LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

zinātniski praktiskās konferences

RAKSTI

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte

Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultāte

Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija

NJF

Ziemeļvalstu Lauksaimniecības zinātnieku asociācija

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte
Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultāte
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija
Ziemeļvalstu Lauksaimniecības zinātnieku asociācija

LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

Zinātniski praktiskās konferences
raksti

Jelgava 2026

Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava: LBTU, 2026 – 69 lpp.

Atbildīgie par izdevumu:
Adrija Dorbe, LBTU LPTF Augsnes un augu zinātņu institūts
Ilze Vircava, LBTU LPTF Augsnes un augu zinātņu institūts
Diāna Ruska, LBTU LPTF Dzīvnieku zinātņu institūts
Ilze Grāvīte, LBTU LPTF Augsnes un augu zinātņu institūts
Kaspars Kampuss, LBTU LPTF Augsnes un augu zinātņu institūts

Rakstus recenzēja:
Ph. D. Laila Dubova, Dr. agr. Ilze Grāvīte, Dr. agr. Kaspars Kampuss, Mg. agr. Jānis Kaņeps, Mg. agr. Artūrs Katamadze, Dr. habil. agr. Aldis Kārkliņš, Ph. D. Gunārs Lācis, Ph. D. Madara Misule, Dr. agr. Gundega Putniece, Dr. agr. Diāna Ruska, Dr. agr. Dace Siliņa, Ph. D. Agrita Švarta, Dr. geol. Ilze Vircava

Konferences organizācijas komiteja:
Mg. agr. Adrija Dorbe (vadītāja)
Dr. geol. Ilze Vircava (vadītāja)
Dr. agr. Dace Siliņa
Ph. D. Madara Misule
Dr. agr. Diāna Ruska
Dr. agr. Ilze Grāvīte
Dr. agr. Gunita Bimšteine
Ph. D. Laila Dubova
Dr. agr. Kaspars Kampuss
Bc. oec. Kristīne Afoņina

Latviešu un angļu valodas redakcija: SIA Skrivanek Baltic

Datorsalikums: Inese Krastiņa

Vāka dizains: Evija Godiņa, Anna Ķuze

Konference notika klātienē un tiešsaistē 2026. gada 19. un 20. februārī Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātē, Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultātē, Lielajā ielā 2, Jelgavā

© Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte, 2026

ISBN 978-9984-48-469-3 (tiešsaistes resursam)
ISSN 2500-9451 (tiešsaistes resursam)

SATURS

Bimšteine G., Vipulis J. Rudzu slimību sastopamība 2024. un 2025. gadā 4

Maļecka S., Strazdiņa V., Damškalne M. Ziemas kviešu šķirņu un selekcijas līniju un to maisījumu graudu ražas un kvalitātes novērtējums 9

Rancāne S., Stesele V., Rebāne A., Jansons A., Jermuša G., Jermušs A. Daudzgadīgo zālaugu šķirņu demonstrējuma rezultāti pirmajos divos izmantošanas gados 14

Gūtmane I., Rancāne S., Stesele V., Rebāne A. Izsējas normas un niedru auzenes procentuālā īpatsvara ietekme uz zālāju ražu un kvalitāti 19

Jermušs A., Švarta A., Lagzdiņš A., Veinbergs A. Augiem izmantojamā fosfora izmaiņas augsnē un fosfora saturs drenu notecē ilgstošas minerālmēsu lietošanas ietekmē 24

Lazdiņa D., Vendiņa V. Koksnes šķiedras kūdras substrātu īpašību uzlabošanai un ekoloģiskās pēdas mazināšanai 29

Čaplinskis R., Alsiņa I. Ūdens satura nedestruktīvās noteikšanas iespējas kukurūzā un lauka pupās 34

Dzintars M. R., Alsiņa I., Dubova L. Veģetācijas indeksu un hlorofila fluorescences parametru pielietojums organiskā mēslojuma efektivitātes izvērtēšanā atraitnītēm 39

Grāvīte I., Jansone M. K. Mitruma ietekme uz mājas plūmju šķirņu ražu un augļu kvalitāti 44

Jansone M. K., Grāvīte I. Dažādas izcelsmes un vecuma aprikožu šķirņu fenoloģija rudens periodā 49

Kronberga A., Udalovs D., Ikase L. Ābeļu šķirnes modeļa pilnveide: Latvijas patērētāju un audzētāju prasības ābolu izskatam un garšai 54

Bārzdiņa D., Jansons I., Šterna V., Andžs M., Kalniņš R., Ante Ģ. Prebiotiku ietekme uz dējējvistu olu produktivitāti 59

SVEICAM 64

ATVADĪJĀMIES 65

Valsts emeritētais zinātnieks, Dr. habil. agr. Antons Ruža 65

ATCERAMIES 66

Docentei Leokādijai Karpačai 105 66

Jānis Apsītis (16.06.1886.– 18.10.1952.) 67

ATCERAMIES 68

RUDZU SLIMĪBU SASTOPAMĪBA 2024. UN 2025. GADĀ

OCCURRENCE OF RYE DISEASES IN 2024 AND 2025

Gunita Bimšteine, Jānis Vipulis
Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts
gunita.bimsteine@lbtu.lv

Kopsavilkums. *Rudzi (Secale cereale) pēc audzēšanas platībām ieņem sesto vietu pasaulē. Eiropā plašāk tos audzē Polijā, Vācijā, Dānijā, kā arī Baltijas valstīs. Būtisks faktors, kas ietekmē iegūstamās rudzu ražas iznākumu, ir dažādas sēņu ierosinātas slimības, kuras novērojamas veģetācijas perioda laikā. Pavasarī, atsākoties veģetācijas periodam, rudzu sējumos salīdzinoši bieži var novērot sārto sniega pelējumu (ier. Microdochium nivale). Gandrīz katru gadu rudzu sējumos izplatās stiebrzāļu gredzenplankumainība (ier. Rhynchosporium secalis) un brūnā rūsa (ier. Puccinia recondita f. sp. secalis). Nozīmīgākās vārpu slimības ir vārpu fuzarioze (ier. Fusarium spp.) un rudzu melnie graudi (ier. Claviceps purpurea). Visas minētās lapu un vārpu slimības būtiski samazina ražas kvalitāti. Pētījums par rudzu slimību sastopamību veikts 2024. un 2025. gadā Dienvidkurzemes reģionā – 2024. gadā desmit dažādos laukos, izmantojot hibrīdo rudzu šķirni 'KWS Pulsor'; 2025. gadā slimību uzskaite divās vietās – ražošanas sējumā šķirnē 'KWS Pulsor' un dažādu hibrīdo šķirņu salīdzināšanas izmēģinājumā, kur iesētas piecas dažādas rudzu šķirnes – 'SU Elrond', 'SU Perspektiv', 'SU Erling', 'SU Futturi' un 'SU Glacia'. Slimību uzskaite sākta, atjaunojoties veģetācijai 31.–32. AE, un turpināta līdz piengatavības beigām 77.–79. AE. Abus izmēģinājuma gadus pavasarī novērots sārtais sniega pelējums. No lapu slimībām dominēja gan stiebrzāļu gredzenplankumainība, gan brūnā rūsa. Abos gados rudzu melnie graudi atrasti tikai augiem, kas auga gar tehnoloģiskajām sliedēm, izteiktāk 2024. gadā. Pētījumus nepieciešams turpināt, lai noskaidrotu slimību ietekmi uz rudzu ražu un tās kvalitāti.*

Atslēgas vārdi: *Microdochium, Rhynchosporium, Puccinia, Claviceps.*

Ievads

Rudzi (*Secale cereale*) ir salīdzinoši plaši audzēts graudaugs, un tas ir sestais visplašāk audzētais kultūraugs pasaulē. Eiropā plašāk tos audzē Polijā, Vācijā, Dānijā, kā arī Baltijas valstīs. Pēc Centrālās statistikas pārvaldes (CSP) datiem Latvijā laika periodā no 2020. līdz 2025. gadam rudzu sējumu platības ir ievērojami samazinājušās, attiecīgi 41.6 tūkst. ha 2020. gadā līdz 27.6 tūkst. ha 2025. gadā. Tomēr rudzu vidējā ražība minētajā pārskata periodā ir nedaudz pieaugsi – no 4.00 t ha^{-1} 2020. gadā līdz 4.38 t ha^{-1} 2025. gadā.

Rudzus galvenokārt izmanto pārtikā, lopbarībā un kā izejvielu spirta ražošanai. Pasaulē aptuveni vienu trešdaļu no izaudzētajiem rudziem izmanto maizes cepšanai. Tos uzskata par pieticīgāko graudaugu augšanas prasību ziņā. Rudzi tiek raksturoti kā mērenā klimata augi, kas nav ļoti siltumprasīgi, kas dīgst jau no 1–2 °C, optimāli cero pie aptuveni 12 °C, tomēr kā visām labībām, vēlams, lai siltuma sadalījums ir vienmērīgs (Ghafoor et al., 2024).

Viens no faktoriem, kas var ietekmēt rudzu augšanu un ražas iznākumu, ir dažādas sēņu ierosinātas slimības, kuras attīstās veģetācijas perioda laikā. Salīdzinoši bieži rudzu sējumos novērojams sārtais sniega pelējums, kuru ierosina *Ascomycota* nodalījuma sēne *Microdochium nivale*. Slimības attīstību būtiski ietekmē augsnes sasalšanas dziļums un sniega segas biezums ziemas periodā. Biežāk slimību var novērot ziemās, kad augsne zem biezas sniega segas nav paspējusi sasalt (Prończuk et al., 2003). Slimība var attīstīties gan perēkļu veidā, gan pa visu sējumu un stipras infekcijas gadījumā sējumu var nākties pārsēt.

Gandrīz katru gadu rudzu sējumos, tostarp arī Latvijā, var novērot stiebrzāļu gredzenplankumainību (ier. *Rhynchosporium secalis*) un brūno rūsu (ier. *Puccinia recondita f. sp. secalis*). Slimību pirmos simptomus var novērot jau stiebrošanas sākumā (31.–32. AE). *R. secalis* pieder pie *Ascomycota* nodalījuma sēnēm, un tās attīstībai optimālie apstākļi ir 15–20 °C temperatūra un ilgstošs mitrums uz rudzu lapām. Inkubācijas periods var ilgt 10–16 dienas (Bankina et al., 2013). *Puccinia recondita f.sp. secalis* ir divmāju sēne no *Basidiomycota* nodalījuma, ar pilnu attīstības ciklu, un kā starpsaimnieki tiek minēti augi no *Ranunculaceae* (gundegu) vai *Boraginaceae* (skarbjlapu) dzimtas (Pekša, Bankina, 2019). Brūnās rūsas postīgums ir atkarīgs no pirmo slimības simptomu parādīšanās laika – jo agrāk sezonā parādās, jo postīgāka (Bankina et al., 2013).

Nozīmīgākā vārpu slimība ir rudzu melnie graudi (ier. *Claviceps purpurea*). *C. purpurea* klātbūtne novāktajos graudos būtiski samazina ražas kvalitāti. Sklerociji, kurus veido *C. purpurea*, satur alkaloīdus un tos nevar lietot ne pārtikai, ne lopbarībai. Patogēns izplatās ar asku sporām, kuras veidojas augļķermeņos – peritēcijos, kas attīstās sklerocijiem dīgstot (Bankina u. c., 2008; Irzykowska et al., 2015). *C. purpurea* saimniekaugu lokā nav tikai rudzi, bet arī citas graudzāles, kas ir svešapputes augi un tiem novērojama atklāta ziedēšana. Patogēns var inficēt tikai neapputeksnētas drīksnas. Biežāk slimība izplatīta aukstā, lietainā laikā, kad veidojas maz putekšņu (Irzykowska et al., 2015).

Pētījuma mērķis bija noskaidrot rudzu slimību sastopamību Dienvidkurzemes reģionā.

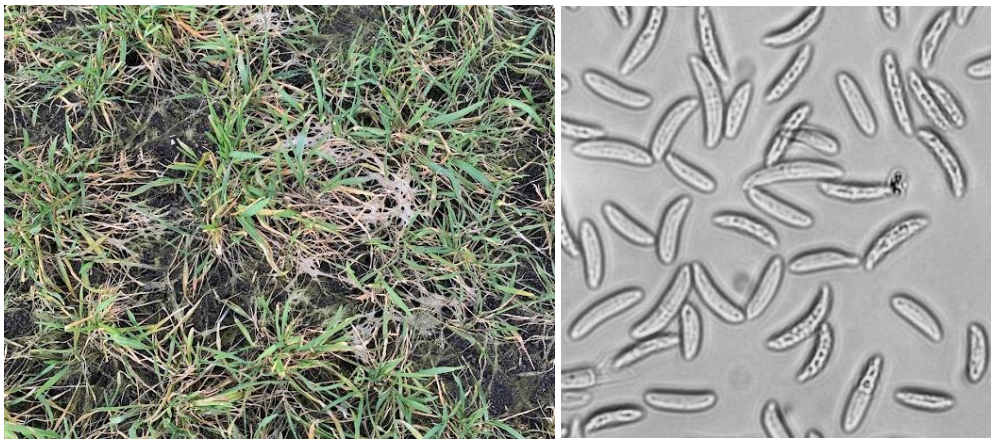
Materiāli un metodes

Pētījums par rudzu slimību sastopamību veikts 2024. un 2025. gadā Dienvidkurzemes reģionā. 2024. gadā slimību uzskaite veikta desmit dažādos laukos, kuru platība variēja no 1.3 ha līdz 12 ha un visos audzēta viena hibrīdo rudzu šķirne 'KWS Pulsor'. Savukārt 2025. gadā slimību uzskaite veikta laukā, kurā audzēta jau iepriekš minētā rudzu šķirne 'KWS Pulsor' un sējumā, kur salīdzinātas piecas dažādas hibrīdo rudzu šķirnes – 'SU Elrond', 'SU Perspektiv', 'SU Erling', 'SU Futturi' un 'SU Glacia'.

Slimību uzskaite sākta, atjaunojoties veģetācijai 31.–32. AE, un turpināta līdz piengatavības beigām (77.–79. AE). Abos izmēģinājuma gados sējumos atzīmēti četri uzskaites parauglaukumi, kuros veģetācijas perioda laikā veiktas uzskaites.

Rezultāti un diskusijas

Atjaunojoties veģetācijas sezonai, abos pētījuma gados rudzu sējumos novērots sārtais sniega pelējums (ier. *M. nivale*) (1.att.). Slimības simptomi galvenokārt novēroti perēkļu veidā. 2024. gadā simptomi novēroti visos rudzu laukos, kur veiktas uzskaites, un attīstības pakāpe variēja 0–8% robežās. Augstāka sniega pelējuma attīstības pakāpe novērota laukos, kuros bija iespēja uzkrāties sniega sanesumiem.



1. att. Sārtā sniega pelējuma simptomi rudzu sējumā un tā ierosinātāja *Microdochium nivale* konīdijas.

Fig. 1. Symptoms of snow mould in a rye sowing and the conidia of its causal agent Microdochium nivale.

2025. gadā slimības izplatība bija zemāka un nevienai no šķirnēm nepārsniedza 3%. Literatūrā ir atrodama informācija, ka sniega pelējuma attīstību varētu ietekmēt audzēšanai izvēlētā šķirne (Prończuk et al., 2003), taču šajā pētījumā tas netika pierādīts.

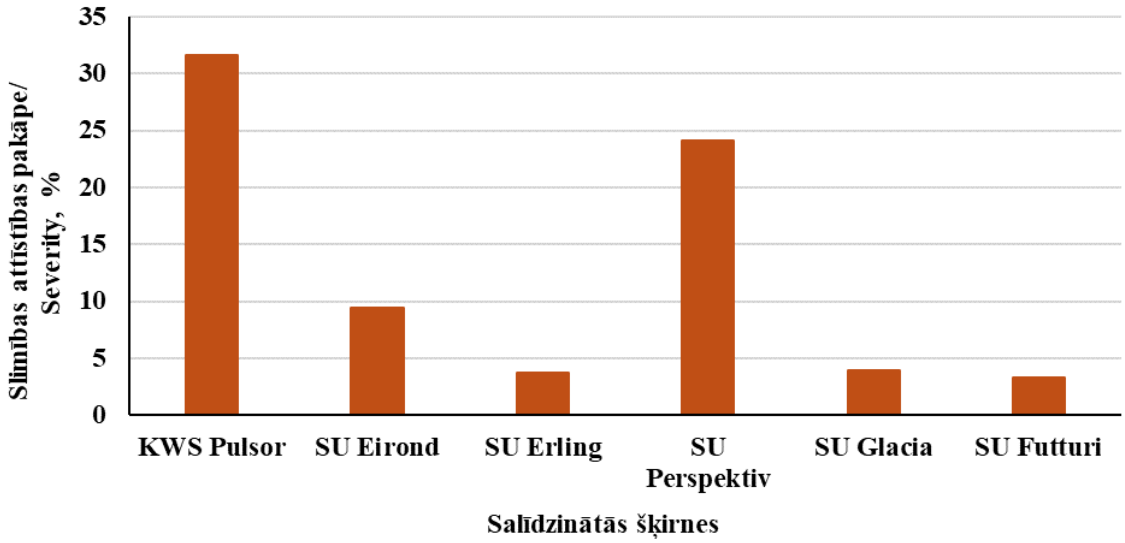
No lapu slimībām dominējošā bija stiebrzāļu gredzenplankumainība (ier. *R. secalis*) (2. att.). Salīdzinot slimības attīstību 2024. gadā vārpošanas fāzes vidū (50.–55. AE), jāsecina, ka arī attiecībā uz gredzenplankumainību novērojama lauka izvietojuma ietekme uz slimības attīstības pakāpi. Augstāka attīstības pakāpe novērota divos laukos, kas bija izvietoti meža ielokā un bija vairāk noēnoti. Auga lapas nožuva lēnāk, un tas veicināja gredzenplankumainības attīstību. Tas saskan ar literatūrā minēto, ka *R. secalis* attīstību veicina ilgstošs mitrums uz rudzu lapām. Mitrums nodrošina straujāku inficēšanos un jaunu konīdiju veidošanos (Bankina et al., 2013).

