.3	16.8	3.7	5.7	1.2
Salnas bojājumi	1.0	0.3	1.5	0.4	0.0	0.0	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sniegliece	0.0	0.0	4.6	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	1.0
Antropogēnie faktori	1.0	0.7	3.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	4.9	1.3	0.5	0.0	0.0
Iznīcis	1.0	–	0.8	–	1.7	–	1.3	–	0.8	–	1.3	–	1.9	–

Apzīmējumi: N, (%) – koku bojājumu sastopamība; R (%) – bojāto koku bojājumu intensitāte.

Pētītajās parastās egles damakšņa jaunaudzēs starp bojāto koku sastopamību pastāv būtiskas atšķirības ( $p=0.034$ ), bet starp dažādu koku bojājumu veidu sastopamību būtiskas atšķirības nepastāv ( $p=0.855$ ). Starp bojāto koku sastopamību un bojājumu intensitāti pastāv būtiska lineāra pozitīva korelācija ( $r_{\text{fakt.}}=0.947 > r_{\text{krit.}}=0.206$  ( $\alpha=0.05$ ;  $n=91$ )).

Visbiežāk konstatēti priežu smecernieka (*Hylobius abietis* L.), lielās egļu tīklapsenes (*Cephaleia abietis* L.), mazās egļu tīklapsenes (*Cephaleia arvensis* Panz.) un pārnadžu kārtas (*Artiodactyla*) meža dzīvnieku izraisītu koku bojājumu sastopamība. Liela nozīme kvalitatīvu parastās egles audžu izveidē ir parastās egles juvenilajā attīstības stadijā veiktiem tehniski pareiziem mežsaimnieciskajiem pasākumiem, kas samazina esošos un nākotnes audžu sanitārā stāvokļa apdraudējuma riska faktoros. Egles augšanu traucē pameža sugas un meža avene (*Rubus idaeus* L.).

**Izmantotā literatūra**

- Gaitnieks, T., Arhipova, N., Donis, J., Stenlid, J., Vasaitis, R. (2007). Butt root rot and related losses in Latvian *Picea abies* (L.) karst. stands. In: Garbeletto M., Gonthier P. (ed.) *12<sup>th</sup> IUFRO Conference on Root and Butt Rots, Conference Proceedings*. Berkeley, USA, pp. 177–179.
- Miezīte, O. (2015). *Meža aizsardzība un apsardzība. Meža entomoloģija*. 1. daļa. AS Latvijas valsts meži. Jelgava: Studentu biedrība "Šalkone". 163 lpp.
- Miezīte, O., Okmanis, M., Indriksons, A., Ruba, J., Polmanis, K., Freimane, L. (2013). Assessment of sanitary conditions in stands of norway spruce (*Picea abies* (L.) karst.) damaged by spruce bud scale (*Physocermes piceae* Schrnk.). *iForest*, Vol. 6, pp. 73–78.
- Liepa, I., Miezīte, O., Luguza, S., Šulcs, V., Straupe, I., Indriksons, A., Dreimanis, A., Saveljevs, A., Drēska, A., Sarmulis, Z., Dubrovskis, D. (2014). *Latvijas meža tipoloģija*. AS Latvijas valsts meži. Jelgava: Studentu biedrība "Šalkone". 163 lpp.
- Valsts meža dienesta (VMD) 2016. gada publiskais pārskats* (2017). [Tiešsaiste] [skatīts 20.04.2018.]. Pieejams: [https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS\\_Static\\_Page\\_Doc/00/00/01/06/16/Publiskais\\_parskats\\_2016.pdf](https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS_Static_Page_Doc/00/00/01/06/16/Publiskais_parskats_2016.pdf)

## MINIMĀLĀS MEŽA ZEMJU PLATĪBAS EFEKTĪVAI SAIMNIEKOŠNAI LATVIJĀ

*Linards Sisenis<sup>1</sup>, Irina Pilvere<sup>1</sup>, Aleksejs Nipers<sup>1</sup>, Āris Jansons<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte, <sup>2</sup>LVMI “Silava”, Latvija  
linards.sisenis@llu.lv

Zemes efektīvai izmantošanai ir liela nozīme ne tikai lauksaimniecības, bet arī mežsaimniecības kontekstā gan no ekonomiskā viedokļa, gan bioloģiskās daudzveidības un globāli arī CO<sub>2</sub> emisiju kontekstā. Tādējādi apsaimniekojot meža zemes un lauksaimniecībā neizmantojamās zemes, īpašniekam ir svarīgi ne tikai apsaimniekot šīs platības ilgtspējīgi, bet arī gūt iespējami lielākus ieņēmumus, lai nodrošinātu sevi ar ienākumiem. *Št pētījuma mērķis* – noskaidrot, kādas minimālās platības ir nepieciešamas ienesīgai valdošo koku sugu audzēšanai Latvijā, ievērojot to specifiskos audzēšanas apstākļus. Maksimālus ienākumus no meža zemju apsaimniekošanas var iegūt, ja tiek audzētas klimatam, augsnes auglībai un mitruma režīmam atbilstošas koku sugas, turklāt audze tiek izveidota un kopta atbilstoši tās audzēšanas mērķim (enerģētiskās koksnes ieguve vai koksnes ieguve, zāģbaļķu vai finierkluču sagatavošanai). Lielākos ienākumus var iegūt, audzējot monokultūras jeb tīraudzes, taču jāņem vērā, ka tās vairāk apdraud gan biotiskie, gan abiotiskie vides faktori, turklāt tīraudzes nav vēlamas no bioloģiskās daudzveidības viedokļa.

Kā atsevišķa ienākumu gūšanas alternatīva mežsaimniecības sektorā ir kokaugu plantācijas, kuras var ierīkot neizmantojot lauksaimniecības zemēs vai zemēs, kas nav piemērotas laukaugu audzēšanai (laukaugu audzēšana tajās ir nerentabla). Plantāciju ierīkošanas galvenā priekšrocība – tajās nav jāievēro normatīvajos aktos noteiktais minimālais koku cirstāšanas vecums, līdz ar to plantāciju mežaudzes audzēšanas ciklu var būtiski saīsināt.

Latvijas meži aizņem 3.4 milj. ha un klāj 52% valsts teritorijas, turklāt meža platība katru gadu palielinās. Puse no meža platībām pieder valstij vai pašvaldībām, bet otra puse – privātajiem meža īpašniekiem. Valsts mežus atbildīgi un ilgtspējīgi apsaimnieko AS “Latvijas valsts meži”, savukārt privātos mežus apsaimnieko īpašnieki paši, vai mežu apsaimniekošanu uztic mežsaimniecības kooperatīviem. Mežsaimniecības kooperatīvos Latvijas mežu īpašnieki ir sākuši apvienoties relatīvi nesen, taču to popularitāte valstī palielinās. Īpašniekam ar kooperatīva starpniecību apsaimniekot sev piederošo mežu ir ne vien ekonomiski izdevīgāk, bet ar kooperatīva mežsaimniecības speciālistu palīdzību tas tiek veikts augstākā kvalitātē, kas ir svarīgi īpašniekiem, kuri nav meža nozares speciālisti. Katru gadu, apsaimniekojot meža zemes, Latvijā tiek iegūti aptuveni 12 milj. m<sup>3</sup> koksnes, taču ikgadējais koksnes pieaugums ir lielāks. Līdz ar to nākotnē Latvijas mežu platība un krāja turpinās palielināties.

Latvijas apstākļiem piemērotākās, mežos biežāk sastopamās un valdošās koku sugas ir sešas:

- parastā priede (*Pinus sylvestris*), kas aizņem 1 milj. ha,
- parastā egļe (*Picea abies*) ar platību 0.52 milj. ha,
- bērzs ar platību 0.9 milj. ha (Latvijā biežāk sastopamais āra bērzs *Betula pendula*, un mitrās vai pārmitrās platībās augošais purva bērzs *Betula pubescens*; statistikas datu apkopojumos vai veicot meža inventarizāciju, abas sugas tiek apzīmētas ar nosaukumu “bērzs”, tās atsevišķi neizdalot,
- parastā apse (*Populus tremula*) aug 0.16 milj. ha meža zemju,
- melnalksnis (*Alnus glutinosa*) aizņem 0.1 milj. ha,
- baltalksnis (*Alnus incana*) aizņem 0.21 milj. ha audzes.

Latvijas klimatam piemērotas sugas ir arī cietie lapukoki – ozols (*Qercus robur*) un osis (*Fraxinus excelsior*), kā arī parastā liepa (*Tilia cordata*), kuru audzes vēsturiski klāja lielu daļu Latvijas teritorijas. Pašlaik audzes, kurās šīs koku sugas ir valdošās, aizņem salīdzinoši nelielu platību kopējā Latvijas mežaudžu bilancē. Latvijā privātajos mežos valdošā koku suga ir bērzs, kas aizņem 549 tūkst. ha (36% no kopējās privāto mežu platības), otrajā vietā ir priede ar 293 tūkst. ha (19%), trešajā vietā egļe – 205 tūkst. ha (13%), tad – baltalksnis, apse un melnalksnis – kopā 348 tūkst. ha (23%).