2. att. Stiebrzāļu gredzenplankumainības simptomi rudziem.
Fig. 2. Symptoms of eyespot in rye.

2025. gadā stiebrzāļu gredzenplankumainības attīstība nevienai no šķirnēm nepārsniedza 7%. Augstākais vērtējums bija šķirnei 'SU Erling' – 6.9%, pārējām šķirnēm – 'SU Elrond', 'SU Perspektiv', 'SU Futturi' un 'SU Glacia' slimības attīstības pakāpe variēja 2–3%.

Stiebrzāļu gredzenplankumainība novērojama arī citām labībām, piemēram, miežiem un tritikālei. Tomēr slimības simptomi rudziem un miežiem ir nedaudz atšķirīgi. Atšķirības novērojamas gan plankuma apmales krāsojumā (miežiem tie ir izteiktāki, tumši brūnākā krāsā) un arī plankumu novietojumā. Rudziem biežāk slimības simptomi novērojami lapu žāklītēs (2. att.).

Brūnās rūsas (ier. *P. recondita f. sp. secalis*) pirmie simptomi novēroti abos pētījuma gados un salīdzinoši agri, jau cerošanas fāzē. Tomēr tikai 2025. gadā slimības attīstības pakāpe pēdējā uzskaites reizē šķirnei 'KWS Pulsor' pārsniedza 30% un šķirņu izmēģinājumā šķirnei 'SU Perspektiv' pārsniedza 20% (3. att.). Šķirnes 'KWS Pulsor' sējums atradās vairāku kilometru attālumā no šķirņu salīdzināšanas izmēģinājuma lauka. Iegūtie dati šķirņu salīdzināšanas laukā pierāda, ka šķirnes izvēlei ir būtiska nozīme. Tas saskan arī ar literatūrā minēto, ka šķirņu ieņēmība pret brūno rūsu dažādām šķirnēm ir atšķirīga (Paraschivu et al., 2021).



3. att. Brūnās rūsas (ier. *Puccinia recondita f. sp. secalis*) attīstības pakāpe atkarībā no šķirnes, 2025. gads.
Fig. 3. Severity of brown rust (caused by Puccinia recondita f. sp. secalis) depending on rye variety, 2025.

Brūnās rūsas postīgums ir atkarīgs no slimības simptomu parādīšanās laika – jo agrāk sezonā parādās, jo slimība ir postīgāka. Ļoti bieži primārā inficēšanās notiek jau rudens periodā, un sēne var pārziemot uz inficētajiem rudziem (Tupits, Sooväli, 2010). Sēnes pustulas ir tumši oranžā krāsā un uz lapas izkārtotas neregulāri (4. att.).

4. att. Brūnās rūsas (ier. *Puccinia recondita f. sp. secalis*) pustulas uz rudzu lapas.
Fig. 4. Symptoms of brown rust (caused by Puccinia recondita f. sp. secalis) on a rye leaf.

Abus pētījuma gadus rudzu sējumos novēroti rudzu melnie graudi (ier. *C. purpurea*) (5. att.). Taču tos novēroja tikai augiem, kas auga gar tehnoloģiskajām sliedēm. Pārējā sējumā inficētas vārpas netika novērotas. To varētu skaidrot ar to, ka šie augi tika piebraukti un tiem veidojās atzalas. Pēc piebraukšanas tie attīstījās lēnāk, un arī to ziedēšana notika salīdzinoši vēlāk nekā pārējā laukā, tāpēc gaisā bija mazāk putekšņu, kas ir veicinošs faktors melno graudu izplatībai.

5. att. Rudzu melnie graudi (ier. *Claviceps purpurea*) vārpā.
Fig. 5. Ergot (caused by Claviceps purpurea) in a rye ear.

Veicot uzskaites gan 2024. gadā, gan 2025. gadā uz atsevišķām lapām novērotas arī lapu plankumainības, kuras biežāk saista ar kviešiem – kviešu lapu dzeltenplankumainība (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*) un pelēkplankumainība (ier. *Zymoseptoria tritici*). Tas nav nekas jauns, jo pētījumos minētās slimības Latvijā rudziem ir jau bijušas novērotas (Bankina u. c., 2012), taču tikai uz atsevišķiem augiem. Tomēr šo slimību novērošana rudzu sējumos apliecina, ka pētījumus nepieciešams turpināt, lai noskaidrotu, vai tiešām rudzus inficē tieši tie paši patogēni, kas kviešus, un potenciālo slimību postīgumu.

Secinājumi

1. Abos pētījuma gados rudzu sējumos novērots sniega pelējums, tā attīstības pakāpe variēja atkarībā no lauka 0–8% robežās 2024. gadā un atkarībā no šķirnes 0–3% robežās 2025. gadā.
2. Dominējošās lapu slimības rudzu sējumos Dienvidkurzemes reģionā 2024. un 2025. gadā bija stiebrzāļu gredzenplankumainība un brūnā rūsa. Brūnās rūsas attīstības pakāpe bija atkarīga no audzētās šķirnes un šķirnei 'KWS Pulsor' pārsniedza 30%.
3. Uz atsevišķam lapām novērotas arī lapu plankumainības – kviešu lapu dzeltenplankumainība (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*) un pelēkplankumainība (ier. *Zymoseptoria tritici*).

Abstract. *Rye (Secale cereale) ranks in sixth place in the world by cultivation area. In Europe, it is most widely grown in Poland, Germany, Denmark, and the Baltic countries. An important factor affecting rye yield is various fungal diseases observed during the growing season. In spring, when the vegetation season resumes, snow mould (caused by Microdochium nivale) can relatively often be observed in rye fields. Nearly every year, leaf scald (caused by Rhynchosporium secalis) and brown rust (caused by Puccinia recondita f.sp. secalis) spread in rye fields. The most significant ear diseases are Fusarium head blight (caused by Fusarium spp.) and ergot (caused by Claviceps purpurea), which substantially reduce grain quality. A study on the occurrence of rye diseases was conducted in 2024 and 2025 in the South Kurzeme region. In 2024, observations were carried out in ten different fields using one hybrid rye variety, 'KWS Pulsor'. In 2025, disease assessment was carried out in one field with 'KWS Pulsor' and in a comparative trial of hybrid varieties: 'SU Elrond', 'SU Perspectiv', 'SU Erling', 'SU Futturi', and 'SU Glacia'. Disease monitoring began at the renewal of the vegetation season (BBCH 31–32) and continued until the end of the milk development stage (BBCH 77–79). In both investigation years, snow mould was observed at the beginning of the growing season. Among leaf diseases, leaf scald and brown rust were dominant. In both years, ergot was only found on plants growing next to tramlines, but in 2024, the disease was more prominent. Further research is necessary to determine the impact of the diseases on rye yield and grain quality.*

Key words: *Microdochium, Rhynchosporium, Puccinia, Claviceps.*

Izmantotā literatūra

1. Bankina B., Kronberga A., Kokare A., Maļecka S., Bimšteine G. (2013). Development of rye leaf diseases and possibilities for their control. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B.*, Vol. 67, No. 3 (684), pp. 259–263.
2. Bankina B., Kronberga A., Kokare A., Maļecka S. (2012). Tritikāles un rudzu slimību ierobežošanas iespējas integrētā augu aizsardzībā. No: Zinātniski praktiskās konferences "Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija" rakstu krājuma. 106.–110. lpp.
3. Bankina B., Priekule I., Kokare A., Kronberga A., Lapiņš D. (2008). Melno graudu (ier. *Claviceps purpurea*) epidemioloģija. *Agronomijas vēstis* Nr. 10. 87.–93. lpp.
4. Ghafoor A. Z., Karim H., Studnicki M., Raza A., Javed H. H., Asghar M. A. (2024). Climate change and rye (*Secale cereale L.*) production: challenges, opportunities and adaptation. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*, pp. 1–15.
5. Irzykowska L., Kosiada T., Bojarzcruk J. (2015). The effect of environmental factors and plant genotype on the severity of *Claviceps purpurea* in winter rye. *Phytoparasitica*, 43, pp. 461–469.
6. Paraschivu M., Matei G., Cotuna O., Paraschivu M., Drâghici R. (2021). Reaction of rye cultivars to leaf rust (*P. recondita f. sp. secalis*) in the context of climate change in dry area in southern Romania. *Agronomy*, Vol. LXIV, No. 1, pp. 500–507.
7. Pekša K., Bankina B. (2019). Characterization of Puccinia recondita, the causal agent of brown rust: A review. ***In****: Research for rural development – 2019: annual 25th international scientific conference proceedings,* Jelgava, May 2019, Vol. 2, pp. 70–76.
8. Prończuk M., Madej L., Kolasińska I. (2003). Research for resistance to *Microdochium nivale* among inbred lines of rye. *Plant Breeding and Seed Sciences*, Vol. 48 (no2/2), pp. 79–86.
9. Tupits I., Sooväli P. (2010). The occurrence and severity of rust diseases of winter rye in Estonian climate conditions. *Agronomy Research* 8 *(Special Issue III)*, pp. 735–735.

ZIEMAS KVIEŠU ŠĶIRŅU UN SELEKCIJAS LĪNIJU UN TO MAISĪJUMU GRAUDU RAŽAS UN KVALITĀTES NOVĒRTĒJUMS

EVALUATION OF GRAIN YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT VARIETIES, BREEDING LINES, AND THEIR MIXTURES

Solveiga Maļecka, Vija Strazdiņa, Margita Damškalne
Agroresursu un ekonomikas institūts,
arei@arei.lv

Kopsavilkums. *Augsta un kvalitatīva kviešu raža ir atkarīga ne tikai no šķirnes ģenētiskā potenciāla, bet arī no pielietotās audzēšanas tehnoloģijas un meteoroloģiskās situācijas augu veģetācijas laikā. Lai pielāgotos dažādām klimatiskajām pārmaiņām un situācijām, tiek meklētas iespējas iegūt pietiekami augstas ražas arī ekstremāli nelabvēlīgos apstākļos. Pēdējos gados zinātnieku pētījumi apliecina, ka ražošanas sējumos, izmantojot šķirņu maisījumus, paaugstinās gan ražas stabilitāte, gan graudu kvalitāte, salīdzinot ar homogēnajām šķirnēm. Izvērtējot Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Stendes pētniecības centra (SPC) iekārtotajos izmēģinājumos Latvijā izveidotās ziemas kviešu šķirnes, selekcijas līnijas un to maisījumus divos slāpekļa mēslojuma fonos N150 un N170, viena gada pētījuma rezultāti parādīja, ka, veidojot maisījumus no atšķirīgiem genotipiem ar atšķirīgām saimnieciskām īpašībām, ne vienmēr iespējams iegūt salīdzinoši augstāku ražu, salīdzinot ar tīrsējā audzētajiem genotipiem. Genotipi ar augstu graudu ražu un kvalitāti kā 'Brigens', F-16-34 un F-15-176 arī šķirņu maisījumos, lietojot N170, uzrādīja nedaudz augstāku ražu, salīdzinot ar abiem komponentiem tīrsējā. Graudu kvalitātes rādītāji (tilpummasa, proteīna un lipekļa saturs), lietojot N170, bija līdzvērtīgi vai pārsniedza šķirnes 'Brigens' rādītājus.*
Atslēgas vārdi: *ziemas kvieši, šķirnes, selekcijas līnijas, maisījumi, raža, kvalitāte.*

Ievads

Neprognozējamās un krasās meteoroloģisko apstākļu izmaiņas augu veģetācijas perioda laikā, kā arī slimību un kaitēkļu masveida savairošanās, ir apdraudējums kviešu ražai un graudu kvalitātei. Lai veicinātu ekonomiski stabilāku videi draudzīgu saimniekošanu, vairāk jāizmanto ziemas kviešu ģenētiskā daudzveidība gan selekcijas procesā, atlasot apkārtējai videi piemērotākos genotipus un veidojot populācijas, gan arī, meklējot jaunas iespējas – ražošanas sējumos izmantot šķirņu maisījumus (Strazdiņa, Beinaroviča, Legzdiņa, 2012). Pēdējos gados kviešu lielražotāju valstīs gan Eiropā, gan arī ASV un Kanādā ir pieaugusi interese par šķirņu maisījumu izmantošanu ražošanas sējumos. Pētījumi apliecina, ka, izmantojot vairāku šķirņu maisījumus, paaugstinās ražas stabilitāte un iespēja iegūt pietiekami augstas ražas arī ekstremāli nelabvēlīgos meteoroloģiskajos apstākļos, salīdzinot ar šķirnēm tīrsējā (Vestergaard, Jorgensen, 2024). Dānijā, Francijā un citās valstīs šķirņu maisījumu izmantošana ar katru gadu pieaug, un ražošanas sējumos izmanto arvien plašāk, lai ierobežotu augu slimību un kaitēkļu izplatību, tādējādi samazinātu arī augu aizsardzības līdzekļu lietojumu, palielinātu augu noturību pret veldri, uzlabotu ūdens un barības vielu izmantošanu (Jørgensen et al., 2021). Pētījuma mērķis bija izvērtēt Latvijā izveidoto ziemas kviešu šķirņu, selekcijas līniju un šķirņu maisījumu graudu ražu un kvalitāti konvencionālajā audzēšanas sistēmā, izmantojot dažādas audzēšanas tehnoloģijas.

Materiāli un metodes

AREI Stendes pētniecības centrā 2024./2025. gada rudenī (lauciņa platība 12 m^2, četros atkārtojumos) iekārtoja izmēģinājumu ar divām Latvijas augu šķirņu katalogā reģistrētām ziemas kviešu šķirnēm 'Brigens' un 'Umberto', un divām selekcijas līnijām F-15-176 (Produzent/06-60) un F-16-34 (Elixer/Juliuss), kā arī šķirņu maisījumiem: 'Brigens' + 'Umberto' + F-15-176 (M1), 'Brigens' + 'Umberto' (M2), Brigens + F-16-34 (M3) un Brigens + F-15-176 (M4). Šķirņu un perspektīvo līniju maisījumi tika sagatavoti (attiecība 50:50), ņemot vērā atšķirības starp šķirņu veģetācijas perioda ilgumu, slimību izturību un veldres noturību. Pielietotie agrotehniskie pasākumi redzami 1. tabulā. Ar tiešo uzskaites metodi iegūtā graudu raža pārrēķināta pie 100% tīrības un bāzes mitruma 14%. Graudu kvalitātes rādītāju (proteīna un lipekļa saturs, Zeleny indekss un tilpummasas) analīzes veiktas, izmantojot ekspresmetodi (Infratec Nova 6), 1000 graudu masu (TGM) noteica pēc ISTA (International Seed Testing Association) metodikas. Datu matemātisko apstrādi īstenoja ar "Microsoft Excel for Windows 2013" programmas paketi, izmantojot vienfaktora dispersijas analīzi ar četriem atkārtojumiem. Aprēķinu veica atsevišķi katrai slāpekļa mēslojuma normai.

1. tabula *Table 1*

Izmēģinājuma metodika un apstākļi ziemas kviešiem
Trial methodology and conditions for winter wheat

Slāpekļa mēslojuma normas *N / Fertilizer application rates*	1. variants N150 (80+70) + H+R1+F1+F2	
	2. variants N170 (80+55+35) + H+R1+R2+F1+F2	
Augsnes tips / *Soil type*	Velēnu podzolētā, viegls morēnu smilšmāls	
Augsnes raksturojums / *Soil characteristics*	pH $_{KCl}$ 6.31–6.64, organiskā viela 1.83–2.03%, K_2O 200.5–261.5 mg kg^{-1}, P_2O_5 356.4–422.8 mg kg^{-1}	
Augsnes apstrāde / *Soil processing*	Rudens arums šļūkts un kultivēts, ievērojot vienīgās atšķirības principu	
Priekšaugs / *Precrop*	Ziemas rapsis	
Pamatmēslojums / *Pre-plant fertilizers*	Yara Mila NPK(S) 10-24-24 (7) 350 kg ha^{-1}	20.09.2024.
Papildmēslojums / *Top dressing fertilizers*	AXAN N27-S4 veģetācijai atjaunojoties – 300 kg ha^{-1}; Stiebrošanas sākumā N70 jeb 260 un N55 jeb 204 kg ha^{-1}; Vārpošanas fāzē N35 jeb 130 kg ha^{-1}	27.03.2025. 29.04.2025. 03.06.2025.
Sēklas / *Seeds*	Kodinātas ar Celest Trio 1.5 L t^{-1} + ūdens 5.5 L t^{-1}	
Izsējas norma / *Sowing rate*	450 dīgtspējīgas sēklas uz m^2	
Sēja / *Sowing*	Ar sējmašīnu "Wintersteiger" (sējas platums 1.2 m)	24.09.2024.
Herbicīdi / *Herbicides* (H)	Komplet 0.5 L ha^{-1} (flufenacets 280 g L^{-1}, diflufenikāns 280 g L^{-1}) rudenī pēc sadīgšanas; Starane 0.3 L ha^{-1} (fluroksipirs, 333 g L^{-1}) + Nuance 0.02 kg ha^{-1} (metil-tribenurons, 750 g kg^{-1})	07.10.2024. 25.05.2025.
Retardanti / *Plant growth regulator* (R1, R2)	Moddus 250 EC 0.4 L ha^{-1} (etil-trineksapaks 250 g L^{-1}), Medax Max 0.5 L ha^{-1} (kalcija proheksadions 50 g kg^{-1}, etil-trineksapaks 75 g kg^{-1}) 47.–49. AE	27.04.2025. 05.06.2025.
Fungicīdi / *Fungicides* (F1, F2)	Falkon Forte 0.6 (protiokonazols 53 g L^{-1}, spiroksamīns 224 g L^{-1}, tebukonazols 148 g L^{-1}) 31.–33. AE; Ascra Xpro 1.5 L ha^{-1} (protiokonazols130 g L^{-1}, biksafēns 65 g L^{-1}, $^{-1}$ fluoprams 65 g L) 47.–49. AE	01.05.2025. 04.06.2025.
Ražas novākšana / *Harvest*	Ar izmēģinājumu kombainu "Wintersteiger Delta"	14.08.2025.

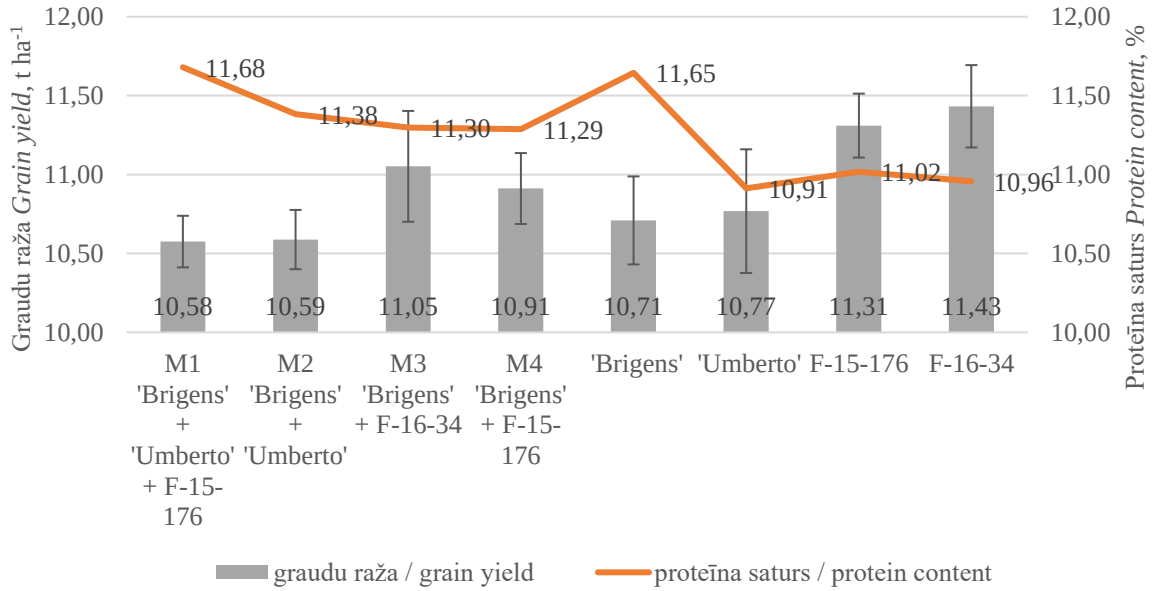
Meteoroloģiskie apstākļi

Sējas laikā 2024. gada rudenī gaisa temperatūra un augsnes mitrums bija optimāli ziemas kviešu vienmērīgai sadīgšanai un tālākai attīstībai, arī turpmākie ziemošanas apstākļi bija ļoti labvēlīgi. Atsākoties augu veģetācijai, ziemāju stāvoklis izmēģinājumu laukā tika novērtēts kā labs. Pavasara un vasaras periods bija vēss un lietains. Augustā vidējā gaisa temperatūra bija par 1 °C zemāka nekā vidējā ilggadējā temperatūra, bet nokrišņu daudzums – tuvu normai. Ziemas kviešiem veģetācijas laikā izveidojās augsts ražas potenciāls, bet graudu kvalitāti negatīvi ietekmēja pārliekais mitrums ražas novākšanas laikā.

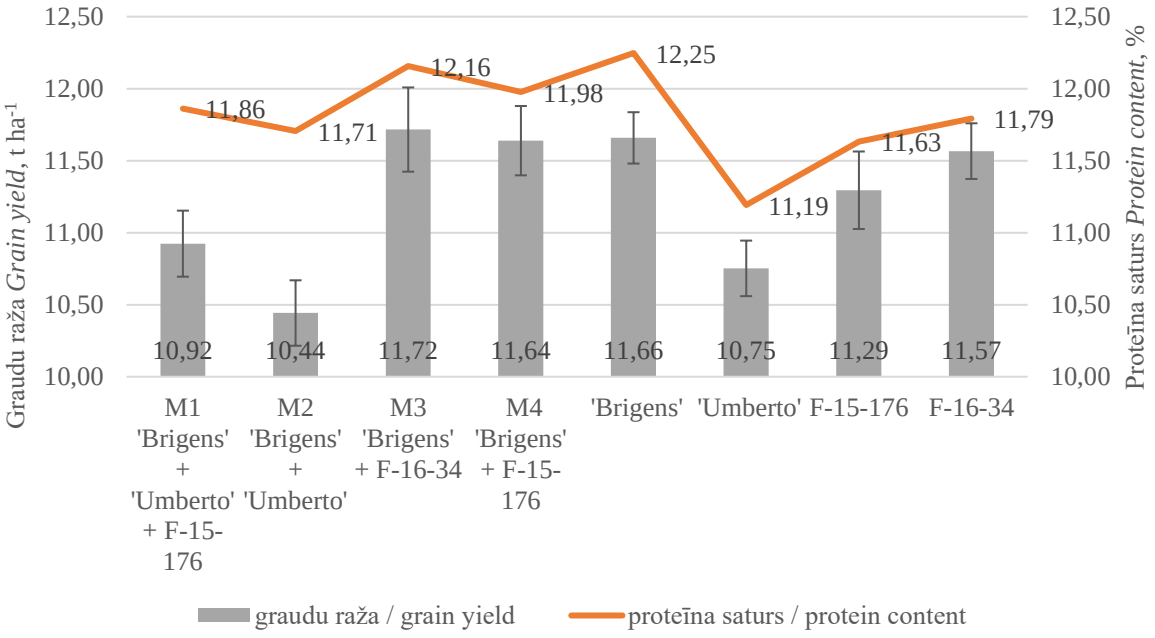
Rezultāti un diskusijas

Dažādu valstu zinātnieku pētījumi pēdējos gados apliecina, ka, palielinot ģenētisko daudzveidību, tiek stiprināta agroekosistēmas funkcionēšana un mazināta globālo klimata pārmaiņu negatīvā ietekme uz kviešu ražu un graudu kvalitāti (Fletcher et al., 2019; Wuest et all. 2021; Reiss, Drinkwater, 2018). Kviešu audzēšana maisījumos ir potenciāls produktivitātes, stabilitātes un noturības paaugstināšanai, salīdzinot ar šķirnēm tīrsējā, nelabvēlīgos meteoroloģiskajos apstākļos (Jørgensen et al., 2021;Vestergaard, Jorgensen, 2024; Isbell et al., 2017). Izmēģinājumā izvēlētās ziemas kviešu šķirnes un selekcijas līnijas ir izveidotas AREI Stendes pētniecības centrā. Tās ir ziemcietīgas, piemērotas audzēšanai Baltijas reģionā. Ziemas kviešu šķirne 'Brigens' (standarts) raksturojama ar augstu ražas potenciālu un labu graudu kvalitāti, vidēji veldres un slimību izturīga. Ziemas kvieši 'Umberto' ir vēlīnāka, salīdzinot ar šķirni 'Brigens', raksturojama ar labu veldres un slimību izturību, graudu kvalitāte vairāk piemērota pārstrādei un lopbarībai. Jaunās, perspektīvās selekcijas līnijas F-16-34 un F-15-176 pašlaik atrodas pārbaudē, tām tiek veikts atšķirīguma viendabīguma un stabilitātes (AVS) un saimniecisko īpašību (SĪN) tests. Abas līnijas ir augstražīgas, graudu kvalitāte piemērota pārtikas graudu ieguvei.

Izmēģinājumā iegūtā graudu raža, lietojot slāpekļa mēslojumu N150, bija robežās no 10.58 līdz 11.43 t ha^{-1}, bet, lietojot slāpekļa mēslojumu N170, no 10.44 līdz 11.72 t ha^{-1}.



1. att. Ziemas kviešu šķirņu, līniju un to maisījumu graudu raža (t ha^{-1}) un proteīna saturs sausnā (%) pie slāpekļa mēslojuma normas (N150): $RS_{0.05}$ graudu ražai – 0.423; $RS_{0.05}$ proteīna saturam – 0.407.
Fig. 1. Grain yield and protein content of winter wheat varieties, lines, and their mixtures under a nitrogen fertilisation rate of N150: $LSD_{0.05}$ grain yield – 0.423; $LSD_{0.05}$ protein content – 0.407.



2. att. Ziemas kviešu šķirņu, līniju un to maisījumu graudu raža (t ha^{-1}) un proteīna saturs sausnā (%) pie slāpekļa mēslojuma normas (N170): $RS_{0.05}$ graudu ražai – 0.364; $RS_{0.05}$ proteīna saturam – 0.322.
Fig. 1. Grain yield and protein content of winter wheat varieties, lines, and their mixtures under a nitrogen fertilisation rate of N170: $LSD_{0.05}$ grain yield – 0.364; $LSD_{0.05}$ protein content – 0.322.

Visaugstāko graudu ražu mēslojuma variantā N150 uzrādīja selekcijas līnija F-16-34 (11.43 t ha^{-1}), bet mēslojuma variantā N170 šķirne 'Brigens', ar graudu ražu 11.66 t ha^{-1}. Šķirnei 'Umberto' abos mēslojuma variantos iegūtā graudu raža bija līdzīga, tā variēja no 10.75 līdz 10.77 t ha^{-1}. Abos mēslošanas variantos augstu ražu nodrošināja arī selekcijas līnija F-15-176 (11.31 un

11.29 t ha^{-1}). Veidojot šķirņu maisījumus, jāņem vērā šķirņu veģetācijas perioda garums, izturība pret slimībām un veldri, spēja uzņemt barības vielas un savstarpējā konkurētspēja (Vestergaard, Jorgensen, 2024). Izvērtējot šķirņu maisījumu ražību, visaugstākā graudu raža abos mēslojuma variantos bija šķirnes 'Brigens' un selekcijas līnijas F-16-34 maisījumam (M3) – 11.05 un 11.72 t ha^{-1}. Maisījuma 'Brigens' + F-15-176 (M4) graudu raža bija robežās no 10.91 līdz 11.66 t ha^{-1}, bet audzējot maisījumā šķirnes 'Brigens' + 'Umberto' (M2), graudu raža bija zemāka, salīdzinot ar abām maisījumā izmantotajām šķirnēm tīrsējā. Maisījums 'Brigens' + 'Umberto' + F-15-176 (M1) uzrādīja augstāko graudu ražu variantā N170 – 10.92 t ha^{-1}, kas bija nebūtiski augstāka kā šķirnei 'Umberto', bet būtiski zemāka, salīdzinot ar šķirni 'Brigens'.

Graudu kvalitātes rādītāji izmēģinājumā abos variantos bija atšķirīgi starp genotipiem, izmantotajiem maisījumiem un mēslojuma variantiem. Visaugstākais proteīna saturs mēslojuma variantā N150 bija maisījumam M1 un šķirnei 'Brigens' – attiecīgi 11.68 un 11.65%, bet variantā N170 – šķirnei 'Brigens' un maisījumam M3 – attiecīgi 12.25 un 12.16%. Graudu tilpummasas rādītāji abos mēslojuma variantos, izņemot šķirni 'Umberto', bija atbilstoši pārtikas graudu standartam. Visaugstākā TGM, kā arī lipekļa saturs izmēģinājumā bija šķirnei 'Brigens' un maisījumiem M3 un M4.

2. tabula *Table 2*

Ziemas kviešu šķirņu, selekcijas līniju un maisījumu graudu kvalitāte mēslojuma variantos N150 un N170 2025. gadā

Grain quality traits of winter wheat variety breeding lines and mixtures under two nitrogen levels, N150 and N170, in 2025

Genotips / *Genotype*	TGM, g / *TKW*		Tilpummasa, kg L^{-1} / Test weight		Lipekļa saturs, % / *Gluten content*	
	N150	N170	N150	N170	N150	N170
'Brigens'	41.28	42.65	77.89	78.01	23.80	25.44
'Umberto'	32.63	32.19	69.86	70.37	20.40	21.24
F-15-176	37.79	37.65	77.84	78.65	22.34	23.70
F-16-34	38.79	39.23	76.43	76.83	21.79	24.50
'Brigens' + 'Umberto' + F-15-176 (M1)	37.42	38.09	75.82	77.96	22.42	23.10
'Brigens' + 'Umberto' (M2)	36.55	36.86	75.82	77.96	21.58	22.24
'Brigens' + F-16-34 (M3)	41.10	41.37	78.08	78.04	22.07	24.23
'Brigens' + F-15-176 (M4)	41.06	41.80	78.90	80.17	22.03	23.63
$RS_{0.05}$ $LSD_{0.05}$	0.894	1.156	1.136	1.072	1.367	0.765

Secinājumi

1. Pirmā gada rezultāti apliecina, ka, audzējot šķirnes maisījumos, ir iespējams iegūt augstu ražu un labu graudu kvalitāti, izvēloties genotipus, kas spēj savstarpēji pielāgoties, ir augstražīgi un ar labu graudu kvalitāti.
2. Maisījumam izvēloties genotipus ar atšķirīgu veģetācijas perioda ilgumu, cerošanas spēju un atšķirīgu graudu ražas potenciālu un graudu kvalitāti, rezultātā tiek iegūta nebūtiski augstāka graudu raža un kvalitātes rādītāji, salīdzinot ar vājāko komponentu, bet tā ir zemāka nekā spēcīgākajam konkurentam.
3. Nodrošinot augiem pietiekamas barības vielas, pieaug graudu raža un kvalitātes rādītāji visiem izmēģinājumā izmantotajiem ziemas kviešu genotipiem.
4. Uzsāktie pētījumi par ziemas kviešu šķirņu maisījumiem ir jāturpina, noskaidrojot optimālo komponentu skaitu, proporcijas un savstarpējo mijiedarbību atšķirīgos meteoroloģiskajos apstākļos.

Abstract. *In order to make farming more economically stable, the genetic diversity of winter wheat should be used. Mixing of wheat genotypes will be an effective ecological measure to buffer the negative impacts of global climate change. Mixtures of varieties can be used as an alternative to line varieties. The aim of the study was to evaluate and compare the grain yield, quality and other economically useful features of the 2 winter wheat varieties 'Brigens' and 'Umberto', two breeding lines F-15-176 (Produzent/06-60) and F-16-34 (Elixer/Juliuss), and mixtures: 'Brigens' + 'Umberto' + F-15-176 (M1), 'Brigens' + 'Umberto' (M2), Brigens + F-16-34 (M3), and 'Brigens' + F-15-176 (M4) under the*

two nitrogen levels N150 and N170. One-year results showed that there was a sufficiently higher grain yield for a new breeding line, F-16-34, and mixture 'Brigens' + F-16-34 (M3). Grain quality traits were very variable for all genotypes. There was a higher protein and gluten content, TKW and test weight for the variety 'Brigens' and 'Brigens' + F-16-34 (M3).