Lai aprēķinātu ienesīgumu, ko Latvijas meža īpašnieks var iegūt no 1 ha mežaudžu apsaimniekošanas, par pamatu tika ņemts meža tips un tam piemērotās valdošās koku sugas, kā arī valdošās sugas cirtmeta vecums, kas tika pieņemts par mežaudzes rotācijas cikla ilgumu. Aprēķinos tika ievērtētas gan mežaudzes mākslīgās atjaunošanas (augšnes sagatavošana, stādmateriāls, stādīšana, agrotehniskā kopšana, papildināšana, aizsardzība) izmaksas (izņemot apsi un baltalksni) un sastāva kopšanas izmaksas, gan izstrādes, kā arī sortimentu realizācijas izmaksas un nekustamā īpašuma nodokļa izmaksas. Ieņēmumu sadaļā tika aprēķināti ieņēmumi, ko īpašnieks var gūt, realizējot savā mežā iegūto koksni, ņemot vērā nodokļos samaksājamo naudas apjomu. Izejas dati tika iegūti no LR Centrālās statistikas pārvaldes, Valsts



meža dienesta, kā arī izmantojot LR Zemkopības ministrijas Meža statistikas datus. Tika veikta arī mežsaimniecības kooperatīvu un AS “Latvijas valsts meži” vadošo speciālistu aptauja. Aprēķini veikti par privātajiem mežiem, lai nākotnē privāto mežu īpašniekiem būtu iespējams izvēlēties ienesīgāko meža zemju apsaimniekošanas modeli atkarībā no īpašnieka rīcībā esošām platībām un zemes kvalitātes atšķirībām, kā arī novērtēt minimālās platības, kādas nepieciešamas, lai nodrošinātu minimālos ienākumus mežsaimniecībā un līdz ar to saimniecību dzīvotspēju, ņemot vērā zemes resursu atšķirīgo kvalitāti. Papildus veikti aprēķini arī par plantāciju mežiem, tādējādi īpašniekam dodot iespēju izvērtēt lauksaimniecībā neizmantojamo zemju izmantošanas lietderību mežsaimniecībā, audzējot enerģētisko koksni vai koksni zāgmateriālu ražošanai. Lai noteiktu minimālo platību apmēru saimniecību ilgtspējīgai pastāvēšanai, aprēķinos tika izmantots minimālais ienākumu līmenis, kas Latvijā ir ne mazāk kā 10 619 EUR gadā vienam nodarbinātajam (Sisenis *et al.*, 2016).

Konstatēts, ka privātajos mežos izdevīgāk ir saimniekot ar mežsaimniecības kooperatīva starpniecību, jo tā var sasniegt augstāku kopējo ienākumu līmeni no katra īpašumā esoša meža hektāra. Baltalkšņu audžu apsaimniekošanā ienākumi, saimniekojot ar kooperatīva starpniecību, ir par 51–63% augstāki, priežu audžu apsaimniekošanā par 21–23%, egļu audžu apsaimniekošanā par 18–19%, bērzu audžu apsaimniekošanā par 11–13%, melnalkšņu audžu apsaimniekošanā par 7–17%, apšu audžu apsaimniekošanā par 6–7% augstāki nekā saimniekojot privāti. Ienākumu atšķirību nosaka ne tikai koku suga, bet arī zemes kvalitātes jeb meža tips. Kopumā izdevīgums ir skaidrojams ar to, ka kooperatīvi var piedāvāt izdevīgākas cenas gan realizējot koksnes produkciju, gan par zemākām cenām iepirkt materiālus un sniegt pakalpojumus, balstoties uz lielāku kopējo darbu un materiālu apjomu (Sisenis *et al.*, 2016; 2016a).

Vidējais ienākumu līmenis, ko var iegūt, saimniekojot mežaudzes ar kooperatīva starpniecību, ir šāds: priežu audžu apsaimniekošanā – āreņos, kūdreņos un sausieņos – vairāk nekā 11 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup> audzes rotācijas periodā; egļu audžu apsaimniekošanā – āreņos un kūdreņos – vairāk nekā 13 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup> audzes rotācijas periodā; bērzu audžu apsaimniekošanā – sausieņos – vairāk nekā 8.7 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup> audzes rotācijas periodā; melnalkšņu audžu apsaimniekošanā – āreņos un kūdreņos – vairāk nekā 2.6 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup> audzes rotācijas periodā; apšu audžu apsaimniekošanā – sausieņos – vairāk nekā 5.3 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup> audzes rotācijas periodā; baltalkšņu audžu apsaimniekošanā – āreņos un kūdreņos – vairāk nekā 1.3 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup> audzes rotācijas periodā (Sisenis *et al.*, 2016; 2016a).

Ierīkojot kokaugu plantācijas, augstākus ienākumus arī var iegūt, saimniekojot ar kooperatīva starpniecību. Apsaimniekojot egļu plantācijas – vairāk nekā 15 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup>, bērzu plantācijas – vairāk nekā 8.8 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup>, bet apšu hibrīdu plantācijas – vairāk nekā 4 tūkst. EUR ha<sup>-1</sup> (Sisenis *et al.*, 2016b).

Atkarībā no mežaudzes valdošās koku sugas un tās rotācijas ilguma gados, kā arī zemes kvalitātes un saimniekošanas veida (ar kooperatīva starpniecību vai privāti), ir iegūti dažādi apsaimniekojamo meža platību lielumi, kas vienam strādājošajam Latvijā nepieciešami minimālā ienākumu līmeņa nodrošināšanai. Piemēram, ja īpašnieks audzē priedi minimālā ienākuma līmeņa sasniegšanai ir nepieciešami no 73 līdz 201 ha, eglei – no 63 līdz 92 ha, bērzam – no 83 līdz 259 ha, melnalksnim – no 250 līdz 531 ha, apsei – no 77 līdz 102 ha, baltalksnim – no 219 līdz 727 ha meža zemes.

#### Izmantotā literatūra

1. Sisenis, L., Pilvere, I., Nipers, A. (2016). Sustainable development of farms holding birch stands in Latvia. In: *16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016: Conference Proceedings*, Vol. 2: Soil. Forest Ecosystems. Marine and Ocean Ecosystems, Book 3: Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecosystems, June 30 – July 6, Albena, Bulgaria, pp. 639–646.
2. Sisenis, L., Pilvere, I., Nipers, A., Jansons, A. (2016a). Sustainable development of farms holding pine stands in Latvia. In: *16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016: Conference Proceedings*, Vol. 2: Soil. Forest Ecosystems. Marine and Ocean Ecosystems, Book 3: Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecosystems, June 30 – July 6, Albena, Bulgaria, pp. 647–654.
3. Sisenis, L., Pilvere, I., Nipers, A., Jansons, A. (2016b). Opportunities for the sustainable management of tree plantations in Latvia. In: *16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016: Conference Proceedings*, Vol. 3: Hydrology and Water Resources. Forest Ecosystems, Book 3: Water Resources. Forest, Marine and Ocean Ecosystems, November 2–5, Vienna, Austria, pp. 485–492.

## GAISA PIESĀRŅOJUMA LIHENOINDIKATĪVĀ ANALĪZE JELGAVAS PILSĒTĀ, LATVIJĀ

Inga Straupe<sup>1</sup>, Inga Grīnfelde<sup>2</sup>, Oto Rums<sup>1</sup>, Jovita Pilecka<sup>2</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte: <sup>1</sup>Meža fakultāte, <sup>2</sup>Vides un būvzinātņu fakultāte  
inga.straupe@llu.lv

Gaisa piesārņojums ir viena no visaktuālākajām vides problēmām visā pasaulē, jo pieaugošā satiksmes intensitāte un enerģijas patēriņš rada aizvien augošu gaisu piesārņojošo vielu emisijas daudzumu. Īpaši svarīgi ir savlaicīgi identificēt ar gaisa piesārņojumu saistītos riskus, lai nepieciešamības gadījumā varētu pielietot atbilstošas vides pārvaldības procedūras šo risku novēršanai.

Ķērpji spēj izdzīvot dažādos vides apstākļos, bet tajā pašā laikā ir ļoti jutīgi pret gaisa piesārņojumu: tas izskaidrojams ar to, ka ķērpji saņem ūdeni galvenokārt tikai no atmosfēras nokrišņiem, turklāt to vielu maiņa notiek caur visu ķērpja virsmu, turklāt ķērpjiem nav aizsargājoša audu slāņa un bioķīmisku izvades mehānismu (Asta *et al.*, 2002; Fuga *et al.*, 2008). Plašā izplatība dažādās dzīvotnēs un jutība ķērpjus padara par piemērotiem gaisa piesārņojuma indikatororganismiem, pēc kuru izplatības un vitalitātes var spriest par kopējo gaisa kvalitāti un tās izmaiņām (Piterāns, 1986).

Pētījuma mērķis bija novērtēt gaisa piesārņojumu Jelgavā, izmantojot lihenoindikācijas metodi, un salīdzināt rezultātus ar 1996. gada datiem.

Jelgavas pilsēta sadalīta 104 parauglaukumos (centrs 500 m × 500 m un pārējā platība ~1 km × 1 km). Katrā parauglaukumā uz desmit koku stumbriem augstumā no 30 cm līdz 2 m veikta visu ķērpju sugu uzskaitē, bet stumbra pusē, kur sastopams visvairāk ķērpju, novērtēts ķērpju procentuālais segums pa sugām. Katrā parauglaukumā noteikts gaisa tīrības indekss jeb *Index of Atmospheric Purity* I.A.P., un tas sastāv no visu ķērpju sugu toksikotolerances faktora Q vērtības un seguma sastopamības pakāpes f vērtību reizinājuma summas (LeBlanc, DeSloover, 1970). Pirmie lihenoindikatīvās analīzes dati Jelgavas pilsētā ievākti 1996. gadā (Straupe, Piterāns, 1996), un pētījums atkārtots 2016. gadā.

Kopumā 2016. gadā Jelgavas pilsētā konstatētas 28 epifītu-ķērpju sugas (attiecīgi krevu ķērpji – astoņas sugas jeb 28.6%, lapu ķērpji – 13 sugas jeb 46.4% un krūmu ķērpji – 7 sugas jeb 25%). Vislielāko apsekoto koku īpatsvaru veido liepas *Tilia* spp. (563 koki jeb 45%), seko parastais ozols *Quercus robur* (388 koki jeb 31%) un parastā kļava *Acer platanoides* (121 koks jeb 10%).

Pēc gaisa tīrības indeksa I.A.P. vērtībām, kas rāda ilglaicīgu gaisa piesārņojumu, 2016. gadā Jelgavā izdalītas trīs gaisa piesārņojuma zonas: augsta un vidēja gaisa piesārņojuma zona, kā arī tīra gaisa zona (Tabula, attēls). Konstatēts, ka 60.3 km<sup>2</sup> lielajā Jelgavas pilsētas teritorijā augsts gaisa vides piesārņojums aizņem 2.75% no platības, vidējs gaisa piesārņojums sastopams 44% platībā, bet tīra gaisa zona veido 53.25%.

Augsta gaisa piesārņojuma zonai Jelgavas centrā, salīdzinot ar 1996. gada datiem, ir tendence samazināties, tā konstatēta divās vietās Jelgavas pilsētas centrā – notekūdeņu attīrīšanas iekārtu un SIA *Larelini* teritorijā, kā arī Palīdzības ielā, bet ārpus centra – pie Langervaldes parka.

Līdzīga tendence novērojama arī tīra gaisa zonai, kas aizņem vairāk nekā pusi no pilsētas teritorijas. Salīdzinot ar rezultātiem 1996. gadā, kopumā tā ir nedaudz pieaugusi, tomēr pilsētas centrā tīra gaisa zonai ir tendence samazināties. Ārpus pilsētas centra tā 20 gadu laikā ir palielinājusies. Samērā laba gaisa kvalitāte konstatēta vietās, kur piesārņojumu kļiedē un uzlabo atklāti klajumi vai laukumi ar zālājiem un apstādījumiem, kā arī upju – Driksas un Lielupes tuvums.

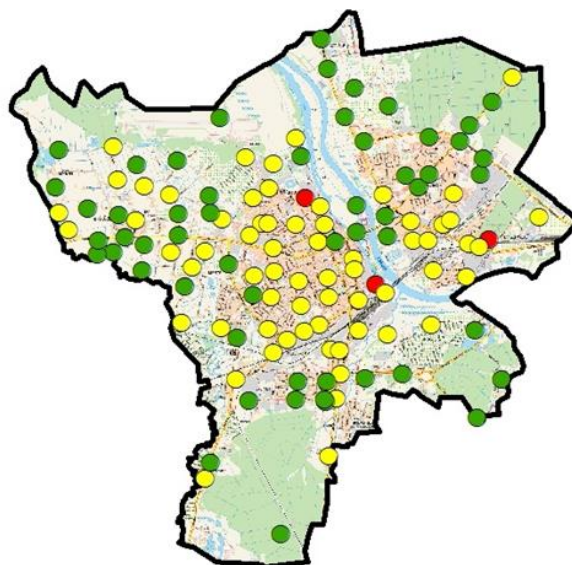
Pieaudzis vidējā gaisa piesārņojuma zonas īpatsvars Jelgavas pilsētas centrā (71.15%), un tai ir tendence palielināties. Vidēja gaisa piesārņojuma zonu galvenokārt ietekmē autotransporta satiksme pilsētas galvenajās ielās.

Ieteicams veikt Jelgavas pilsētas apstādījumu inventarizāciju, novērtējumu un papildināšanu, izmantojot pret gaisa piesārņojumu izturīgas koku un krūmu sugas. Gaisa kvalitātes uzlabošanai jau esošos parkus, skvērus un laukumus ieteicams papildināt ar mazajām arhitektūras formām – nelielām strūklakām un ūdens baseiniem, kā arī pilsētas teritorijas plānošanā paredzēt atklātu vietu un atvērumu veidošanu, lai mazinātu ielu “kanjonu” radīto piesārņojuma efektu.

Tabula

Piesārņojuma zonējuma sadalījums Jelgavas pilsētā

Gads	Vieta	Platība un īpatsvars		
		tīra gaisa zona	vidēja gaisa piesārņojuma zona	augsta gaisa piesārņojuma zona
1996	pilsētā kopā	32.11 km <sup>2</sup> 53.2%	25.76 km <sup>2</sup> 42.7%	2.45 km <sup>2</sup> 4.1%
	centrā	5.75 km <sup>2</sup> 44.3%	5.75 km <sup>2</sup> 44.3%	1.5 km <sup>2</sup> 11.5%
	ārpus centra	26.36 km <sup>2</sup> 53.8%	20.01 km <sup>2</sup> 42.3%	0.95 km <sup>2</sup> 2.0%
2016	pilsētā kopā	32.12 km <sup>2</sup> 53.3%	26.54 km <sup>2</sup> 44.0%	1.66 km <sup>2</sup> 2.75%
	centrā	3 km <sup>2</sup> 23.1%	9.25 km <sup>2</sup> 71.2%	0.75 km <sup>2</sup> 5.8%
	ārpus centra	29.12 km <sup>2</sup> 61.5%	17.29 km <sup>2</sup> 36.5%	0.91 km <sup>2</sup> 1.9%



Att. Gaisa piesārņojuma zonas Jelgavas pilsētā 2016. gadā.  
Apzīmējumi: zaļš – tīra gaisa zona, dzeltens – vidēja gaisa piesārņojuma zona,  
sarkans – augsta gaisa piesārņojuma zona.

**Pateicība.** Pētījums veikts Latvijas Lauksaimniecības universitātes projekta “Pilsētas kvalitātes izvērtēšana un gaisa piesārņojuma zonējuma izstrādāšana Jelgavas pilsētas administratīvajai teritorijai” ietvaros.

#### Izmantotā literatūra

1. Asta, J., Erhardt, W., Ferretti, M., Fornasier, F., Kirschbaum, U., Nimis, P.L., Purvis, O.W., Pirintsos, S., Scheidegger, C., Van Haluwyn, C., Wirth, V. (2002). *European Guideline for Mapping Lichen Diversity as an Indicator of Environmental Stress*. The British Lichen Society, London, 18 p.
2. Fuga, A., Saiki, M., Marcelli, M.P., Saldiva, P.H.N. (2008). Atmospheric pollutants monitoring by analysis of epiphytic lichens. *Environmental Pollution*, Vol. 151, pp. 334–340.
3. LeBlanc, F., DeSloover, J. (1970). Relations between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 48, pp. 1485–1496.
4. Piterāns, A. (1986). *Vai pazīstam ķērpjus?* Rīga: Zinātne. 55 lpp.
5. Straupe, I., Piterāns, A. (1996). Jelgavas pilsētas centra lihenoindikatīvā analīze. No: *Mežzinātne. Meža nozares augstākās izglītības 75. gadu jubilejai veltītās konferences materiāli*. LLU, Jelgava, 125.–130. lpp.

## VIETĒJO ATJAUNOJAMO RESURSU EFEKTĪVA IEGUVE UN IZMANTOŠANA LATVIJAS TAUTSAIMNIECĪBĀ

*Linards Sisenis, Solveiga Luguza, Inga Straupe, Sigita Liše, Edgars Dubrovskis, Māris Davidāns*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

linards.sisenis@llu.lv

Latvijas meži klāj 52% valsts teritorijas. Katru gadu mežu platības turpina palielināties, turklāt ievērojami straujāk pieaug mežā uzkrātās koksnes apjoms jeb koksnes krāja. Pēdējā desmitgadē vidēji ik gadu Latvijas mežos tiek iegūti ap 12 milj. m<sup>3</sup> koksnes, kas ir ievērojami mazāk nekā dabiskais pieaugums, tāpēc Latvijas mežsaimniecība ir ilgtspējīga. Meža nozare ir viens no svarīgākajiem valsts ekonomikas stūrakmeņiem. Mežsaimniecības, kokapstrādes un mēbeļu ražošanas daļa iekšzemes kopproduktā 2016. gadā veidoja 5.2%, savukārt eksporta apjoms sasniedza divus miljardus eiro jeb 20% no valsts kopējā eksporta. Latvijas mežsaimniecībā mazo kailciršu sistēma ar relatīvi garu cirtes aprites periodu mijas ar cilvēka maz ietekmētu meža teritoriju tīklu. Meža teritorijas ar dažādiem saimnieciskās darbības ierobežojumiem un aizsargājamās teritorijas Latvijā aizņem 28.2% no kopējās mežu platības. Ar katru gadu Latvijas mežos palielinās arī rekreācijas objektu skaits, sasniedzot 8% no mežu kopplatības (Meža nozare skaitļos..., 2018).