Izmantotā literatūra

1. Fletcher A., Ogden G., Sharma D. (2019). Mixing it up – wheat cultivar mixtures can increase yield and buffer the risk of flowering too early or too late. *European Journal of Agronomy*, Vol. 103, pp. 90–97.
2. Isbell F., Adler P. R., Eisenhauer, Fornara N. D., Kimmel K., Kremen C., Letourneau D. K., Liebman M., Polley H. W., Quijas S., Scherer-Lorenzen M. (2017). Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *J. Ecol.*, Vol. 105 (4), pp. 871–879.
3. Jørgensen L. N., Heick T. M., Matzen N., Almskou-Dahlgaard A. (2022). Control of wheat diseases. *Applied Crop Protection* 2021, DCA Report No. 204, Aarhus Universitet, Tjele, pp. 16–42.
4. Vestergaard, N. F., Jørgensen, L. N. (2024). Variety mixtures of winter wheat: a general status and national case study. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 131 (4), pp. 1127–1136.
5. Wuest S. E., Peter R., Niklaus P. A. (2021). Ecological and evolutionary approaches to improving crop variety mixtures. *Nat. Ecol. Evol*., Vol 5 (8), pp. 1068–1077.
6. Reiss E. R., Drinkwater L. E. (2018). Cultivar mixtures: a meta-analysis of the effect of intraspecific diversity on crop yield. *Ecol. Appl*., Vol. 28 (1), pp. 62–77.
7. Strazdina V., Beinaroviča I., Legzdiņa L. (2012). Use of genetic diversity in breeding programs for organic farming. *In*: *Proceedings of the 19th EUCARPIA General Congress*: "Plant Breeding for Future Generations", Budapest, Hungary, 21–24 May 2012, p. 447.

DAUDZGADĪGO ZĀLAUGU ŠĶIRŅU DEMONSTRĒJUMA REZULTĀTI PIRMAJOS DIVOS IZMANTOŠANAS GADOS

THE PRODUCTIVITY OF PERENNIAL GRASSES AND FORAGE LEGUME VARIETIES IN THE FIRST TWO YEARS OF USE

Sarmīte Rancāne, Vija Stesele, Aija Rebāne, Aldis Jansons, Gaļina Jermuša, Aivars Jermušs
LBTU LPTF Zemkopības institūts
sarmite.rancane@lbtu.lv

Kopsavilkums. *Dzīvnieku nodrošināšanai ar lopbarību vasaras un ziemas periodā būtiski ir veidot ražīgus daudzgadīgo zālaugu zelmeņus ar augstu lopbarības kvalitāti, ko lielā mērā var nodrošināt augšanas un lopbarības sagatavošanas apstākļiem atbilstošu sugu un šķirņu izvēle audzēšanai tīrsējā un maisījumos. Lai demonstrētu atšķirīgu lopbarības tauriņziežu un stiebrzāļu šķirņu ražības potenciālu vienādos audzēšanas apstākļos, velēnu vāji podzolētā mālsmilts augsnē tika iekārtots šķirņu salīdzinājums, kurā tika vērtētas atšķirīgas šķirņu īpašības, galveno akcentu liekot uz sausnas ražu. Šajā rakstā apkopoti pirmo divu izmantošanas gadu (2024.–2025.) rezultāti. Meteoroloģisko apstākļu ziņā tās bija divas krasi atšķirīgas sezonas – pastiprināts sausums un karstums 1. izmantošanas gadā un ilgstošas lietavas ar 2–3 reizes lielāku kopējo mēneša nokrišņu summu salīdzinājumā ar ilggadīgiem vidējiem 2. izmantošanas gadā. Ražīgākā suga bija sarkanais āboliņš – vidējā sausnas raža divos izmantošanas gados 10.67 t ha^{-1} un atkarībā no šķirnes svārstījās no 8.62 līdz 12.14 t ha^{-1}. Stiebrzāļu vidū ražīgākās bija niedru auzene 10.42 t ha^{-1} (8.16–11.63) un kamolzāle 10.37 t ha^{-1} (9.98–10.76). Augstas ražas (virs 9 t ha^{-1}) nodrošināja pļavas auzene un miežabrālis. Tikai nedaudz atpalika auzeņairene, ganību airene un timotiņš (sausnas raža >8.5 t ha^{-1}). Pazemināta augsnes pH apstākļos savu ražības potenciālu nenodrošināja lucerna – vidējā sausnas raža tikai 7.29 t ha^{-1}. Liela nozīme gan agrīnuma, gan ziemcietības, zelmeņa kvalitātes un ražības ziņā bija konkrētai šķirnei.*
Atslēgas vārdi: *sausnas raža, šķirne, stiebrzāles, tauriņzieži.*

Ievads

Daudzgadīgo zālaugu zelmeņi ir lopbarības ražošanas pamats. Liela nozīme ir ne tikai sugas, bet arī piemērotas šķirnes izvēlei. Selekcionāri nepārtraukti strādā pie jaunu, augstražīgu šķirņu veidošanas ar uzlabotām ziemcietības un ilgmūžības spējām (Bērziņš u. c., 2018). Lai pilnvērtīgi izmantotu daudzgadīgo zālaugu potenciālu, ir jāizvēlas augšanas un klimatiskajiem apstākļiem atbilstošas sugas un šķirnes. Nereti tām mēdz būt specifiskas audzēšanas prasības. Vietējās šķirnes parasti ir labāk pielāgojušās konkrētiem audzēšanas un klimatiskajiem apstākļiem (Liatukiene et al., 2024), taču ne visām sugām ir ekonomiski izdevīgi ražot sēklas uz vietas, tāpēc izmēģinājumos tiek salīdzinātas vietējās ar ārvalstu šķirnēm. Pētījuma mērķis bija demonstrēt lopbarības ražošanā biežāk izmantoto zālaugu sugu un piedāvāto šķirņu klāstu – gan Latvijā selekcionētās un audzētās, gan ārvalstu šķirnes, kā arī vērtēt jaunos, perspektīvos numurus uz ražošanā izmantoto šķirņu fona.

Materiāli un metodes

No 2022. līdz 2025. gadam LBTU Zemkopības institūtā Skrīveros velēnu vāji podzolētā augsnē demonstrējumu projekta ietvaros divos atkārtojumos tika vērtētas dažādu tauriņziežu un stiebrzāļu sugas un šķirnes – to agrīnums, ziemcietība, zelmeņa kvalitāte, sausnas raža. Vidējie augsnes agroķīmiskie rādītāji: organiskās vielas saturs 2.4%; augsnes pH KCl 5.5; P_2O_5 129 mg kg^{-1}; K_2O 108 mg kg^{-1}. Demonstrējumā tika iekļautas pavisam 82 šķirnes, t. sk.: sarkanais āboliņš (13); baltais āboliņš (5); bastardāboliņš (3); lucerna (17); sējas esparsete (2), vanagnadziņi (1); daudzgadīgā mazalkaloīdā lupīna (1); pļavas auzene (7); niedru auzene (5); sarkanā auzene (1); ganību airene (10); viengadīgā airene (2); auzeņairene (4); timotiņš (3); lapsaste (1); kamolzāle (2); miežabrālis (2); pļavas skarene (1); aitu auzene (1) un raupjā auzene (1).

Šķirņu salīdzinājumu sēja veikta 2023. gada 6.–7. jūnijā. Sējas gada (2023) veģetācijas periods raksturojams ar nepieredzētu sausuma periodu gandrīz trīs mēnešu garumā. Tas aizkavēja zālaugu šķirņu optimālu dīgšanu un attīstību sējas gadā. Pirmajā lietošanas gadā (2024) vidējās gaisa temperatūras jau no paša gada sākuma pārsniedza ilggadējos vidējos rādītājus, lietus lija ļoti nevienmērīgi, bieži tika novēroti sausuma periodi ar izteikti lokālām lietusgāzēm. Maijā fiksēti tikai 15.4 mm, vēl skaudrāki apstākļi bija jūnijā, kad nokrišņu daudzums visa mēneša laikā sasniedza tikai 7.8 mm. Arī jūlijā un septembrī nokrišņu daudzums bija stipri zem normas. Otrā izmantošanas gada (2025) veģetācijas periods bija izteikti lietains un vēss. Nokrišņu daudzums atsevišķos mēnešos normu pārsniedza

vairākkārtīgi. Kopumā var secināt, ka zālaugu šķirnes tika vērtētas divās krasi atšķirīgās sezonās – kritiski sausajā 1. izmantošanas gadā (2024) un pārmitrajā, vēsajā 2. izmantošanas gadā (2025).

Šķirņu zelmeņu salīdzināšanas un kvalitātes vērtēšanas nolūkos tika veikti dažādi fenoloģiskie novērojumi, t. sk.: vērtēta šķirņu attīstība jeb agrīnums, fiksējot plaukšanas sākuma datumu; vizuāli 9 ballu skalā vērtēta ziemcietība un zelmeņa kvalitāte. Zaļmasas ražas uzskaites tika veiktas, izmantojot zaļmasas kombainu "Haldrup" – šķirņu ražība noteikta, veicot pļaušanu vairākas reizes sezonā (3 līdz 5 reizes, atkarībā no sugas un šķirnes) optimālas augu attīstības fāzē.

Rezultāti un diskusijas

Pirmajos divos izmantošanas gados veiktie šķirņu vērtējumi un uzskaites parāda atšķirības kā šķirņu, tā sugu starpā gan sausnas ražas, gan arī zelmeņa kvalitātes un noturības ziņā. Demonstrējumā ziemcietības vērtējumi sarkanajam āboliņam 1. izmantošanas gadā svārstījās diezgan plašā amplitūdā – no 5.5 līdz 9.5 ballēm (1. tab.); baltajam āboliņam no 4 līdz 9 ballēm, savukārt bastarda āboliņa šķirnes, neskatoties uz labo ziemcietību (9.5–10 balles), 2. izmantošanas gadā stipri izretinājās.

1. tabula *Table 1*

Dažādu āboliņa sugu un šķirņu vērtējumi un vidējā sausnas raža divos izmantošanas gados
The assessment and dry matter yield of various clover species and varieties in two years of use

N. p. k.	*Šķirne/ Variety*	*Ziemcietība 1. izmant. gadā/ Winter hardiness in the 1st year of use**	*Zelmeņa kvalitāte/ Assessment of sward quality***	*Sausnas raža/ Dry matter yield, t ha^{-1}*		
				1. izmant. gads/ 1st year of use	*2. izmant. gads/ 2nd year of use*	*Vidēji 2 gados/ On average in two years*
Sarkanais āboliņš (Trifolium pratense L)				*9.79*	*11.54*	*10.67*
1	Spurt	8.5	8.2	11.30	12.71	12.01
2	Respect	8.5	8.2	11.27	12.98	12.14
3	Violetta	5.5	5.8	7.39	9.85	8.62
4	Bonus	7.5	7.5	10.47	12.85	11.66
5	Marita	9	8.7	10.18	11.26	10.72
6	RGT Javva	7	7.3	8.73	12.18	10.46
7	Skrīveru tetra	8.5	8.3	9.63	12.29	11.46
8	Callisto	8.5	8.5	10.37	12.18	11.31
9	Jancis	9	8.6	9.64	11.71	10.67
10	Raunis	9.5	8.8	9.06	10.31	9.68
11	Dižstende	8	8.2	9.27	10.78	10.03
12	Sandis	9	8.5	9.22	10.30	9.76
13	Dīvaja	9	8.5	9.71	10.49	10.10
Baltais āboliņš (Trifolium repens L)				*4.81*	*5.00*	*4.91*
1	Daile	9	8.7	4.56	5.40	4.98
2	Suduviai	8.5	8.5	5.94	5.16	5.55
3	Apolo	4	5.3	3.00	4.16	3.58
4	Tasman	7	7.2	4.89	5.65	5.27
5	Hebe	9	8.3	5.67	4.66	5.16
Bastarda āboliņš (Trifolium hybridum L)				*5.99*	*4.26*	*5.12*
1	Menta	9.5	8.8	5.48	4.23	4.85
2	Namejs	10	9.0	6.16	3.92	5.04
3	Frida	9.5	8.7	6.32	4.63	5.48

* – vērtējums ballēs (1–9): 1 – ļoti vāji, praktiski iznīcis; 9 – izcili, bez acīmredzamiem bojājumiem/ *Score (on a scale of 1–9): 1 – very poor, practically destroyed; 9 – excellent, without obvious damage;*
**– zelmeņa vizuālais vērtējums ballēs (1–9): 1 – ļoti vājš, izretinājies un neveselīgs; 9 – ļoti labs, blīvs, veselīgs/ *Visual assessment of the sward (score 1–9): 1 – very weak, thinned and unhealthy; 9 – very good, dense, healthy* .

Ražīgākā tauriņziežu suga konkrētajos apstākļos pirmajos divos izmantošanas gados bija sarkanais āboliņš – vidējā šķirņu raža 10.67 t ha^{-1} (8.62–12. 14 t ha^{-1} atkarībā no šķirnes). Ievērojami zemākas ražas ievāktas no baltā āboliņa – vidēji divos gados 4.94 t ha^{-1} (3.58–5.55 t un bastarda āboliņa šķirnēm – 5.12 t ha^{-1} (4.85–5.48 t ha^{-1}). Baltais un bastarda āboliņš ir mitrumprasīgas sugas (Chmelíkova, Hejcman, 2012), pastiprinātie sausuma un karstuma apstākļi sējas un pirmajā izmantošanas gadā traucēja to pilnvērtīgu attīstību, zelmenis izretojās un iegūtās ražas bija zemas līdz vidējas.

Lucernas vidējā sausnas raža bija 7.29 t ha^{-1} (4.36–9.38 t ha^{-1}) (2. tab.), tas uzskatāmi parāda, ka lucernas audzēšanai nepieciešamas vāji skābas līdz neitrālas augsnes ar pH KCl > 6.2, palielināta augsnes skābuma apstākļos tā nespēj pilnvērtīgi attīstīties un nodrošināt šķirņu potenciālo ražību, liela nozīme ir arī šķirnei (Liatukiene et al., 2024). Vanagnadziņu vidējā sausnas raža bija 4.82 t ha^{-1} (2.tab.). Vanagnadziņi parasti neizceļas ražības ziņā, bet tiem piemīt daudzas priekšrocības, t. sk. augsta lopbarības kvalitāte, sausumizturība, ilggadība, kā arī spēja augt atšķirīgos augsnes apstākļos.

2. tabula *Table 2*

Lucernas un vanagnadziņu vērtējumi un vidējā sausnas raža divos izmantošanas gados
The assessment and dry matter yield of Medicago ssp. and Lotus corniculatus L. in two years of use

N. p. k.	*Šķirne/ Variety*	*Ziemcietība 1. izmant. gadā/ Winter hardiness in the 1st year**	*Zelmeņa kvalitāte/ Assessment of sward quality***	*Sausnas raža/ Dry matter yield, t ha^{-1}*		
				1. izmant. gads/ 1st year of use	*2. izmant. gads/ 2nd year of use*	*Vidēji 2 gados/ On aver. in two years of use*
Lucerna *(Medicago ssp.)*				*5.73*	*8.85*	*7.29*
1	Skrīveru	9.5	8.1	9.14	7.17	8.16
2	Sk Rasa	8	7.0	6.40	9.65	8.03
3	Jogeva 118	9	8.1	6.71	8.63	7.67
4	Zydrune	9	7.7	7.58	11.19	9.38
5	Ludelis	8.5	7.4	6.45	10.10	8.28
6	Power	7	6.2	5.84	8.43	7.13
7	Malvine	8	7.1	6.24	8.61	7.42
8	Eugenia	5	4.3	3.84	7.44	5.64
9	Gea	5.5	4.4	4.32	8.06	6.19
10	Vanda	6	5.0	4.25	9.02	6.63
11	SW4412Y	8	6.8	6.07	11.16	8.61
12	Birute	9	8.0	7.63	9.22	8.42
13	Artemis	7.5	6.5	4.84	9.29	7.06
14	Mezo	7	6.2	5.21	8.98	7.09
15	Juurlu	8.5	7.5	6.14	9.36	7.75
16	Viktoria	4.5	3.1	2.39	6.34	4.36
17	Eride	5.5	4.2	4.31	7.80	6.06
1	Vanagnadziņi *(Lotus corniculatus* L.*)*			*4.34*	*5.29*	*4.82*

* – vērtējums ballēs (1–9): 1 – ļoti vāji, praktiski iznīcis; 9 – izcili, bez acīmredzamiem bojājumiem/ *Score (on a scale of 1—9): 1 — very poor, practically destroyed; 9 — excellent, without obvious damage;* **– zelmeņa vizuālais vērtējums ballēs (1–9): 1 – ļoti vājš, izretinājies un neveselīgs; 9 – ļoti labs, blīvs/ *Visual assessment of the sward (score 1–9): 1 – very weak, thinned; 9 – very good, dense.*

Stiebrzāļu sugām plaukšana svārstījās plašā amplitūdā – no aprīļa beigām līdz maija beigām. Agrīnākā bija lapsaste, kurai plaukšanas sākums 1. izmantošanas gadā (2024) fiksēts 20.04. Pļavas auzenes šķirnes plaukšanu uzsāka ap 20.05. Vēlīnākie bija timotiņš un ganību airene, kuri plaukt sāka stipri vēlāk, ap 27.–28.05. (3. tab.). Dažādie sugu un šķirņu attīstības tempi ļauj veidot atšķirīga agrīnuma zelmeņus, kuri vācami dažādos laikos, nodrošinot augstu ražu un lopbarības kvalitāti. Augstākās sausnas ražas vidēji divos izmantošanas gados stiebrzāļu starpā nodrošināja niedru auzene (10.42 t ha^{-1}) un kamolzāle (10.37 t ha^{-1}). Minētās sugas ir ne tikai ziemcietīgas un ilggadīgas, bet arī salīdzinoši sausumizturīgākas, kas rada pastiprinātu interesi saistībā ar prognozētajām klimata pārmaiņām (Stesele u. c., 2025).