Lai veiksmīgi turpinātu efektīvi izmantot, atjaunot un saglabāt meža resursus, Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža fakultātes akadēmiskais personāls, sadarbojoties ar Latvijas valsts mežzinātnes institūtu “Silava”, Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu un SIA “Meža koksnes un produktu attīstības institūts”, veic zinātniskos pētījumus gan mežzinātnes, gan koksnes kompleksās izmantošanas jomā un attīsta turpmāk uzskaitītos pētniecības virzienus.

1. Meža ekoloģijas un mežkopības pētījumu virziens ietver ekoloģiski un saimnieciski pamatotu meža atjaunošanas, kopšanas un izmantošanas paņēmienus un praksi, lai sekmētu ekoloģiski augstvērtīgu un ražīgu mežaudžu izveidošanos. Galvenie pētniecības mērķi ir meža kā ekosistēmas funkcionēšanas likumsakarību izpratne, audžu augšanas gaitas un krājas pieauguma veidošanās, mežsaimniecisko risku novērtēšana meža audzēšanas procesā, meža bioloģiskās daudzveidības saglabāšana un aizsardzība, dabisko meža biotopu izpēte, medību saimniecības darbības un attīstības novērtējums:

- Oglekļa akumulācija mežaudzēs (O. Miezīte, I. Liepa, LVMI “Silava”).
- Koksnes resursu dinamikas pētījumi (O. Miezīte, I. Liepa, S. Luguza, LVMI “Silava”).
- Mežaudžu ekosistēmas un struktūras pētījumi (A. Indriksons, LVMI “Silava”).
- Dažādu meža atjaunošanas paņēmieni efektivitātes izvērtējums pēc galvenās cirtes un meža ugunsgrēkiem (O. Miezīte, J. Rūba, E. Dubrovskis, S. Luguza, LVMI “Silava”).
- Kopšanas ciršu izvērtējums baltalkšņa audzēs (O. Miezīte, E. Dubrovskis, I. Liepa, J. Rūba).
- Dažāda vecuma mežaudžu sanitārais stāvoklis (O. Miezīte, J. Rūba, E. Dubrovskis, O. Zaļkalns).
- Enerģētiskās koksnes apjomi dažādu koku sugu mežaudzēs (O. Miezīte, E. Dubrovskis, LVMI “Silava”).
- Meža bioloģiskās daudzveidības un dabisko meža biotopu pētījumi (I. Straupe, L. Liepa, LVMI “Silava”).
- Pilsētas mežu apsaimniekošanas pētījumi (I. Straupe, D. Dubrovskis, SIA MeKA).
- Gaisa piesārņojuma lihenoindikācija (I. Straupe).
- Medību saimniecība, medību drošība (L. Sisenis, E. Dubrovskis, LVMI “Silava”).
- Botānikas nosaukumu terminoloģijas jautājumi (V. Šulcs).
- Klinškalnu priedes un apšu hibrīda audzēšanas perspektīvas (L. Sisenis, LVMI “Silava”).
- Mežaudžu apsaimniekošanas ienesīgums (L. Sisenis, I. Pilvere, A. Nipers, LVMI “Silava”).
- Eirāzijas bebra uzpludinājumu ietekme uz dažādu koku sugu produktivitāti (L. Sisenis, LVMI “Silava”).

2. Meža darbu un tehnikas ietekmes uz meža ekosistēmu; iegūstamo produktu iznākuma, uzmērīšanas kvantitatīvo un kvalitatīvo rādītāju vērtējuma virziens ietver dažādu meža apsaimniekošanas un mežizstrādes darbu tehnoloģiju pētniecību, kā arī apaļo kokmateriālu īpašību pētniecību meža kvalitātes paaugstināšanai:

- Meža tehnikas ietekme uz meža vidi (Z. Sarmulis, A. Saveljevs, LVMI “Silava”).
- Apaļo kokmateriālu precīzā uzmērīšana un uzskaitē (L. Līpiņš, Z. Sarmulis, M. Millers, J. Magaznieks, M. Davidāns).

- Mežā strādājošo noguruma un slodzes vērtēšana (V. Ozoliņa, D. Brizga, U. Karlsons, J. Gailis).
  - Ergonomikas un darba vides kvalitātes pētījumi (V. Ozoliņa, D. Brizga, U. Karlsons, J. Gailis).
3. Meža resursu ekonomikas un apsaimniekošanas plānošanas virziens ietver pētījumus mežsaimniecības ekonomikā, meža resursu uzskaitē un apsaimniekošanas plānošanā, mežaudžu attālinātā uzmērīšanā un audžu vērtības prognozēšanā, kā arī LIDAR tehnoloģiju ieviešanā meža nozarē, lai attīstītu meža inventarizācijas kvalitāti un meža apsaimniekošanas plānošanas metodes.
- Meža resursu apsaimniekošanas un inventarizācijas pētījumi (D. Dubrovskis, A. Seļežņovs).
4. Koksnes materiālu un tehnoloģiju pētījumu virziens ietver kompleksus pētījumus, kas nodrošina multifunkcionālu uz koksnes resursiem balstītu rūpniecības darbību un koksnes produktu konkurētspēju:
- Latvijas koksnes kā konstrukciju materiāla kvalitātes kompleksa izvērtēšana (U. Spulle, K. Pugovičs).
  - Koksnes biomasas kompleksas izmantošanas iespēju analīze (K. Būmanis, A. Dekšnis, SIA "MeKa").
  - Koksnes pielietošanas iespējas koksnes kompozītmateriālu izgatavošanai (U. Spulle).
  - Saplākšņu kvalitātes prognozēšana atkarībā no izejmateriāla kvalitātes un ražošanas tehnoloģijas (U. Spulle).
  - Koksnes un materiālu ekspluatācijas īpašību izpēte (U. Spulle, V. Jakovļevs).
  - Masīvās un līmētās koksnes būvniecības materiālu stiprības rādītāju noteikšana, izmantojot nesagraujošās un sagraujošās pārbaudes metodes (U. Spulle, K. Pugovičs).
  - Koksnes ugunsreakcijas noteikšana un ugunsdrošības attīstības scenāriji (E. Bukšāns, SIA "MeKa").
  - Koksnes apstrādes tehnoloģisko procesu izpēte (A. Ābele, V. Jakovļevs).
  - Energoietilpības samazināšana koksnes apstrādes tehnoloģijās un materiālietilpības samazināšana koksnes produktos (A. Ābele).
  - Meža ekonomikas un politikas īstenošanas gaita (S. Liše).

#### **Izmantotā literatūra**

*Meža nozare skaitļos un faktos – 2018* (2018). Biedrība "Zaļās mājas". Rīga. 52 lpp.

## KOKA SIJU ŠĻŪDES PĒTĪJUMU REZULTĀTI NEKONTROLĒTOS VIDES APSTĀKĻOS

*Lilīta Ozola, Aivars Brokāns*

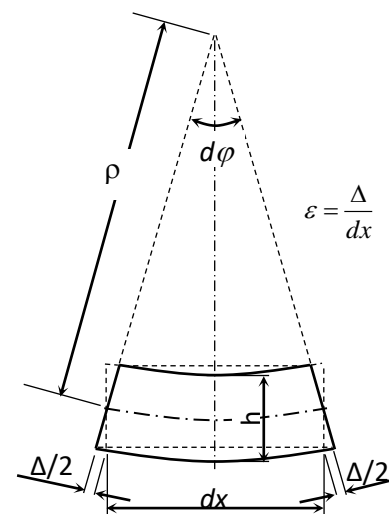
Latvijas Lauksaimniecības universitāte

lilita.ozola@llu.lv

Koksnes šļūde (deformāciju pieaugums laikā, nemainoties slodzei) ir viena no komplikētākajām viskozi elastīgā materiāla darbības izpausmēm mehāniskās slodzes iedarbībā. Pie nemainīga koksnes mitruma līmeņa slogota koka elementa deformāciju pieaugums izpaužas kā viskoelastiskā šļūde, ko raksturo samērā cieša funkcionāla sakarība ar laiku un spriegumu līmeni materiālā (Hunt, 1999). Bet mainīga mitruma apstākļos koksnes šļūdes deformāciju pieaugums ir intensīvāks, un galīgā deformācija lielāka, kas izskaidrojama ar koksnes mehāniskās sorbcijas fenomenu un atšķirīgiem rukuma un briešanas efektiem starp traheīdu sieniņu slāņiem (Dubois et al., 2005). Šļūde būtiski ietekmē liecē slogotu koka būvelementu (siju, spāru) galīgās deformācijas, sevišķi, ja tie kalpo nekontrolētos vides apstākļos – neapkurināmās ēkās, bēniņu telpās vai ārā gaisā.

Pētījuma mērķis ir novērtēt šļūdi ietekmējošo faktoru būtiskumu un atrast matemātisko modeli, ar kura palīdzību varētu prognozēt koka sijas galīgo izlieci pēc daudziem slodzes – atslodzes cikliem nekontrolētos vides mitruma un temperatūras apstākļos.

Pētījuma nolūkā priedes koka (*Pinus sylvestris* L.) siju modeļi ar taisnstūra šķērsriezumu  $h \times b = 60 \times 30$  mm tika pakļauti ilgstošam slogojumam statiskā četrpunktu liecē. Siju laidums vienāds ar 20...26 augstumiem (1. att.). Sijas tika izvietotas neapkurināmā ēkā. Makroskopiskā līmenī siju koksne raksturojas ar vēlinās koksnes 40 – 50% no gadskārtas platuma. Kopumā eksperimenta ilgums bija vairāk kā 600 diennaktis ar vairākiem slodzes–atslodzes periodiem, simulējot vasaras apstākļus, kad iedarbojas tikai pašsvara slodze, un ziemas apstākļus, kad iedarbojas gan pašsvara, gan sniega slodze. Regulāri tika veikti siju izlieču, koksnes mitruma un telpas gaisa relatīvā mitruma, kā arī iekštelpas un ārējās temperatūras mērījumi. Pēc eksperimenta ilgstošā slogojumā tika noteikts koksnes elastības modulis un stiprība liecē īslaicīgā slogojumā, kā arī izmērīts koksnes blīvums, gadskārtu platums un vēlinās koksnes daudzums (Brokāns, Ozola, 2016).



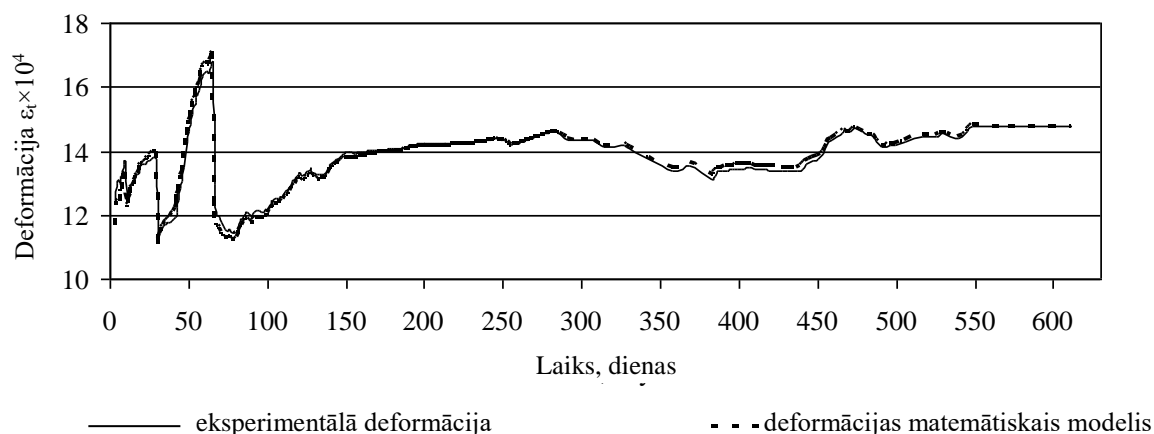
1.att. Koka siju modeļi: eksperiments ilgstošā slogojumā un deformētā elementa ģeometriskā shēma liecē.

Pētījuma rezultātā iegūtais galīgās deformācijas matemātiskais modelis balstās uz Bargerā koncepciju (*Burger body*), kas pēc būtības ir Maksvela (*Maxwell*) un Kelvina (*Kelvin*) reoloģisko modeļu sintēze (Bodig, Jayne, 1993). Papildinot Bargerā matemātisko modeli ar dažiem ietekmējošiem faktoriem, autori piedāvā koksnes ārējās šķiedras galīgo deformāciju slodzes ilgstošas iedarbības rezultātā izteikt ar sekojošu vienādojumu:

$$\varepsilon_t = \sigma \left[ \frac{1}{k_w K_e} + \frac{1 - \exp(-t/m)}{K_{dp}} \right] + \frac{\sigma}{K_{de}} \times \frac{\sigma}{f_k} \times \sum_{j=1}^n \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\tau}{\eta}\right) \right],$$

kur  $\varepsilon_t$  – koksnes ārējās šķiedras galīgā deformācija laika periodā  $t$  (stundās);  $\sigma$  – lieces normālsprieguma vērtība ārējā šķiedrā (proporcionalitātes robežās), kas paliek nemainīga laika periodā  $t$ ;  $f_k$  – koksnes stiprības raksturvērtība liecē;  $K_e$  – materiāla stinguma konstante (elastības robežās);  $k_w$  – koksnes mitruma ietekmes faktors;  $K_{dp}$  – koksnes viskozās darbības vispārīgā konstante;  $K_{dc}$  – koksnes viskozās darbības vispārīgā konstante, kas attiecas uz plastisko deformāciju akumulāciju iepriekšējos slodzes ciklos;  $m$  un  $\eta$  – konstantes, kas saistītas ar materiāla īpašībām;  $\tau$  – nemainīgās slodzes cikla ilgums stundās;  $j$  – slodzes cikla kārtas numurs;  $n$  – slodzes ciklu skaits, piemēram,  $n = n_i$  atslodzes (vasaras) periodiem, bet maksimālās slodzes (ziemas) periodiem  $n = n_h$ .

Ekspimentālo mērījumu rezultāti liecina, ka autoru piedāvātais matemātiskais modelis skujkoku siju galīgo deformāciju prognozei adekvāti apraksta šķiedru deformāciju lielumus (Ozola, Brokans, 2013, 2014), kas attīstās laika periodā un noteikti pēc izmērītajiem siju izlieču lielumiem (2. att.). Taču vēl ir nepieciešami pētījumi vienādojuma konstanto parametru definēšanai atbilstoši koksnes īpašībām un sijas darbības apstākļiem.



2. att. Koka sijas ārējās šķiedras deformāciju attīstība laikā: eksperimentāli noteiktā un ar matemātisko modeli aprēķinātā.

Pētījuma datu statistiskās apstrādes rezultāti liecina, ka koksnes gadskārtu īpašības ir viens no ietekmīgākajiem faktoriem šļūdes attīstībā. Jo platākas gadskārtas, jo intensīvāka šļūdes attīstība. Koksnes mitruma izmaiņu ietekme uz siju deformācijām atbilstoši gaisa relatīvā mitruma izmaiņām tomēr vērtējama kā nenozīmīga. Svarīgākais ietekmējošais faktors ir mitruma absolūtais lielums. Arī temperatūras izmaiņu ietekme atbilstoši šī pētījuma datiem ir vērtējama kā nenozīmīga.

#### Izmantotā literatūra

1. Bodig, J., Jayne, B.A. (1993). *Mechanics of Wood and Wood Composites*. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 712 p.
2. Brokans, A., Ozola, L. (2014). Behaviour of creep of timber beams under natural environmental conditions. *WIT Transactions on the Built Environment*, Vol. 137, Ostend, Belgium, pp. 479–489.
3. Brokans, A., Ozola, L. (2016). Significance of factors affecting creep development in timber beams. In: *Research for Rural Development 2016: Annual 22nd International Scientific Conference Proceedings*, Vol. 1, LLU, Jelgava, pp. 170–174.
4. Dubois, F., Randriambololona, H., Petit, C. (2005). Creep in wood under variable climate conditions: numerical modeling and experimental validation. *Mechanics of Time-Dependent Materials*, No. 9, pp. 173–202.
5. Hunt, D.G. (1999). A unified approach to creep of wood. *Proceedings of The Royal Society*, No. 455, London, pp. 4077–4095.
6. Ozola, L., Brokans, A. (2013). Relationships in creep development of timber beams under natural environmental conditions. In: *New Developments in Structural Engineering and Construction*, Research Publishing, Singapore, Vol 1, pp. 773–777.
7. Ozola, L., Brokans, A. (2014). Development of mathematical model proposed for prediction of final deformation in bending of timber beams. In: *Report Book of IABSE Symposium MADRID 2014: Engineering for Progress, Nature and People*, Madrid, September 3–5, IABSE, Zurich, Switzerland, pp. 1650–1657.

## ŪDEŅRADIS ENERĢĒTIKĀ UN TRANSPORTĀ

*Aigars Laizāns*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
aigars.laizans@llu.lv

Enerģētika ir kļuvusi par vienu no nozīmīgākajām tautsaimniecības nozarēm, jo šībrīža cilvēces attīstība pieprasa arvien ātrākus tehnoloģiskos procesus, kuriem nepieciešama enerģija, kura daudzkārt pārsniedz kādreiz tik populāro roku darbu. Enerģijas patēriņš atbilstoši 2017. gada informācijai šobrīd pasaulē ir 163 401 TWh gadā (Global Energy..., 2017), bet tiek prognozēts, ka 2040. gadā tas pieaugs par gandrīz 35%, sasniedzot 220 000 TWh gadā (International Energy..., 2017), galvenokārt uz ne-OECD valstu rēķina. Latvijā enerģijas patēriņš 2016. gadā bija 51.28 TWh (Energobalance..., 2016), turklāt ievērojama daļa Latvijā izmantoto energoresursu ir importēti (2016. gadā patērētas 1 464 000 t naftas produktu un 71 tūkst. t ogļu, un Latvijas enerģētiskā atkarība no importētajiem energoresursiem 2015. gadā bija 51.2% (Energobalance..., 2016)), radot būtisku valsts politisko un ekonomisko atkarību no enerģijas eksportētājiem.