3. tabula *Table 3*

Dažādu stiebrzāļu sugu un šķirņu vidējā sausnas raža divos izmantošanas gados
The dry matter yield of various perennial grass species and varieties in two years of use

N. p.k.	*Šķirne / Variety*	*Plaukšanas sākums 1. izm. g. / Heading in the 1st year of use*	*Sausnas raža/ Dry matter yield, t ha^{-1}*		
			1. izm. g. / 1st year of use	*2. izmant.. g. / 2nd year of use*	*Vidēji divos g. / On average in two years*
Ganību airene (Perennial ryegrass L.)					*8.64*
1	G. airene_stāvie_v	27.05	7.10	9.30	8.20
2	Lp GB 363/06	27.05	7.72	10.82	9.27
3	Casero	30.05	7.26	9.42	8.34
4	Delica	30.05	6.27	10.54	8.40
5	Lp PPP 2016/2019	26.05	7.55	9.95	8.75
6	Gunta	26.05	7.08	9.36	8.22
7	Spīdola	26.05	7.70	10.65	9.17
8	Barorlando	23.05	6.76	8.99	7.87
9	Lp PPP no maisa	26.05	7.17	10.92	9.05
10	Dzelme	27.05	7.98	10.17	9.08
Viengadīgā airene / Annual ryegrass (Lolium multiflorum var. Italicum)					
1	Ugne	22.05	5.75	9.66	7.71
Pļavas auzene (*Festuca pratensis L.*)					*9.35*
1	Barvital	20.05	9.33	9.61	9.47
2	Vaira	21.05	8.71	9.96	9.33
3	Kaita	19.05	9.43	9.10	9.26
4	Silva	21.05	8.82	9.16	8.99
5	Raskila	20.05	10.85	8.89	9.87
6	Arita	21.05	8.87	9.51	9.19
7	Patra	21.05	8.71	9.91	9.31
Auzeņairene (Festulolium)					*8.76*
1	Vizule	26.05	8.47	9.12	8.80
2	Vetra	25.05	8.58	9.76	9.17
3	PSP kopā	26.05	9.02	9.22	9.12
4	Saikava	27.05	7.77	8.13	7.95
Niedru auzene (Festuca arundinacea Schreb.)					*10.42*
1	SL-78	18.05	11.19	12.06	11.63
2	Swaj	21.05	10.77	11.31	11.04
3	Barlexas II	22.05	6.31	10.02	8.16
4	Aprilia	20.05	9.80	12.22	11.01
5	Medainis	23.05	10.32	10.21	10.26
Pļavas timotiņš (Phleum pratense L.)					*8.53*
1	Varis	28.05	7.15	8.67	7.91
2	Jumis	27.05	7.73	10.71	9.02
3	Teicis	27.05	7.56	9.33	8.45
Kamolzāle (Dactylis glomerata L.)					*10.37*
1	Priekuļu 30	14.05	9.89	11.63	10.76
2	Maiga	17.05	9.84	10.12	9.98
Miežabrālis (Phalaris arundinacea L.)					*9.36*
1	Brigena	27.05	8.34	9.95	9.15
2	Pedja	26.05	8.28	10.85	9.56
Sarkanā auzene (Festuca rubra L.)					
1	Vaive		7.43	9.29	8.36
Pļavas lapsaste (*Alopecurus pratensis L.*)					
1	Valentas	20.04	6.24	9.97	8.10

Pārējās stiebrzāļu sugas ražības ziņā sarindojās šādā secībā: pļavas auzene (9.36 t ha^{-1}); miežabrālis (9.35); auzeņairene (8.76); ganību airene (8.64), timotiņš (8.53) sarkanā auzene (8.36); lapsaste (8.10); baltā smilga (7.99); viengadīgā airene (7.71); pļavas skarene (5.72). Kopumā iegūtās zālaugu sausnas ražas vidēji divos izmantošanas gados vērtējamas kā labas un apmierinošas, atkarībā no šķirnes un konkrētās sugas augšanas prasībām, kuras mēdz būt stipri atšķirīgas.

Secinājumi

Augstākās sausnas ražas vidēji divos izmantošanas gados nodrošināja sarkanā āboliņa šķirnes – vidēji 10.67 t ha^{-1}, kas parāda šīs sugas nosacīto spēju pielāgoties atšķirīgiem augšanas apstākļiem, sausumizturību un spēju dot augstas sausnas ražas pirmajos divos izmantošanas gados.

Stiebrzāļu vidū ražīgākās bija niedru auzene un kamolzāle, nodrošinot vidēji 10.4 t ha^{-1} sausnas ražu. Tas norāda uz šo sugu labajām ataugšanas spējām ierobežota mitruma apstākļos, kā arī spēju efektīvi izmantot palielinātu nokrišņu daudzumu.

Savu potenciālo ražību nerealizēja lucernas šķirnes, ņemot vērā pazemināto pH augsnes virskārtā. Neskatoties uz lucernas priekšrocībām, šādos apstākļos jāizvēlas audzēt citas tauriņziežu sugas.

Abstract. *To provide animals with fodder in summer and winter, it is essential to cultivate productive herbaceous forages with high forage quality, which can be largely ensured by selecting species and varieties for cultivation in pure form and in mixtures. To demonstrate the different yield potential of forage legumes and grass varieties under the same growing conditions, a comparison of cultivars was arranged in the slightly podzolic loamy sand soil of the sod. Different characteristics of the cultivars were evaluated, with the main emphasis being on dry matter yield. This article summarises the results of the first two years of use (2024–2025). In terms of meteorological conditions, the two years of sward use were drastically different: during the vegetation season of the 1st year of use, prolonged periods of drought and heat were observed, while the 2nd year of use was characterised by prolonged rains and 2–3 times higher total monthly precipitation compared to the long-term average. The most productive species was Trifolium pratense, whose average dry matter yield in two years of use was 10.67 t ha^{-1} and, depending on the variety, ranged from 8.62 to 12.14 t ha^{-1}. Among the grasses, the most productive were Festuca arundinacea 10.42 t ha^{-1} (8.16–11.63) and Dactylis glomerata 10.37 t ha^{-1} (9.98–10.76) – both more promising for dry conditions. High yields (over 9 t ha^{-1}) were obtained with F. pratense and Phalaris arundinacea. Only slightly behind (with an average dry matter yield over 8.5 t ha^{-1}) were: Festulolium, Lolium perenne, and Phleum pratense. Under reduced soil pH, alfalfa failed to achieve its yield potential – the average yield was only 7.29 t ha^{-1}. A specific variety played a major role in terms of earliness, winter hardiness, green quality, and yield.*

Key words: *cultivar, dry matter yield, forage legumes, perennial grasses.*

Pateicība. Izmēģinājumi veikti, pateicoties ZM finansētajiem projektiem: demonstrējumu projekts "Latvijā selekcionēto un plašāk audzēto daudzgadīgo zālaugu un tauriņziežu šķirņu demonstrējums" (LAD līguma Nr. 10.2.1-20/22/P24, 7.lote); selekcijas programma "Selekcijas materiāla izpēte integrēto lauksaimniecības tehnoloģiju ieviešanai daudzgadīgo zālāju audzēšanā".

Izmantotā literatūra

1. Bērziņš P., Rancāne S., Stesele V., Vēzis I. (2018). Daudzgadīgo stiebrzāļu sugu un šķirņu nozīme ilggadīgu un augstražīgu zelmeņu veidošanā. Zinātniski praktiskā konference "Līdzsvarota lauksaimniecība", 22.02.2018., LLU, Jelgava, Latvija, 5.–9. lpp.
2. Chmelíkova L., Hejcman M. (2012). Root system variability in common legumes in Central Europe. *Biologia* 67/1: 116—125, DOI: 10.2478/s11756-011-0138-7
3. Liatukiene A., Skuodiene R., Norkeviciene E., Tamm S., Pechter P. Petrauskas G. (2024). Evaluation and selection of alfalfa genotypes for tolerance to aluminium toxic stress. *Front Plant Sci.* 15:1437993, DOI: 10.3389/fpls.2024.1437993
4. Stesele V., Rancāne S., Rebāne A., Jansons A., Jermušs A. (2025). Niedru auzenes selekcijas darba rezultāti skrīveros. No: *Līdzsvarota lauksaimniecība,* Zinātniski praktiskās konferences raksti (2025. gada 20.–21. febr.). Jelgava: LBTU, 34.–37. lpp.

IZSĒJAS NORMAS UN NIEDRU AUZENES PROCENTUĀLĀ ĪPATSVARA IETEKME UZ ZĀLĀJU RAŽU UN KVALITĀTI

YIELD AND FORAGE QUALITY OF GRASS-LEGUME SWARDS IN RESPONSE TO SEEDING RATE AND TALL FESCUE RATIO

Iveta Gūtmane[1,2], Sarmīte Rancāne[1], Vija Stesele[1], Aija Rebāne[1]
[1]LBTU LPTF Zemkopības institūts, [2]Latvijas Šķirnes Sēklas SIA
sarmite.rancane@lbtu.lv

Kopsavilkums. *LBTU Zemkopības institūtā Skrīveros 2023. gadā tika ierīkoti lopbarības zālāju izmēģinājumi sadarbībā ar SIA Latvijas Šķirnes Sēklas, kuru mērķis bija noskaidrot, kā mainās zālāju raža un kvalitāte atkarībā no izsējas normas un niedru auzenes (Festuca arundinacea Schreb.) procentuālā īpatsvara maisījumā. Izmēģinājumos izmantoti niedru auzenes, stiebrzāļu-tauriņziežu maisījumi ar atšķirīgu niedru auzenes īpatsvaru: 30%, 50% un 70%. Kā kontrole izmantots maisījums NutriFibre ar niedru auzeni 77%. Izvēlētas trīs izsējas normas – 30, 45 un 60 kg ha^{-1}. Analizējot rezultātus par izsējas normas ietekmi uz maisījuma sausnas ražu, būtiskas likumsakarības netika konstatētas. Lietojot izsējas normu 30 kg ha^{-1}, sausnas raža (vidēji divos izmantošanas gados) bija 11.40 t ha^{-1}, bet lietojot 60 kg ha^{-1} – attiecīgi 11.28 t ha^{-1}. Lielākas izsējas normas izmantošana negarantēja augstāku ražu ieguvi. Analizējot sausnas kvalitāti divos izmantošanas gados atkarībā no izsējas normas, būtiskas likumsakarības netika konstatētas. Analizējot niedru auzenes īpatsvara ietekmi uz maisījumu ražu, konstatēts sausnas ražas pieaugums par 1.15 t ha^{-1} (vidēji divos izmantošanas gados), palielinoties niedru auzenes saturam maisījumā no 30% uz 70%. Konstatēts neliels NDF un kokšķiedras satura pieaugums sausnas ražā, palielinoties niedru auzenes saturam maisījumā. Savukārt kopproteīna saturam sausnas ražā ir tendence samazināties, palielinoties niedru auzenes saturam maisījumā.*

Atslēgas vārdi: *izsējas norma, niedru auzene, zālāju maisījumu produktivitāte.*

Ievads

Mainoties klimatiskajiem apstākļiem, niedru auzenes (*Festuca arundinacea Schreb*.) iekļaušana lopbarības zālāju maisījumos atkal kļūst aktuāla, jo tā labi pielāgojas meteoroloģiskiem un augsnes apstākļiem. Niedru auzene piemērota audzēšanai mitrākās pļavās, kā arī mazauglīgākās augsnēs, tā ir izturīga pret salu un tai ir laba ziemcietība, tāpēc tā ir perspektīva audzēšanai Baltijā (Stesele u. c., 2025). Pateicoties spēcīgai un dziļai sakņu sistēmai, niedru auzene labi pacieš sausumu, tāpēc tās izmantošana ir aktualizējusies sausajās vasarās dažādās Eiropas valstīs (Elsaesser et al., 2018), arī Latvijā. Niedru auzenes izmantošanu ierobežo tās straujā nocietēšana un līdz ar to lopbarības kvalitātes pazemināšanās (Cougnon et al., 2013). Izmantojot atbilstošus maisījumus ar niedru auzeni un citām zālaugu sugām, kā arī laicīgi tos pļaujot, iespējams sabalansēt ilggadību un augstu ražību ar pietiekamu kvalitāti (Becker et al., 2023). Līdz ar niedru auzeni saturošu maisījumu popularizēšanu Eiropas tirgū tiek aktualizēta arī audzēšanas agrotehnika, tai skaitā arī izsējas norma 50 un vairāk kg ha^{-1}. Tik augstas lopbarības maisījumu izsējas normas Latvijā nav ierasta prakse. Izsējas norma, līdz ar to arī augu biezība zelmenī, ir tieši saistīta ar dzinumu skaitu zelmenī. Šis ir jautājums par augšanas telpas izmantošanu zālaugu fitocenozē. Palielinoties zelmeņa biezībai, pieaug arī augu atmiršanas ātrums. Pļavkopības zinātnieku veiktie pētījumi liecina – jo biezāks ir zelmenis (vairāk dzinumu tajā), jo dzinumi ir smalkāki (vieglāki). Šī sakarība definēta kā zelmeņa biezības "size-density compensation (SDC)" – dzinumu lieluma (masas) attiecības likumsakarība (Matthew et al., 2008; Scheneiter, Assuero, 2010).

Pētījumu par izsējas normas ietekmi uz daudzgadīgo zālāju produktivitāti ir ļoti maz, tāpēc LBTU Zemkopības institūtā Skrīveros tika ierīkoti lopbarības zālāju izmēģinājumi sadarbībā ar SIA Latvijas Šķirnes Sēklas, kuru mērķis bija noskaidrot, kā mainās zālāju raža un kvalitāte atkarībā no izsējas normas un niedru auzenes procentuālā īpatsvara maisījumā.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi ierīkoti trīs atkārtojumos ar uzskaites platību 8 m^2 velēnu podzolētā mālsmilts augsnē, ar pH_{KCl} 6.1–6.4, augiem pieejamā fosfora un kālija daudzumu attiecīgi 50 un 77 mg kg^{-1} un organisko vielu saturu 29–34 g kg^{-1}. Izmantoti niedru auzenes, stiebrzāļu-tauriņziežu maisījumi ar atšķirīgu niedru auzenes īpatsvaru: 30%, 50% un 70%. Pārējās sugas visu variantu maisījumos: 5% sarkanā āboliņa (*Trifolium pratense L.*), 5% baltā āboliņa (*Trifolium repens L.*) un stiebrzāles (timotiņš (*Phleum pratense L.*), pļavas auzene (*Festuca pratensis Huds.*), auzeņairene (*x Festulolium Asch.* &

Graebn.) un ganību airene (*Lolium perenne L.*) vienādās proporcijās). Kā kontrole izmantots maisījums NutriFibre ar niedru auzeni 77%, ganību aireni 10%, sarkano āboliņu 8%, balto āboliņu 5%. Izmantotas trīs izsējas normas – 30, 45 un 60 kg ha^{-1}. Sēja veikta 2023. gadā bez virsauga, ikgadējais mēslojums: N90 $_{(45+45)}$, P34, K112 kg ha^{-1}. Zaļās masas ražas uzskaite un paraugu analīze veikta četros pļāvumos veģetācijas sezonā. Lopbarības kvalitātes rādītāji noteikti LBTU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā. Izmantojot NIR sistēmu, paraugiem noteikts: kopproteīns (CP), kopējā kokšķiedra (CF) neitrāli skalotā kokšķiedra (NDF), skābi skalotā kokšķiedra (ADF). Cukuru koncentrācija paraugos noteikta, izmantojot augstas efektivitātes šķidruma hromatogrāfiju ar refraktometrisko detektoru (HPLC-RID), balstoties uz iepriekš publicētu metodi (Radenkovs et al, 2021). Datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi ar ticamības līmeni $RS_{0.05}$, kur F_A – izsējas norma un F_B – niedru auzenes īpatsvars sēklu maisījumā.

Rezultāti un diskusijas

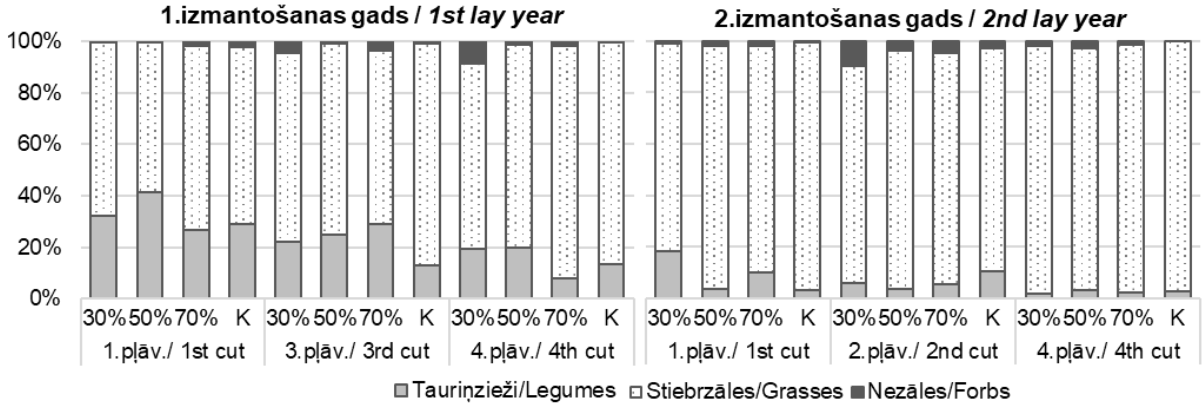
Analizējot dzinumu skaitu divos zelmeņa izmantošanas gados, netika konstatēta lielāka zelmeņa biezība, lietojot paaugstinātas izsējas normas (1. tab.). Nedaudz vieglāki dzinumi pie augstākas izsējas normas tika novēroti tikai pirmā izmantošanas gada pirmajā pļāvumā. Literatūrā minēts, ka palielināta zelmeņa biezība pie augstākām izsējas normām saglabājas līdz sešiem mēnešiem pēc sējas, bet vēlāk sabiezinātos zelmeņos tiek novērots lielāks augu atmiršanas ātrums nekā retākos zelmeņos (Hall et al., 2004). Abos gados konstatētas dzinumu skaita un masas atšķirības starp pirmo un pēdējo pļāvumu.

1. tabula *Table 1*

Dzinumu skaits un masa divos zelmeņa izmantošanas gados atkarībā no izsējas normas
Tiller density and weight in two years of sward use depending on the seeding rate

Izsējas norma / Seeding rate, kg ha^{-1}	**Dzinumu skaits / *Tiller density* m^{-2}**				**Dzinuma masa / *Tiller weight, g***			
	1. izmantošanas gads / *1st lay year*		2. izmantošanas gads / *2nd lay year*		1. izmantošanas gads / *1st lay year*		2. izmantošanas gads / *2nd lay year*	
	1. pļāv. / *1st cut*	4. pļāv. / *4th cut*	1. pļāv. / *1st cut*	4. pļāv. / *4th cut*	1. pļāv. / *1st cut*	4. pļāv. / *4th cut*	1. pļāv. / *1st cut*	4. pļāv. / *4th cut*
30 kg	2081	883	1164	863	1.29	0.99	1.90	1.14
45 kg	1990	925	1075	502	1.14	0.92	1.99	1.61
60 kg	1883	966	1332	810	1.09	1.00	1.84	1.26
$S_{\bar{x}}$	101	79	122	73	0.057	0.051	0.172	0.087

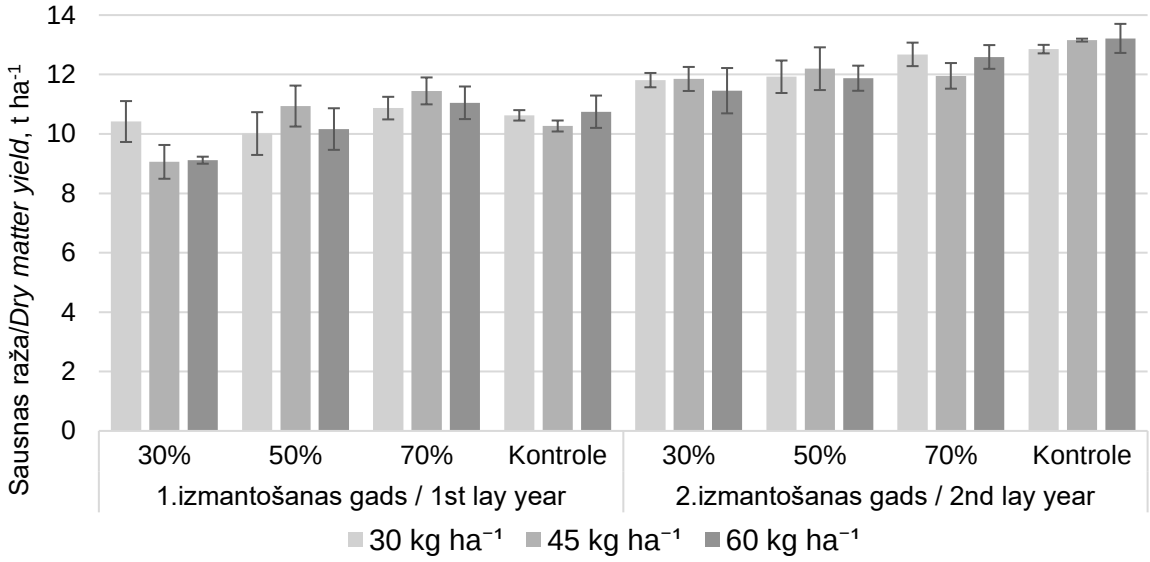
Analizējot zelmeņa botānisko sastāvu, netika konstatēta izsējas normas ietekme uz stiebrzāļu-tauriņziežu procentuālo attiecību zelmenī. Arī niedru auzenes satura palielinājums maisījumā neietekmēja tauriņziežu, stiebrzāļu un nezāļu īpatsvaru zelmenī. Lielākās tauriņziežu atšķirības novērotas starp izmantošanas gadiem (1. att.).



1. att. Maisījumu zelmeņu botāniskais sastāvs (%) 1. un 2. izmantošanas gadā.
Fig. 1. Proportions of the groups of herbage species in the1st and 2nd lay year (%).

Tauriņziežu satura samazināšanos zelmenī, iespējams, var saistīt ar otrā izmantošanas gada (2025) auksto pavasari un vasaras sākumu, kad tauriņziežu pavasara ataugšana kavējās, savukārt labais mitruma nodrošinājums veicināja strauju stiebrzāļu attīstību. Stiebrzāles, īpaši niedru auzene un timotiņš, ir mazāk jutīgas pret zemām temperatūrām pavasara ataugšanas periodā.

Analizējot izsējas normas ietekmi uz maisījuma sausnas ražu, būtiskas likumsakarības netika konstatētas. Lielākas izsējas normas negarantēja augstāku ražu ieguvi. Analizējot niedru auzenes īpatsvara ietekmi uz maisījuma sausnas ražu, konstatēts būtisks vidējās sausnas ražas pieaugums, palielinoties niedru auzenes saturam maisījumā no 30% uz 70%. Kontrolē izmantotais maisījums NutriFibre ar 77% niedru auzeni neuzrādīja būtiski augstāku ražu (11.81 t ha^{-1}, vidēji divos izmantošanas gados), salīdzinājumā ar izmēģinājuma variantu ar 70% niedru auzeni (11.76 t ha^{-1}, vidēji divos izmantošanas gados). Otrajā izmantošanas gadā visiem variantiem iegūtas augstākas sausnas ražas, salīdzinājumā ar pirmo lietošanas gadu (2. att.). To iespējams skaidrot ar niedru auzenes kā daudzgadīgas stiebrzāles īpašībām (tai nav raksturīga strauja produktivitātes samazināšanās pirmajos izmantošanas gados), kā arī ar meteoroloģiskajiem apstākļiem. Otrais izmantošanas gads (2025) bija nokrišņiem bagātāks, salīdzinājumā ar silto un sauso pirmo izmantošanas gadu (2024). Kopumā pirmā izmantošanas gadā vidējā sausnas raža (10.55 t ha^{-1}) bija apmierinošs rezultāts, ņemot vērā gada klimatiskos apstākļus.



2. att. Maisījumu sausnas raža atkarībā no izsējas normas un niedru auzenes īpatsvara, t ha^{-1}.
Fig. 2. Sward dry matter yields depending on the seeding rate and tall fescue ratio, t ha^{-1}.

Analizējot sausnas kvalitāti divos izmantošanas gados atkarībā no izsējas normas, būtiskas (p<0.05) likumsakarības netika konstatētas nevienam no noteiktajiem rādītājiem (1. tab.). Niedru auzenes satura ietekme uz noteiktajiem sausnas ražas kvalitātes rādītājiem bija minimāla un svārstījās pa lietošanas gadiem. Visi kvalitātes rādītāji Latvijā veidotajiem maisījumu variantiem bija līdzvērtīgi kontroles variantā izmantotajam NutriFibre maisījumam. Kopumā lopbarības kvalitātes rādītājiem bija tendence pasliktināties (proteīna saturs pazeminājās, bet kokšķiedras rādītāji pieauga), palielinoties niedru auzenes saturam maisījumā. Kopproteīna saturam sausnā (vidēji četros pļāvumos) bija tendence samazināties maisījumos ar lielāku niedru auzenes īpatsvaru, tomēr šī tendence nebija būtiska. Kopproteīna saturs vidēji divos izmantošanas gados maisījumiem ar 30% niedru auzeni bija 14.78%, bet ar 70% niedru auzeni 14.25% un kontroles NutriFibre maisījumam vēl nedaudz zemāks – 14.19%. Pirmajā izmantošanas gadā konstatēts augstāks vidējais kopproteīna saturs sausnā (16.0%), salīdzinājumā ar otro izmantošanas gadu (vidēji 13.1%), ko iespējams skaidrot ar meteoroloģiskajiem apstākļiem un tauriņziežu satura samazināšanos zelmenī. Kopējās kokšķiedras un NDF saturam sausnā bija tendence pieaugt maisījumos ar lielāku niedru auzenes īpatsvaru. Tomēr būtisks NDF satura pieaugums konstatēts tikai 2. izmantošanas gadā, savukārt būtisks ADF satura pieaugums tikai 1. izmantošanas gadā.

2. tabula *Table 2*

Sausnas ražas kvalitātes rādītāji atkarībā no izsējas normas un niedru auzenes īpatsvara
Herbage quality depending on the seeding rate and tall fescue ratio

Niedru auzenes saturs / *Tall fescue ratio, % (F_B)*	**Izsējas norma / *Seeding rate, kg ha^{-1} (F_A)***	**Saturs sausnā / *Content in DM, %***				
		Proteīns / *Crude protein*	**Kokšķiedra / *Crude fibre***	**NDF**	**ADF**	**Cukuri / *Sugar***
1. izmantošanas gads / *1st lay year*						
30%	30 kg	16.48	21.45	44.23	28.27	8.71
	45 kg	16.09	22.67	47.51	28.91	8.31
	60 kg	15.96	22.51	46.95	28.49	8.61
Vidēji / *Mean*		16.17	22.21	46.23	28.56^A	8.54
50%	30 kg	15.84	21.95	46.93	28.68	8.86
	45 kg	15.44	22.88	48.43	29.07	8.07
	60 kg	16.42	22.06	45.70	28.80	8.08
Vidēji / *Mean*		15.90	22.30	47.02	28.85^A	8.33
70%	30 kg	16.52	21.57	46.55	28.64	8.51
	45 kg	16.01	22.56	47.41	29.66	8.28
	60 kg	15.21	23.32	48.66	29.81	8.00
Vidēji / *Mean*		15.91	22.48	47.54	29.37^A	8.26
Kontrole	30 kg	16.01	23.75	49.23	30.39	8.13
	45 kg	15.64	23.15	47.17	29.71	8.77
	60 kg	15.16	23.97	49.23	30.72	8.19
Vidēji / *Mean*		15.60	23.62	48.54	30.27^B	8.36
p-vērtības / *p-values*	F_A	0.301	0.192	0.628	0.369	0.413
	F_B	0.541	0.067	0.353	0.013	0.765
2. izmantošanas gads / *2nd lay year*						
30%	30 kg	13.98	24.06	47.55	28.96	5.69
	45 kg	13.34	24.90	49.94	29.55	5.64
	60 kg	12.83	25.52	49.97	29.45	6.40
Vidēji / *Mean*		13.38	24.82	49.15^A	29.32	5.91
50%	30 kg	13.27	25.02	49.89	29.48	6.58
	45 kg	13.22	25.19	50.22	28.96	5.93
	60 kg	13.39	24.75	49.20	27.67	6.33
Vidēji / *Mean*		13.29	24.98	49.77^A	28.70	6.28
70%	30 kg	12.82	25.47	49.75	28.85	6.13
	45 kg	12.94	25.39	51.04	27.58	6.92
	60 kg	12.02	26.38	50.97	27.96	6.67
Vidēji / *Mean*		12.59	25.75	50.59^A	28.13	6.57
Kontrole	30 kg	13.23	25.04	52.74	28.84	7.34
	45 kg	12.74	25.74	52.50	27.61	6.31
	60 kg	12.40	26.31	52.45	28.07	6.78
Vidēji / *Mean*		12.79	25.70	52.56^B	28.17	6.81
p-vērtības / *p-values*	F_A	0.070	0.091	0.287	0.269	0.566
	F_B	0.063	0.089	0.008	0.164	0.181

Atšķirīgi burti apzīmē statistiski būtiskas ($p < 0.05$) vidējo vērtību atšķirības / *Significant differences ($p<0.05$) of mean values are marked with different letters*

Audzējot lopbarības zālājus, aizvien lielāka uzmanība tiek pievērsta cukuru saturam. Mūsu izmēģinājumos, analizējot cukura saturu sausnas ražā, atkarībā no izsējas normas un niedru auzenes īpatsvara zelmenī, būtiskas likumsakarības netika konstatētas, cukuru saturs bija līdzvērtīgs kontroles variantā izmantotajam NutriFibre maisījumam. Pirmajā izmantošanas gadā konstatēts augstāks vidējais cukuru saturs sausnā (8.4%), salīdzinājumā ar otro izmantošanas gadu (vidēji 6.3%), ko iespējams saskaidrot siltāku un saulaināku laiku pirmajā (2024.) izmantošanas gadā.

Secinājumi

Netika atrasts pamatojums izsējas normas palielināšanai – tā neietekmēja dzinumu skaitu un masu, kā arī zelmeņa botāniskā sastāva izmaiņas. Izsējas normas palielināšana nenodrošināja sausnas ražas pieaugumu un neveicināja kvalitātes rādītāju uzlabošanos.

Niedru auzenes satura palielinājums maisījumā nodrošināja sausnas ražas pieaugumu. Niedru auzenes satura ietekme uz noteiktajiem sausnas ražas kvalitātes rādītājiem bija minimāla un svārstījās pa izmantošanas gadiem.

Kontroles – NutriFibre maisījuma – raža un kvalitāte nebija pārāka salīdzinājumā ar Latvijā veidotajiem izmēģinājumu maisījumiem ar niedru auzeni.