Šī pētījuma mērķis ir izvērtēt alternatīvus risinājumus enerģētiskās neatkarības veicināšanai esošajā ģeopolitiskajā kontekstā, kā risinājumu piedāvājot ūdeņraža kā enerģijas starpuzkrājēja pielietošanu. Pētījumā tika pielietota analītiskā metode, izmantojot pieejamos datus par Latvijas energopatēriņa tendencēm, par ūdeņraža izmantošanas ekoloģiskajiem, ekonomiskajiem, tehniskajiem un tehnoloģiskajiem risinājumiem un to efektivitāti. Lai novērtētu iespējas izmantot ūdeņradi Latvijas transporta sistēmā, tika izveidots matemātiskais modelis. Matemātiskā modeļa izveidē un simulācijās tika izmantoti dati par ūdeņraža degvielas šūnu efektivitāti, par elektrolīzes kā galvenā ūdeņraža ieguves veida izmantošanas lietderību (Schmidt *et al.*, 2017), kā arī par tā izmantošanas ietekmi uz naftas produktu importu.

Tā kā transporta energoapgādei izvirzītās ES direktīvas 2009/28/EK prasības Latvijai ir ar vērā ņemamu izaicinājumu, ūdeņraža izmantošana transporta sistēmā var būt kā viens no risinājumiem. Tehniskais risinājums varētu būt hibrīdo ūdeņraža degvielas elementu (Haseli, 2018) un akumulatoru bateriju elektro (HE) transporta līdzekļu paplašināta ieviešana Latvijā.

Tabula

### Transporta vajadzībām izmantotās dīzeļdegvielas aizvietošana ar ūdeņradi – modelēšanas rezultāti (izmantoti 2016. gada dati, aprēķins gadam)

Rādītāji	Aizvietoti 6.1% transporta dīzeļdegvielas	Aizvietoti 10% transporta dīzeļdegvielas
Aizvietošanai nepieciešamā ūdeņraža masa, t	10204.00	16728.00
Elektrolizējamā ūdens masa ūdeņraža ieguvei, t	114800.00	188196.00
Elektrolīzei nepieciešamā elektroenerģija, GWh	420.00	688.00
Elektrolīzei nepieciešamās elektroenerģijas daļa no AER saražotās elektroenerģijas, %	15.80	25.91
Aizvietotās dīzeļdegvielas masa, t	84012.00	137725.00
Aizvietotās dīzeļdegvielas daļa no importētās dīzeļdegvielas, %	11.34	18.59
CO <sub>2</sub> emisiju samazinājums no dīzeļdegvielas aizvietošanas, t (3.15 t <sub>CO2</sub> t <sub>DD</sub> <sup>-1</sup> )	264640.00	433836.00

Jau šobrīd tiek īstenoti vairāki projekti ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanai. Rīgas pašvaldība ir iesaistīta starptautiskā projektā "H2Nodes", kurā paredzēts iegādāties 10 ar ūdeņradi darbināmus autobusus un 10 trolejbusus. Šī projekta ietvaros tiek būvēta arī ūdeņraža ieguves un uzpildes stacija (Rīgā uzsākta..., 2017). Tajā gan paredzēts ūdeņradi iegūt no dabas gāzes, bet pēc pietiekošas attīrīšanas tajā var izmantot arī biogāzi.

Citu projektu – manevru lokomotīvu pārbūvi darbam hibrīdrežīmā, izmantojot ūdeņradi kā energonesēju degvielas šūnās, īsteno VAS "Latvijas Dzelzceļš" (Izstādes..., 20107). Idejas pamatā ir pētījums par muitas zonu un ostas kravas zonu piesārņojumu ar dūmgāzēm, šos kravas vagonus pārvietojošo transporta vienību darba režīmu dēļ – daudz stāvēšanas, īslaicīgi atkārtoti vilces darbi ar zemu



efektivitāti degvielas izmantošanā. Projekts paredz 250 kW elektroķīmisko akumulatoru bateriju un 400 kW polimēru membrānu degvielas šūnu sistēmu izmantošanu manevru lokomotīvu energoapgādē.

Abi augstākminētie projekti ir vērsti uz ievērojamu piesārņojuma un kaitīgo izmešu samazinājumu tieši transporta līdzekļu darbības reģionā – blīvi apdzīvotajā Rīgas centrā un ostu rajonā.

Piedāvājums izvēlēties HE transporta līdzekļus balstās uz to, ka Latvijai ir jāmazina enerģētiskā atkarība no importētās degvielas – un ūdeņradis to spēj nodrošināt. Tajā pašā laikā pāreja uz elektrotransportu uz elektroķīmiskajiem akumulatoriem var radīt potenciāli augstu risku kļūt atkarīgiem no akumulatoros izmantojamo elementu (šobrīd tas ir litijs) piegādātājiem. Hibrīdsistēmu ieviešana un izmantošana ļautu sadalīt šos riskus.

Pētījums un simulācijas ļauj secināt turpmāk aprakstīto:

1. Ūdeņraža izmantošana Latvijas energoneatkarības un enerģētiskās drošības paaugstināšanā ir viens no iespējamajiem risinājumiem.
2. Ūdens ir viens no galvenajiem Latvijai pieejamajiem ūdeņraža avotiem, un tā apjomi ir pietiekami ievērojamas daļas Latvijas energovajadzību apmierināšanai.
3. Ūdeņraža degvielas šūnu hibrīdsistēmu ieviešana transportā var nodrošināt gan vides piesārņojuma samazinājumu, gan transporta energonodrošināšanu ar energonesēju, kas ir iegūstams no vietējā resursa – ūdens. Tā kā process ir atgriezenisks, šim resursam nav iespēju tikt izsmeltam.
4. Atjaunīgo energoresursu (AER) izmantošana ūdeņraža kā īslaicīga enerģijas uzkrāšanas starpnieka ieguvei ir pieņemams risinājums, lai mazinātu tirgus svārstību un sezonālitatei raksturīgo pieprasījuma un piedāvājuma nesalāgotības problēmu.
5. Latvijai, lai nodrošinātu ES direktīvas izpildi, izmantojot AER un ūdeņradi, ko iegūst no ūdens elektrolīzes, pie esošās tehnoloģiskās attīstības, ir nepieciešami 188 196 t ūdens un 688 GWh no AER iegūtās elektroenerģijas (neskaitot izmaksas par pāreju uz ūdeņraža degvielas šūnu hibrīdsistēmām). Šāds risinājums dotu iespēju mazināt CO<sub>2</sub> izmešus par 433 836 t gadā.
6. Aizstājot dīzeļdegvielas importu ar importētu ūdeņradi, to cenu attiecībai pie esošās tehnoloģiskās attīstības jābūt 1/8.23. Šāda attiecība nodrošina vienlīdz izdevīgu transporta operatīvo darbību. Šībrīža pētījumi par ūdeņraža ieguves pašizmaksu rāda, ka tā ieguve izmaksā 3.4 USD kg<sup>-1</sup>, vēl tikai jāatrod ekonomiski pamatoti risinājumi tā uzglabāšanai un transportēšanai.
7. Zinātniskie pētījumi ūdeņraža izmantošanā pēdējo gadu laikā ir ļoti intensificējušies, tādēļ var prognozēt jaunu, vēl augstāku efektivitāti gan ūdeņraža ieguvē un uzkrāšanā, gan nodrošināšanu iekārtu un tehnoloģiju rašanos elektroenerģijas ieguvei no ūdeņraža/skābekļa reakcijas.

#### Izmantotā literatūra

1. *Global Energy & CO<sub>2</sub> Status Report* (2017). International Energy Agency. [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GECO2017.pdf>
2. *International Energy Outlook 2017* (2017). [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf)
3. *Energobalance 2016. gadā* (2016). CSP. [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: <http://www.csb.gov.lv/dati/e-publikacijas/energobalance-2016-gada-46013.html>
4. Schmidt, O., Gambhir, A., Staffell, I., Hawkes, A., Nelson, J., Few, S. (2017). Future cost and performance of water electrolysis: An expert elicitation study. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 42, pp. 30470–30492.
5. Haseli Y. (2018). Maximum conversion efficiency of hydrogen fuel cells. *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 43, Issue 18, pp. 9015–9021.
6. *Rīgā uzsākta ūdeņraža uzpildes stacijas būvniecība* (2017. g. 15. maijs). [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: <https://www.rigassatiksmeliv.lv/aktualitates/riga-uzsakta-udenraza-uzpildes-stacijas-buvnieciba/>
7. *Izstādes "Astana Expo 2017" LDz stendā apskatāms ūdeņraža lokomotīves prototips* (2017. g. 16. jūnijs). [Tiessaiste] [skatīts 30.03.2018.]. Pieejams: <https://rss.ldz.lv/lv/content/izstades-astana-expo-2017-ldz-stenda-apskatams-udenraza-lokomotives-prototips>

## BŪVJU INFORMĀCIJAS MODELĒŠANAS IESPĒJAS UN IZAICINĀJUMI BŪVNICĪBAS PROCESĀ LATVIJĀ

*Sandra Gusta, Silvija Štrausa, Jānis Freimanis*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

sandra.gusta@llu.lv

Latvijas un arī pasaules būvniecības nozare šobrīd piedzīvo nozīmīgas pārmaiņas digitalizācijas virzienā ar no tā izrietošām pārmaiņām līdzšinējās projektu īstenošanas pieejās. Tam seko dažādi ieguvumi, kas saistīti ar projektu procesu optimizāciju, izmaksu un laika patēriņa mazināšanu (īpaši projektu pasūtītājiem pilnā būvju dzīves ciklā), kā arī risku mazināšanu. Visi minētie ieguvumi šobrīd Latvijas būvniecības nozarei ir īpaši nepieciešami, ņemot vērā faktu, ka gaidāms publiskā sektora finansējuma samazinājums būvniecības projektiem Latvijā pēc 2020. gada. Lai veicinātu attīstību, celtu nozares produktivitāti un konkurētspēju, nepieciešams identificēt priekšnosacījumus un ierobežojošos faktorus sekmīgai jauno tehnoloģisko iespēju apgūšanai un ieviešanai, kas pastarpināti veicinātu arī Latvijas meža un kokapstrādes nozares attīstību.