Abstract. *The field trial was conducted at the Research Institute of Agronomy of LBTU in Skriveri in cooperation with Latvijas Šķirnes Sēklas SIA. A field trial was carried out to study the effect of the seeding rate and tall fescue (Festuca arundinacea Schreb.) ratio in themixture on sward botanical composition, productivity and quality. Grass-legume mixtures with different proportions of tall fescue (30%; 50% and 70%) and NutriFibre mixture as a control were investigated using three seeding rates – 30, 45, and 60 kg ha^{-1}. The increased seeding rates of the mixture didn't determine a positive effect on the subsequent increase in dry matter (DM) yield. The average DM yields for two years of sward use were 11.40 t ha^{-1}and 11.28 t ha^{-1}, using the seeding rates 30 and 60 kg ha^{-1}, respectively. A higher seeding rate did not significantly affect (P > 0.05) the stated DM yield quality parameters in two years of sward use. The increase in tall fescue content from 30% to 70% in the mixture resulted in a significant increase in DM yield – 1.15 t ha^{-1} (on average for two years of sward use). A slightly lower crude protein content and slightly higher NDF and crude fibre content produced an increase in tall fescue content in mixtures.*

Key words: *sowing rate, tall fescue, grass-legume mixture productivity.*

Izmantotā literatūra

1. Becker T., Kayser M., Isselstein J. (2023). Feed quality of modern varieties of Festuca arundinacea and Phleum pratense as an alternative to Lolium perenne in intensively managed grassland with different defoliation schemes. *The Journal of Agricultural Science*, Vol. 161, pp. 645–653.
2. Elsaesser M., Wurth W., Rothenhaeusler S. (2018). Suitability of soft leafed Tall fescue (Festuca arundinacea) in mixtures under grazing and cutting. *In: Grassland Science in Europe*, Vol. 23, pp. 176—178.
3. Hall M. H., Nelson C. J., Coutts J. H., Stout R. C. (2004). Effect of Seeding Rate on Alfalfa Stand Longevity. *Agronomy Journal*, Vol. 96 (3), pp. 717—722.
4. Matthew C., Sartie A. M., Easton H. S. (2008). Tiller weight versus tiller number in a perennial ryegrass population: a productivity index. *In: Multifunctional Grasslands in a Changing World.* XXI International Grassland Congress, Huhhot, China, p. 104.
5. Radenkovs V., Juhnevica-Radenkova K., Kviesis J., Lazdina D., Valdovska A., Vallejo F., Lacis G. (2021). Lignocellulose-Degrading Enzymes: A Biotechnology Platform for Ferulic Acid Production from Agro-Industrial Side Streams. *In: Foods*, Vol. 10(12), 3056. https://doi.org/10.3390/foods10123056
6. Scheneiter J., Assuero S. (2010). Tiller population density and productivity in tall fescue and prairie grass swards, *Ciencia e Investigation Agraria*, Vol. 37(2), pp. 35—44.
7. Stesele V., Rancāne S., Rebāne A., Jansons A., Jermušs A. (2025). Niedru auzenes selekcijas darba rezultāti Skrīveros. *No: Līdzsvarota lauksaimniecība*, Zinātniski praktiskās konferences raksti (2025. gada 20.–21. febr.). Jelgava: LBTU, 34.–37. lpp.

AUGIEM IZMANTOJAMĀ FOSFORA IZMAIŅAS AUGSNĒ UN FOSFORA SATURS DRENU NOTECĒ ILGSTOŠAS MINERĀLMĒSU LIETOŠANAS IETEKMĒ

CHANGES IN PLANT-AVAILABLE PHOSPHORUS IN SOIL AND CONTENT IN RUNOFF FROM SUBSURFACE DRAINAGE AS AFFECTED BY THE LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILISERS

Aivars Jermušs[1], Agrita Švarta[1], Ainis Lagzdiņš[2], Artūrs Veinbergs[2]
[1]LBTU LPTF Zemkopības institūts, [2]LBTU Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija
aivars.jermuss@lbtu.lv

Kopsavilkums. *Lauka drenāžas stacionārs "Sidrabiņi" kopš 1981. gada Dr. habil. agr. Jura Štikāna vadībā iekārtots Aizkraukles novada Skrīveru pagastā, mēslots atbilstoši audzētā kultūrauga agrotehnikai ar četrām minerālmēslu normām N0P0K0, N45P30K45, N90P60K90, N135P90K135, kur slāpeklis ir tīrvielā, fosfors un kālijs izteikts oksīdu formā kg ha^{-1}, sešpadsmit izmēģinājumu lauciņos ar savstarpēji nodalītām drenu sistēmām. Augiem pieejamā fosfora saturs augsnē 44 gadu laikā praktiski nemainījās variantos bez minerālmēslu lietošanas, 2025. gadā veidojot 22–23 mg kg^{-1} augsnes. Lietojot minerālmēslu normu N45P30K45, vērojams neliels augiem pieejamā fosfora satura pieaugums, 2025. gadā sasniedzot 49–55 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes attiecīgi nekaļķotajos un kaļķotajos ar 5.7 t ha^{-1} $CaCO_3$ normu lauciņos. 2025. gadā būtisks fosfora satura pieaugums konstatēts vidējas un lielas minerālmēslu normas aramkārtā, atbilstoši 111 un 163 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes nekaļķotajos variantos, bet 99 un 178 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes ar 5.7 t ha^{-1} $CaCO_3$ kaļķotajos. Apkopojot augu barības elementu izskalošanos drenu notecē, izteikti augstākas fosfora P_{kop} 0,046 mg L^{-1} vidējās koncentrācijas 2022.–2025. gada periodā novērotas no nemēslotā izmēģinājumu varianta lauciņiem novadītajos ūdeņos. Nemēslotajos lauciņos paaugstinātas vidējās vērtības (P_{kop}=0.046 mg L^{-1}) konstatētas vienā izmēģinājumu lauciņā (N0P0K0, 2.85 t ha^{-1} $CaCO_3$) piecos ievāktajos ūdens paraugos, kur viena no laboratorijā noteiktajām fosfora savienojumu koncentrācijām bija neadekvāti augsta un tika izslēgta no analizējamās datu kopas. Pārējos mēslošanas variantos fosfora savienojumu koncentrācijas mainījās nenozīmīgi (0.008–0.0012 g L^{-1}) un kopumā uzskatāmas par izteikti zemām. Izmēģinājuma sākuma periodā no 1982. līdz 1985. gadam kopējā fosfora saturs drenu ūdenī bija robežās no 0.01 līdz 0.08 mg L^{-1}.*

Atslēgas vārdi: *fosfora saturs augsnē, fosfora izskalošanās, ilgtermiņa izmēģinājumi.*

Ievads

Pēdējo 100 gadu laikā Baltijas jūras unikālā ekosistēma kļuvusi par barības vielām pārsātinātu, eitrofu vidi. Lielākā daļa piesārņojuma rodas no lauksaimniecības, satiksmes, rūpniecības, mājsaimniecību notekūdeņiem un kuģošanas. Lauksaimnieciskie procesi rada galveno barības vielu noplūdi Baltijas jūrā, tai skaitā apmēram pusi no visa piesārņojuma ar fosforu un slāpekli (Pasaules Dabas Fonds, 2026.). Kopējā slāpekļa ieplūde Baltijas jūrā ar ūdeni kopš 1995. gada ir ievērojami samazinājusies (par aptuveni 11%), tomēr ievērojami atšķiras starp apakšbaseiniem. Statistiski nozīmīgs slāpekļa ieplūdes ar ūdeni samazinājums konstatēts Dānijas šaurumos (41%), bet Botnijas līcī un Rīgas līcī līdz 2017. gadam slāpekļa ieplūde ir nedaudz palielinājusies (8.2%). Pievadītā fosfora piesārņojums vidēji visā Baltijas jūrā ir samazinājies par 31%. Ievērojams samazinājums tika konstatēts sešos apakšbaseinos, taču Rīgas līcī ar ūdeni novadītā fosfora pieplūde palielinājās (15%). Tomēr izmaiņas nebija būtiskas, ko daļēji varēja izskaidrot ar metodikas atšķirībām uzskaites sākumā (Svendsen et al., 2019). Daļa autoru uzskata, ka ilgstoša, pārmērīga minerālmēslu lietošana bieži vien pasliktina augsnes veselību, samazinot organisko vielu daudzumu, izraisot sablīvēšanos, palielinot skābumu un izjaucot mikroorganismu kopienas. Lai gan ilgstoša minerālmēslu izmantošana palielina sākotnējo ražu, tā noved pie barības vielu nesabalansētības, samazinātas ūdens absorbcijas un vides kaitējuma – augu barības vielu izskalošanās, radot nepieciešamību pēc lielāka mēslošanas līdzekļa, lai saglabātu produktivitāti (Li et al. 2021; Moore, 2022).

Pēdējo 50 gadu laikā 16 lauksaimniecības laukos Zviedrijā veikts barības vielu izskalošanās zudumu un ūdens ķīmiskā sastāva monitorings, izmantojot pazemes drenāžas ūdeņus un gruntsūdeņus. Novērojumu laukos ūdens kvalitātes vērtības ievērojami atšķiras atkarībā no klimata, augsnes tipiem, audzēšanas sistēmām utt. Novērojumu lauku metodiku var izmantot jebkuros laukos ar māla drenāžu, sniegtos datus var attiecināt un piemērot citās vietās, kur ir līdzīgi klimatiskie, agronomiskie un augsnes apstākļi (Norberg et al., 2025).

Tādejādi ilgtermiņa pētījumi ir unikāli pasaulē, un tiem var būt nozīmīga loma politikas veidotājiem un iestādēm, lai novērtētu, kā lauksaimnieciskā darbība ietekmē apkārtējo vidi un ūdeņu kvalitāti. Tos var izmantot, lai uzraudzītu lauksaimniecības radīto barības vielu izskalošanās zudumu mazināšanas pasākumus, jo lauki sniedz informāciju par lauksaimniecības praksi un tās ietekmi uz vidi ilgtermiņā. Konsultanti un lauksaimnieki pētījumus var izmantot, lai izstrādātu lauksaimniecības praksi labākai vides aizsardzībai. Tomēr vēl ir daudz faktoru un procesu, kas jāizpēta attiecībā uz to, kā barības vielu zudumi un ūdens ķīmiskais sastāvs drenāžas ūdeņos un gruntsūdeņos tiek kontrolēti un regulēti konkrētās vietas līmenī. Ilgtermiņa pētījumi piedāvā daudzveidīgu vietu kopumu ar labi zināmu vēsturi un tādējādi paver plašas iespējas turpmākiem lietišķajiem pētījumiem. Pētījuma mērķis: noteikt augsnes augiem izmantojamā fosfora satura izmaiņas augsnē un to ietekmi uz kopējā fosfora satura izmaiņām drenu notecē vairāk nekā 40 gadus ilgstošas minerālmēslu lietošanas ietekmē.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums iekārtots LBTU LPTF Zemkopības institūtā Skrīveros lauka drenāžas stacionārā "Sidrabiņi" velēnu podzolaugsnē ar smilšmāla granulometrisko sastāvu. Izmēģinājumu lauka atrašanās vieta: 56º 63.497` N un 25º 14.897` E. Stacionārs iekārtots 1981. gadā pēc divfaktoru shēmas, kas ļauj pētīt četras minerālmēslu normas N0P0K0, N45P30K45, N90P60K90, N135P90K135 kg ha^{-1}, kur slāpeklis izteikts tīrvielā, bet fosfors un kālijs izteikts oksīdu formā kā P_2O_5 un K_2O. Minerālmēsli iestrādāti atbilstoši audzētā kultūrauga agrotehnikai, pirms sējas vai virsmēslojumā. Katram mēslojuma normas variantam nodrošināti četri atšķirīgi kaļķošanas foni (0; 2.85; 5.7 un 11.4 t ha^{-1} $CaCO_3$), veicot pamatkaļķošanu 1981. gadā un uzturošo kaļķošanu 1994., 2014. un 2020. gadā. Augu sekas rotācijā iekļauti kultūraugi, kuri jūtīgi pret augsnes skābumu: 1. – ziemas rapsis, 2. – ziemas kvieši, (starpkultūra z. rudzi 2023. gadā), 3. – lopbarības pupas, 4. – vasaras mieži ar daudzgadīgo zālaugu pasēju, 5. – daudzgadīgo zālaugu mistrs (1. izmantošanas gads), ietverot 50% tauriņziežus, 6. – daudzgadīgo zālaugu mistrs (2. izmantošanas gads), ietverot 50% tauriņziežus. Kopā stacionārā ir sešpadsmit izmēģinājumu lauciņi ar savstarpēji nodalītām drenu sistēmām, no kurām ūdens tiek novadīts uz kontrolakām un turpinājumā uz drenu kolektoru. Katra lauciņa (platums 15 m, garums 50 m) vidusdaļā 0.9–1.0 m dziļumā ieraktas māla cauruļu susinātājdrenas ar diametru 75 mm (Vigovskis et al., 2016). Kontrolakā ir ierīkoti svārstīgie kausiņi ar datu uzkrāšanas ierīcēm, kas nodrošina iespējas veikt hidroloģiskos mērījumus un proporcionāli caurplūdumam ievākt ūdeņu paraugus. Katrs ūdens paraugs apzīmēts ar drenas numuru un ņemšanas datumu. Ūdens paraugu noņemšanai tiek izmantotas 0.5 L slēgtās polietilēna pudeles. Paraugus transportēšanas laikā uz laboratoriju uzglabā ledusskapī 2–4 ºC temperatūrā. Ūdens paraugu ķīmiskais sastāvs noteikts Daugavpils Universitātes aģentūras Latvijas Hidroekoloģijas institūta Hidroķīmijas laboratorijā. Ievāktajos ūdeņu paraugos kopējā fosfora (P_{kop}) koncentrācijas (mg L^{-1}) noteiktas, izmantojot spektrofotometrijas molibdāta metodi pēc parauga oksidēšanas ar peroksidisulfātu (LVS ne ISO 6878:2005). Augsnes paraugi agroķīmisko rādītāju noteikšanai ņemti katru gadu veģetācijas perioda beigās vai pēc pamatkultūras ražas novākšanas pirms ziemāju sējas. Augsnes P_2O_5 – fosfora saturs gaissausā paraugā noteikts Valsts augu aizsardzības dienesta Agroķīmijas laboratorijā (ISO 17586:2016; LVS EN ISO 22036:2024; izteikts kā fosfora saturs 0.02 M Ca laktāta šķīdumā – AGL-001-2024/2).

Datu statistiskai apstrādei izmantota MS Excel ANOVA divfaktoru dispersijas analīze bez atkārtojumiem.

Rezultāti un diskusijas

Nelietojot kaļķošanas līdzekļus un nemēslojot augsni ar minerālmēsliem, augiem izmantojamā fosfora saturs augsnē vairāk nekā 40 gadu laikā praktiski nemainījās no 1982. gadā konstatētajiem 15 mg kg^{-1} augsnes līdz 2025. gadā aramkārtā noteiktajiem 23 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes, kas pētījuma visa perioda laikā vidēji veidoja 13 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes. Izmantojot nelielas minerālmēslu normas (N45P30K45), fosfora saturs augsnē bija nebūtiski augstāks kā variantā bez minerālmēsliem (2025. gadā 49 mg kg^{-1} un vidēji perioda laikā 28 mg kg^{-1} P_2O_5), pie kritiskās robežstarpības $RS_{0.05}$= 37.44 mg kg^{-1} augsnes. Vidējas (N90P60K90) minerālmēslu normas lauciņos bez kaļķojamā materiāla augsnē pieejamā fosfora saturs palielinājās katru gadu, 2025. gadā sasniedzot 111 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes jeb vidēji pētījuma laikā 60 mg kg^{-1} P_2O_5, kas bija būtiski vairāk nekā variantā bez minerālmēsliem, bet būtiski neatšķīrās no varianta ar mazāko minerālmēslu normu pie kritiskās robežstarpības $RS_{0.05}$= 37.44 mg kg^{1} augsnes (1. tab.). Augstas (N135P90K135) minerālmēslu normas lauciņos bez kaļķojamā

materiāla lietošanas kopš 2010. gada fosfora saturs augsnē mainījās maz, sasniedzot attiecīgi 158 un 163 mg kg^{-1} augsnes 2010. un 2025. gadā, taču vidēji izmēģinājumā fosfora saturs augsnē bija būtiski lielāks nekā pērējos pētījumā iekļautajos variantos ($RS_{0.05}$= 37.44 mg kg^{-1} augsnes).

1. tabula *Table 1*

Augiem izmantojamā fosfora izmaiņas augsnē variantos bez kaļķošanas mg kg^{-1} P_2O_5
Plant-available phosphorus in soil without liming mg kg^{-1} P_2O_5

Variants / *Variant*	1982	1992	1994	2010	2011	2025	Vidēji / *Average*
N0P0K0	15	7	7	10	14	23	13
N45P30K45	20	23	16	40	20	49	28
N90P60K90	15	30	32	81	94	111	61
N135P90K135	20	54	63	158	174	163	105
Vidēji / *Average*	18	29	30	72	76	87	-

$RS_{0.05}$= 37.44 mg kg^{-1} mēslojuma variantam
$RS_{0.05}$= 45.86 mg kg^{-1} gadam

Augsnes kaļķošanas normas 5.7 t ha^{-1} $CaCO_3$ lauciņos augiem pieejamā fosfora saturs augsnē variantos bez minerālmēslu lietošanas 44 gadu laikā, līdzīgi kā tas konstatēts lauciņos bez kaļķošanas, praktiski nemainījās, un tas bija robežās no 10 kg ha^{-1} pētījumu sākumā 1982. gadā līdz 22 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes 2025. gadā, kas vidēji pētījuma laikā veidoja 11 mg kg^{-1} P_2O_2 augsnes. Lietojot mazāko minerālmēslu normu (N45P30K45), vērojams augiem pieejamā fosfora krājuma palielinājums, 2025. gadā sasniedzot 55 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes un vidēji visā periodā 26 mg kg^{-1} P_2O_5, kas pie kritiskās robežstarpības $RS_{0.05}$= 36.79 mg kg^{-1} augsnes bija nebūtiski vairāk kā variantos bez minerālmēslu lietošanas un vidējas N90P60K90 minerālmēslu normas lauciņos, vidēji 49 mg kg^{-1} P_2O_5 augsnes (2. tab.). Augstas minerālmēslu normas lietošanas rezultātā 2025. gadā uzkrājās 178 mg kg^{-1} P_2O_5 augiem pieejamais fosfors augsnē, un vidēji pētījuma periodā 123 mg kg^{-1} P_2O_5, kas bija būtiski vairāk par pārējos variantos konstatēto fosfora krājumu augsnes aramkārtā pie kritiskās robežstarpības $RS_{0.05}$= 36.79 mg kg^{-1} augsnes.