Būvniecības nozare Latvijā noteikusi būvju informācijas modelēšanas (BIM) attīstību par vienu no tās stratēģiskajiem mērķiem, kuru plānots sasniegt līdz 2022. gadam (Latvijas būvniecības ..., 2017). Izstrādāti ar BIM izmantošanu saistīti kritēriji saimnieciski izdevīgākā piedāvājuma novērtēšanai un iekļauti dokumentā *Vadlīnijas saimnieciski izdevīgākā piedāvājuma noteikšanai būvniecības, kā arī "Projektēt un Būvēt" iepirkumos* (Vadlīnijas ..., 2017). Citas valstis, sperot soli uz priekšu, ir izstrādājušas un noteikušas par obligāti ievērojamiem projektu realizācijā BIM standartus (PAS 1192-2:2013, 2013).

Pētījuma mērķis – identificēt priekšnosacījumus un ierobežojošos faktorus BIM attīstībai Latvijas būvniecības nozarē, kā arī izstrādāt rekomendācijas iesaistītajām pusēm BIM attīstības veicināšanai nozarē, tai skaitā lauksaimniecības ēku būvniecībā.

Pētījumā izmantota kvalitatīvā pētnieciskā metode – daļēji strukturētas intervijas izvēlētas kā primārais informācijas avots, lai noteiktu pašreizējo situāciju nozarē no dažādu iesaistīto pušu organizāciju skatpunktiem un lai identificētu būtiskos jautājumus, kurus tālāk analizēt kvantitatīvā veidā.

Intervijām pētījuma ietvaros seko sekundāra metode, kas ir Latvijas būvniecības nozares projektu piegādes ķēdēs darbojošos privāto organizāciju aptauja. Tā nodrošina datus, kas vēlāk tiek apstrādāti, lai iegūtu kvantitatīvu informāciju, kas tālāk var tikt izmantota BIM attīstību ietekmējošo faktoru novērtēšanā un būtisko ierobežojošo faktoru atlasē, uz kuriem vērst tālākās rekomendācijas.

Pētījums, izmantojot abas minētās pētnieciskās metodes, tika veikts 2018. gada pirmajos divos ceturkšņos.

Pētījuma rezultāti rāda, ka novērojams valsts pārvaldes līmeņa stratēģijas trūkums attiecībā uz būvniecības nozares digitalizāciju, kā arī vērojama organizētu aktivitāšu nepietiekamība minētajā jomā. Nozarē pastāvošās iniciatīvas ir fragmentētas. Izglītības iestādes ir uzņēmušās iniciatīvas BIM iekļaušanai vai integrēšanai studiju programmās, kurās tiek sagatavoti jaunie būvniecības nozares speciālisti, tomēr šīs iniciatīvas ir individuālas un nav kopīgi koordinētas valsts līmenī, kā arī netiek finansētas no valsts budžeta līdzekļiem.

Secinājumos ietilpst rekomendācijas Latvijas būvniecības nozares digitalizācijas veicināšanai stratēģiskām un BIM ieviešanas aktivitātēm publiskajam sektoram, kā arī rekomendācijas nevalstiskajām organizācijām un izglītības iestādēm. Tas veicinātu arī Latvijas meža nozares attīstību, ņemot vērā ekoloģisku koka ēku būvniecības pieprasījuma pieaugumu ne tikai Latvijā, bet arī ārvalstīs, kā arī Latvijas augsto potenciālu koka būvkonstrukciju eksportam pie nosacījuma, ka uzņēmumi var nodrošināt eksporta valstu standartiem atbilstošu tehnoloģisko līmeni un kvalitāti visos procesa aspektos.

### Izmantotā literatūra

1. *Latvijas būvniecības attīstības stratēģija 2017. – 2022. gadam* (2017). Latvijas Būvniecības padome. Rīga. 14 p.
2. *Vadlīnijas saimnieciski izdevīgākā piedāvājuma noteikšanai būvniecības, kā arī "Projektēt un Būvēt" iepirkumos* (2017). Iepirkumu uzraudzības birojs. Rīga. 42 p.
3. PAS 1192-2:2013. *Specification for Information Management for the Capital/Delivery Phase of Construction Projects Using Building Information Modelling* (2013). The British Standards Institution, London, 68 p.

## ROBEŽAS DEMARKĀCIJAS NOZĪME LATVIJAS REPUBLIKAS DROŠĪBAS UN STABILITĀTES NODROŠINĀŠANAI

*Aivars Ratkevičs, Vivita Puķīte, Armands Celms*

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

aivars.ratkevics@apollo.lv

Varam uzskatīt, ka ar 2018. gadu Latvijas Republikai ir atbilstoši starptautiski pieņemtām prasībām pilnībā noformētas – demarkētas visas robežas ar tās kaimiņvalstīm. Tā iezīmēts vēl viens nozīmīgs solis valsts drošības un stabilitātes nostiprināšanas virzienā. Starptautiski atzītu valstu robežu neesamība divu kaimiņvalstu starpā līdz šim ir viens no biežāk satopamiem starpvalstu konfliktu eskalācijas avotiem pasaulē. Praksē uzskata, ka divu valstu robežas stabilitāte un drošība ir atkarīga no daudziem faktoriem, ieskaitot arī tādas, kā turpmāk uzskaitīts: cik lielā mērā katra no kaimiņvalstīm uzskata esošo robežas atrašanās vietu par taisnīgu, cik lielā mērā ir izslēgtas iespējas veidoties ar robežas atrašanās vietas nenoteiktību saistītiem incidentiem, vai robežas neizprotamība tās apsargātājiem un pierobežas iedzīvotājiem (Ratkevičs u.c., 2017). Tikai konkrēti noteiktas valsts teritorijas robežās valsts ir tiesīga un tai jāspēj pilnvērtīgi īstenot savu valsts varu un tās atbalstīto normatīvajos aktos noteikto kārtību visās tās formās, īstenot valsts varas dominanti.

Starptautisko tiesību teorijā par valsts teritoriju tiek uzskatīta zemeslodes daļa, kura atrodas zem konkrētas valsts suverenitātes un var sastāvēt no sauszemes, ūdeņiem, zemes dzīlēm un gaisa telpas. Lai izveidotā valsts robeža tiešām varētu pilnvērtīgi kalpot kā divu valstu attiecību drošības garantu, tai jābūt noteiktai un nostiprinātai apvidū tādā veidā, kurš izslēgtu vai maksimāli ierobežotu dažādu incidentu, konfliktu rašanos un attīstību saistībā ar robežas atrašanās vietu (Ratkevičs *et al.*, 2017). Īstenošanas paņēmieni daudzveidība saistīta ar faktu, ka divu kaimiņvalstu robežas izveidošana ir kā minimums šo divu valstu kopējs process, un lielākā daļa valstu robežojas ar vairāk kā vienu kaimiņvalsti, kur katras robežas noteikšanas gadījums uzskatāms par unikālu.

Par Valsts robežas noteikšanu uzskata pasākumu kompleksu, kurus veic kopējās robežas valstis, lai noteiktu kopējās valsts robežas atrašanās vietu telpā un tās juridisku apstiprināšanu starptautiska līguma dokumentā. Valsts robežas noteikšanas process parasti ietver divus pamatposmus, kurus sauc Valsts robežas “Delimitācija” un Valsts robežas “Demarkācija”. Pie valstu robežu noteikšanas posmiem tiek ieskaitīti arī tādi pasākumu kompleksi kā “Redemarkācija” un arī “Politiskās konsultācijas”, kuras parasti notiek, gatavojot priekšnosacījumus un ievadot starpvalstu Delimitācijas līguma izstrādi. Politisko konsultāciju veiksmīga risinājuma gadījumos tie noslēdzas ar iesaistīto valstu valdību kopīgu deklarāciju (paziņojumu vai protokolu u.c.) par kopēju vienošanos veikt kopēju valsts robežas noteikšanu un uzsākt delimitācijas procesu, sākot atbilstošu līgumu izstrādi. Valsts robežas delimitācija ir valsts robežas atrašanās vietas noteikšana starp kaimiņvalstīm, lietojot pieejamos kartogrāfiskos materiālus, zemes kadastrālo īpašumu dokumentus, kā arī citus izziņas materiālus un informāciju un to rezultātu attēlošana topogrāfiskajās kartēs (Архипов, 2011). Šajā robežas noteikšanas procesā robežas vietas apsekošana apvidū netiek veikta vai to dara tikai atsevišķos gadījumos – izņēmuma kārtībā. Rezultātā tiek noteikta un uz kartes attēlota abu valstu norīkoto pārstāvju starpā saskaņota teorētiska valsts robežas atrašanās vieta, un sagatavots valsts robežas atrašanās vietas apraksts. Pēc tam gatavo valsts robežas līgumu, kuram pielikumā tiek pievienoti saskaņotā Valsts robežas delimitācijas karte un Valsts robežas apraksts. Ja izstrādātais līgums ar pielikumiem apmierina abu valstu prasības, tad dokumentam organizē oficiālu parakstīšanu, un tas pārtop par starptautiska līguma dokumentu. Līguma parakstīšana ir politiska vienošanās par robežu, un ir jāapzinās, ka pati robeža dabā vēl nav noteikta, tāpēc līgumā paredz robežas izveidi apvidū – Valsts robežas “demarkāciju”. Demarkācijas ietvaros tiek precīzi noteikta Valsts robežas (delimitācijas) līgumā noteiktās valsts robežas atrašanās vieta apvidū, to nostiprina, apzīmē un aprīko ar robežzīmēm un citiem tās elementiem un būvēm apvidū (Ratkevičs *et al.*, 2017). Noslēgumā sagatavo robežas ierīkošanas rezultātu dokumentāciju, ko sauc par Valsts robežas demarkācijas dokumentiem. Galvenais valsts robežas demarkācijas darbu mērķis ir atrast un precīzi noteikt līgumā apstiprināto valsts robežas līnijas atrašanās vietu un to nostiprināt apvidū ar labi saredzamām, viennozīmīgi saprotamām robežzīmēm un citām būvēm, kuras nodrošinātu robežas līnijas vietas viennozīmīgu atpazīstamību un tās atjaunošanas iespējas apvidū gadījumos, kad tā vai tās fragmenti var tikt zaudēti vai pakļauti iznīcināšanai dabisko procesu attīstības vai pat cilvēka darbības ietekmē.

Demarkācijas darbu sastāvā ietilps kartogrāfiski – ģeodēziskie (ģeoinformācijas) un celtniecības – montāžas darbi. Darbu rezultātā top Demarkācijas noslēguma dokumentu komplekts kurā ietilpst: 1) Valsts robežas demarkācijas karte (kurā attēlota valsts robežas līnija) (Бурбан, 2010); 2) Uztādīto robežzīmju un

robežstabu protokoli; 3) Robežzīmju un robežas elementu koordinātu katalogs; 4) Valsts robežas apraksts; 5) Robežas demarkācijai izveidotā ģeodēziskā atbalsta tīkla punktu saraksts un shēma (Ratkevičs u.c., 2017); 6) Salu un sēkļu saraksts valsts robežupēs un robežas ūdenstilpēs (Архипов, 2011). Dokumentu komplekts pēc tā apstiprināšanas kopējās robežas valstu valdībās iegūst starptautiski juridiska līguma dokumentu statusu, kurš vienlaikus apraksta un nostiprina reālās robežas atrašanās vietu dabā. Tieši šie demarkācijas dokumenti ir juridiska un praktiska bāze valsts robežas viennozīmīgai atrašanai, atpazīšanai un noteikšanai apvidū, ierobežojot abu valstu iedzīvotāju un amatpersonu kļūdu iespējas, darbojoties robežas tuvumā vai uz tās gan privātā kārtā, gan pildot dienesta pienākumus. Normālu valstu attiecību gadījumā robežas demarkācijas rezultāti ir tie, kas rada bāzi, lai visu konfliktu vai kļūdainu darbību sekas turpmāk varētu risināt juridiski tiesisko procesu ietvaros, nepieļaujot vardarbību vai nelikumīgu risinājumu eskalāciju starpvalstu attiecībās. Tātad izpildītie demarkācijas darbi uz visām Latvijas valsts robežām ar kaimiņvalstīm – Igauniju, Lietuvu, Baltkrieviju un Krieviju – ir nozīmīgs ieguldījums valsts drošībā un stabilitātē, skatoties no starptautisko tiesību viedokļa. Izvērtējot Latvijas speciālistu gūto pieredzi robežas demarkācijas darbos laika posmā no 1993. līdz 2018. gadam, var secināt, ka uz darbu izpildes tehnoloģijām būtisku ietekmi atstāja tehnoloģiju un tehnisko risinājumu attīstība pasaulē, jo to sasniegumus sāka integrēt darbu izpildes procesos. Ģeoinformātikas jomā šajā laikā notika revolucionāras tehnoloģiju un tehnisko risinājumu izmaiņas, kuras daudzos gadījumos izslēdza iespēju lietot daudzas sākotnēji (vēl 1993. gadā) plaši pazīstamas tehnoloģijas (Ratkevičs *et al.*, 2017). Speciālisti nonāca pie atziņas, ka robežu demarkācijas darbu izpildē un gala dokumentu formēšanā nepieciešama jaunu kritēriju un risinājumu ieviešana. Daļēji jauno risinājumu iestrādes un piedāvājumi satopami esošajos Latvijas robežu gadījumos, un tie iezīmē arī radikālas turpmākās attīstības izmaiņu perspektīvas. Izmaiņu nepieciešamība ir ne tikai darbu izpildes interesēs, bet pirmām kārtām demarkācijas rezultātu lietotāju segmentā (Бурбан, 2010). Uz šodien Valsts robežsardze, citas institūcijas un privātais sektors jau masveidā lieto GNSS (globālās navigācijas satelītu sistēmas) aprīkojumu, iesaista modernās GIS (ģeogrāfisko informācijas sistēmu) tehnoloģijas. Minētais aprīkojums un tehnoloģiju iespējas pieprasa atbilstoši to lietošanas prasībām sagatavotu demarkācijas informāciju, datus un materiālus (Бурбан, Раткевичс, 2016). Līdz šim izstrādātie demarkācijas materiāli uzrāda būtisku neatbilstību moderno tehnoloģiju prasībām, gan izpildījuma formātos, gan īpaši precizitātes rādītājos. Identificētās neatbilstības kontekstā ar masveida digitālo telpisko datu lietošanas pieaugumu visu kaimiņvalstu lietotāju segmentā saasina jautājumu par to risinājumu nepieciešamību, arī rūpējoties par valsts robežu drošības jautājumu risinājumiem mūsdienu tehnoloģiju lietošanas laikmetā.

Latvijas Valsts robežu Demarkācijas rezultātu izvērtējums apstiprina atziņas, ka:

- valsts robežu demarkācijas darbu prakse un pieredze norāda uz ievērojamām lietoto ģeoinformācijas nodrošinājuma tehnoloģiju attīstības izmaiņām laika gaitā, pārejot no vienas valsts robežas demarkācijas pie nākamās;
- notikušās ģeoinformācijas tehnoloģiju izmaiņas, to iespējas un ietekme piedāvā būtiski pārskatīt līdzšinējo praksi un prasības pret robežu demarkācijas darbu organizāciju un rezultātiem;
- robežas demarkācijas materiālu praktisko lietotāju segments, kurā strauji ievieš GNSS un GIS tehnoloģijas, izvirza prasības pēc šīm tehnoloģijām atbilstošas demarkācijas rezultātu informācijas, kuru tradicionālie dokumenti nenodrošina;
- iegūtā pieredze, uzrādot moderno ģeoinformācijas tehnoloģiju ieviešanas iespējas un praksi demarkācijas un robežu uzturēšanas darbos, nostiprināja pārliecību par nepieciešamību turpmāk šī nodrošinājuma darbus plānot un īstenot kā savstarpēji integrētus pasākumus.

#### Izmantotā literatūra

1. Ratkevičs, A., Celms, A., Puķīte, V. (2017). Valsts robežas demarkācijas uzmērīšanas darbu kvalitātes novērtējums, pielietojot tālīzpētes materiālus. No: *Latvijas Universitātes 75. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne: referātu tēzes*, 30.01. – 7.02.2017. Latvijas Universitāte, Rīga, Latvija, 263.–264. lpp.
2. Ratkevičs, A., Celms, A., Puķīte, V. (2017). Remote sensing methods and materials usage in state border demarcation works. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Збірник наукових праць Західного геодезичного товариства УТГК*, Львів, Вип.1(33), с.172–178,
3. Архипов, А.И. (2011). *Установление и содержание государственной границы Республики Беларусь (1991-2010 гг.): учебно-методическое пособие*. Орша. 264 с.
4. Бурбан, П.Ю. (2010). Демаркация Российско-Латвийской границы. *Вестник Росреестра*, № 1(3), с. 39–42.
5. Бурбан, П., Раткевичс, А. (2016). Современные технологии при создании общего геодезического обоснования демаркации государственной границы. *Современные достижения геодезической науки и практики*, Выпуск 31, с. 16.