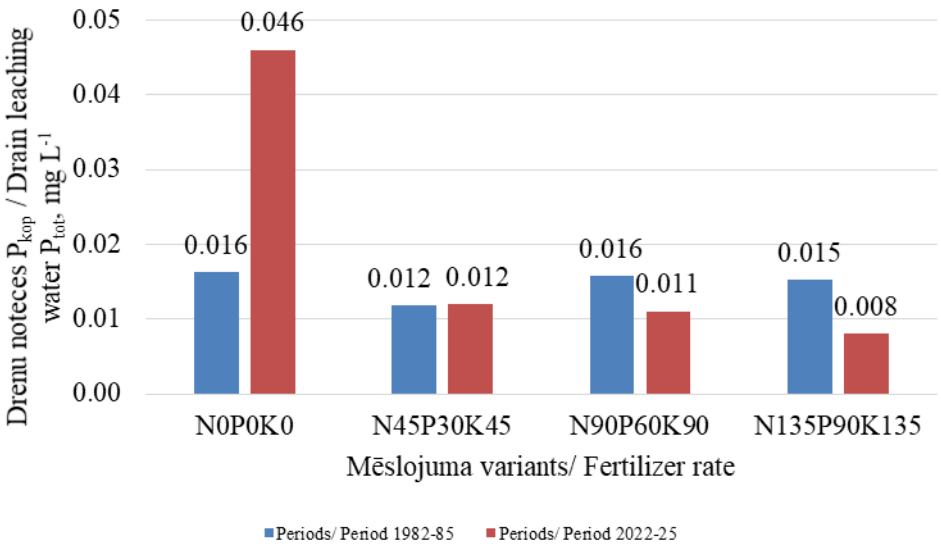
2. tabula *Table 2*

Augiem izmantojamais fosfors augsnē, variantos 5.7 t ha^{-1} $CaCO_3$ kaļķošanas fonā, P_2O_5 mg kg^{-1}
Plant-available phosphorus in soil at 5.7 t ha^{-1} $CaCO_3$ liming background, P_2O_5 mg kg^{-1} soil

Variants / *Variant*	1982	1992	1994	2010	2011	2025	Vidēji / *Average*
N0P0K0	10	4	5	14	9	22	11
N45P30K45	10	21	15	27	30	55	26
N90P60K90	15	23	22	69	63	99	49
N135P90K135	30	71	84	189	184	178	123
Vidēji / *Average*	16	30	32	75	72	89	-

$RS_{0.05}$= 36.79 mg kg^{-1} mēslojuma variantam
$RS_{0.05}$= 45.06 mg kg^{-1} gadam

Drenu novadītajos ūdeņos izteikti augstākas P_{kop} 0.046 mg L^{-1} vidējās koncentrācijas 2022.–2025. gada periodā novērotas no nemēslotā izmēģinājumu varianta lauciņiem (1. att.). Nemēslotajos lauciņos paaugstinātas vidējās vērtības (P_{kop}=0.046 mg L^{-1}) fiksētas vienā izmēģinājumu lauciņā (N0P0K0, 2.85 t ha^{-1} $CaCO_3$) piecos ievāktajos ūdens paraugos, kur viena no laboratorijā noteiktajām fosfora savienojumu koncentrācijām bija neadekvāti augsta un tika izslēgta no analizējamās datu kopas. Pārējos mēslošanas variantos vidējās fosfora savienojumu koncentrācijas atšķiras nenozīmīgi (0.008–0.012 mg L^{-1}) un kopumā uzskatāmas par izteikti zemām. Izmēģinājuma sākuma periodā no 1982. līdz 1985. gadam kopējā fosfora saturs drenu ūdenī bija robežās no 0.010 līdz 0.080 mg L^{-1}.



1. att. Kopējā fosfora saturs drenu notecē vidēji periodā, mg L^{-1}.
Fig. 1. Total phosphorus content in drain runoff averaged over the period, mg L^{-1}.

Pētījumā Zviedrijā noskaidrots, ka augsts fosfora saturs augsnē tieši korelē ar fosfora izskalošanos no tās. Pieaugot augsnes piesātinājumam ar fosforu, pieaug ūdenī šķīstošais fosfora daudzums (Riddle et al. 2018). Acīmredzot 44 gadu ilgā periodā "Sidrabiņu" stacionāra augsnes nevienā, pat lielās devas (N135P90K135) mēslošanas variantā nav sasniegušas piesātinājumu ar fosforu, vismaz līdz ierakto drenu dziļumam. Augsnes piesātinājums ar fosforu ir atkarīgs no dzelzs un alumīnija oksīdiem, kam ir liela nozīme augsnes fosfātu noturēšanā augsnē (Amenkhienan et al. 2024), turklāt alumīnija oksīdi labāk raksturo augsnes fosfora adsorbcijas spēju nekā organiskā viela un dzelzs oksīdi. Augsnes piesātinājums ir atkarīgs arī no māla minerālu daudzuma tās sastāvā, un māls var saistīt ievērojamu daudzumu fosfātu (Gerard, 2016).

Secinājumi

1. Nelietojot minerālo mēslojumu, 44 gadu laikā fosfora saturs augsnes aramkārtā mainījās maz vai nebūtiski neatkarīgi no kaļķošanas līdzekļu lietošanas.
2. Regulāri lietojot vidējas un augstas fosforu saturošu minerālmēslu normas, konstatēts augiem izmantojamā fosfora satura būtisks palielinājums augsnes aramkārtā, salīdzinot ar variantiem bez vai mazāko (N45P30K45) minerālmēslojuma normu Skrīveru smilšmāla augsnes apstākļos. Turklāt izteikta kaļķošanas ietekme uz augiem izmantojamā fosfora uzkrāšanos augsnes aramkārtā netika novērota.
3. Viennozīmīga izmēģinājuma lauciņos izmantoto mēslošanas normu un kaļķošanas devu ietekme uz ūdeņu kvalitāti nav konstatēta.

Abstract. *The long-term field drainage experiment "Sidrabiņi", comprising sixteen plots, was established in 1981 in Skrīveri Rural Territory on loamy sand soil. The design included four mineral fertiliser treatments (N0P0K0, N45P30K45, N90P60K90, and N135P90K135) and four liming rates (0, 2.85, 5.7, and 11.4 t ha^{-1} $CaCO_3$), each implemented within hydraulically independent drainage systems. Over 44 years, plant-available phosphorus remained stable in unfertilised plots (22–23 mg kg^{-1} P_2O_5 in 2025). The N45P30K45 fertiliser rate increased phosphorus to 49–55 mg kg^{-1} P_2O_5 in unlimed and limed plots with a $CaCO_3$ norm of 5.7 t ha^{-1}, respectively. In 2025, a significant increase in phosphorus content was detected in topsoil with medium and high mineral fertiliser rates, corresponding to 111 and 163 mg kg^{1} P_2O_5 in unlimed soil variants, but 99 and 178 mg kg^{-1} P_2O_5 in limed soils with 5.7 t ha^{-1} $CaCO_3$. From 2022 to 2025, average total phosphorus concentrations in drainage leaching water were low (P_{total}= 0.008–0.012 mg L^{-1}) across fertilised treatments. A higher mean value (0.046 mg L^{-1}) was observed in one unfertilised plot. During the initial period (1982–1985), P_{total} ranged from 0.01 to 0.08 mg L^{-1}. Overall, soil phosphorus changed little in unfertilised plots over 44 years, and no clear effect of fertiliser rate or liming on drainage water phosphorus content was detected.*
Key words: *plant available phosphorus, phosphorus in soil, phosphorus leaching, long-term trials.*

Izmantotā literatūra

1. Amenkhienan B. E., Dijkstra F., Warren C., Singh B. (2024). Understanding extractable metal species relationships with phosphorus sorption and organic carbon in soils. *Soil Research* 62, SR24118. https://doi.org/10.1071/SR24118
2. Gerard F. (2016). Clay minerals, iron/aluminum oxides, and their contribution to phosphate sorption in soils — A myth revisited. *Geoderma*. Volume 262, pp. 213—226. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.036
3. Li B. B., Roley S. S., Duncan D. S., Guo J., Quensen J. F., Yu H. Q., Tiedje J. M (2021). Long-term excess nitrogen fertilizer increases sensitivity of soil microbial community to seasonal change revealed by ecological network and metagenome analyses. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 160, 108349. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108349
4. Moore S. (2022). Excess Fertilizer Use and Soil Health. *AZoLifeSciences*. [Tiešsaiste] [skatīts: 2026. gada 11. februārī]. Pieejams: https://www.azolifesciences.com/article/Excess-Fertilizer-Use-and-Soil-Health.aspx.
5. Norberg L., Blomberg M., Linefur H., Kyllmar K. (2025). Nutrient leaching and water quality from agricultural observation fields during 50 years of environmental monitoring in Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, Vol. 75 (1). 2597105. https://doi.org/10.1080/09064710.2025.2597105
6. Pasaules Dabas Fonds, Eitrofikācija. [Tiešsaiste] [skatīts: 2026. gada 27. janvārī.]. Pieejams: https://lv-pdf.panda.org/virzieni/baltijas_jura/eitrofikacija/
7. Riddle M., Bergström L., Schmieder F., Kirchmann H., Condron L., Aronsson H. (2018). Phosphorus leaching from an organic and a mineral arable soil in a rainfall simulation study. *J Environ. Qual*. May; 47(3), pp. 487–495. doi: 10.2134/jeq2018.01.0037
8. Svendsen L., Gustafsson B., Larsen S., Frank-Kamenetsky D. (2019). *HELCOM Core Indicator Report: Inputs of nutrients (nitrogen and phosphorus) to the sub-basins* (2017). p. 31.
9. Štikāns J. (1992) Augšņu kaļķošana un tās efektivitāte. Skrīveri, Latvijas valsts zinātniski pētnieciskais zemkopības institūts "Agra". 279 lpp.
10. Vigovskis J., Jermušs A., Svarta A., Sarkanbarde D. (2016). The changes of soil acidity in long-term fertilizer experiments. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 103 (2), pp. 129–134.

KOKSNES ŠĶIEDRAS KŪDRAS SUBSTRĀTU ĪPAŠĪBU UZLABOŠANAI UN EKOLOĢISKĀS PĒDAS MAZINĀŠANAI

WOOD FIBRE FOR IMPROVING THE PROPERTIES OF PEAT-BASED GROWING MEDIA AND REDUCING THE ENVIRONMENTAL FOOTPRINT

Dagnija Lazdiņa[1], Viktorija Vendiņa[1]
[1]Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"
dagnija.lazdina@silava.lv

Kopsavilkums. *Pētījuma mērķis – izstrādāt un zinātniski pamatot kūdras īpatsvara samazināšanu stādu audzēšanas substrātos, daļēji aizstājot kūdru ar koksnes šķiedru, vienlaikus saglabājot vai uzlabojot substrāta funkcionalitāti un nodrošinot kvalitatīvu meža stādu izaudzēšanu. Pētījumā divas veģetācijas sezonas pēc kārtas analizēta iespēja samazināt kūdras īpatsvaru audzēšanas substrātos, to daļēji aizstājot ar koksnes šķiedrām, substrātam pievienojot papildu slāpekli (N), lai kompensētu koksni noārdošo baktēriju N patēriņu. Paredzēts samazināt kūdras īpatsvaru un saglabāt stabilas substrāta fizikālās īpašības, lai nodrošinātu kvalitatīvu meža stādu izaudzēšanu. Eksperimentālās substrātu sērijas ar koksnes šķiedras piedevām testētas, audzējot egļu un priežu ietvarstādus. Priedes un egles stādi audzēti substrātos ar 15%, 30% un 50% koksnes šķiedru piedevu. Kopumā secināts, ka koksnes šķiedras piedeva nepasliktina izaudzēto stādu kvalitāti – koki aug līdzīgi vai pat labāk nekā kontroles variantā.*
Atslēgas vārdi: *koksnes šķiedras, priežu, egļu ietvarstādi, substrāts.*

Ievads

Sfagnu kūdra profesionālajos audzēšanas substrātos tiek augstu vērtēta tās prognozējamo īpašību dēļ, tas ir īpaši svarīgi ietvarstādu audzēšanā, kur ietvara nelielais tilpums padara sakņu zonas režīmu jutīgu pret mitruma svārstībām. Tāpēc kūdra bieži tiek uztverta kā "kvalitātes etalons" stādu audzēšanas substrātiem (Schmilewski, 2008). Koksnes šķiedra ir mehāniski iegūts lignocelulozes materiāls, ko izmanto kā substrātu strukturējošu komponentu (Dittrich, 2021). Kūdras izmantojuma samazināšana kļūst aktuāla klimata un ekosistēmu saglabāšanas virzienā vērstu politisku apsvērumu dēļ. Eiropas politikas kopsavilkumos uzsvērta kūdrāju saglabāšanas/atjaunošanas nozīme klimata mērķu sasniegšanā (CINEA, 2024). Kūdras ieguve, tirdzniecība un lietojums Eiropā joprojām ir apjomīgs, pastiprinot pieprasījumu pēc alternatīvām (Hirschler & Osterburg, 2022). Vairākās valstīs tiek veidotas stratēģijas kūdras patēriņa mazināšanai audzēšanas substrātos, akcentējot pāreju uz "peat-reduced / peat-free" jeb ar samazinātu kūdras saturu vai bezkūdras stādu izaudzēšanas substrātu risinājumiem (BMELH, 2022).

Koksnes šķiedra parasti palielina gaisa telpu un uzlabo aerāciju, tomēr vienlaikus var samazināt ūdens noturību noteiktā mitruma diapazonā, īpaši, ja dominē rupjāka frakcija (>20 mm), tas nozīmē, ka substrāts var izžūt ātrāk un prasīt citādu laistīšanas režīmu, lai saglabātu optimālu sakņu zonas mitruma režīmu (Sdao et al., 2025). Koksnes izcelsmes materiāliem raksturīga augsta C:N attiecība, kas var izraisīt slāpekļa imobilizāciju: mikroorganismi, sadalot oglekļa substrātus, patērē minerālo N un īslaicīgi samazina tā pieejamību augiem (Harris et al., 2020). Meža stādu ražošanā tas ir īpaši nozīmīgi, jo N nodrošinājums ietekmē virszemes biomasu, skuju attīstību, sakņu/virszemes attiecību un nobriešanu (Beuth, 2023). Jaunākajos eksperimentos uzsvērts, ka koksnes šķiedras var būtiski samazināt ātras iedarbības slāpekļa pieejamību, kas nozīmē nepieciešamību pielāgot mēslojuma formu un padeves grafiku (Wu et al., 2025). Sakņu zonas temperatūras režīmu koksnes šķiedra biežāk ietekmē netieši – caur mitruma saturu un siltumietilpības izmaiņām. Literatūrā uzsvērts, ka pārejā uz koksnes šķiedras maisījumiem izšķiroša ir kompleksa pieeja (ūdens saturs, porainība, aerācija), nevis vienas īpašības izolēts vērtējums (Sdao et al., 2025).

Mazauglīgās smilšainās minerālaugsnēs, kur raksturīga zema ūdens noturība un strauja izžūšana, kūdrošana (pievienot kūdru kā organisko komponentu) ir pamatota, lai uzlabotu sakņu zonas ūdens režīmu un līdz ar to palielinātu augu nodrošinājumu ar mitrumu periodos starp nokrišņiem/laistīšanām. Mainot organiskās un minerālās frakcijas attiecību, būtiski mainās maisījuma kopējā porainība, tilpummasa un ūdens aizture, turklāt visizteiktākās izmaiņas hidrofizikālajās īpašībās parādās pie salīdzinoši neliela organiskās vielas satura intervāla; tas tieši norāda uz kūdras pievienošanas efektivitāti smilšainu substrātu/augšņu ūdens noturības uzlabošanā (Walczak et al., 2002).

Audzējot priedes (*Pinus sylvestris*) un egles (*Picea abies*), pētot "peatless" un "peat-reduced" augšanas vides, ir salīdzinātas vairākas alternatīvas (t. sk. koksnes šķiedra) un to maisījumi ar kūdru. Citu autoru publicētie rezultāti norāda, ka vairākos gadījumos "peat-reduced" maisījumi var nodrošināt augšanu, kas ir tuva kūdrai, savukārt pilnībā bezkūdras varianti biežāk prasa specifisku uzraudzību un ir ar lielāku rezultātu variabilitāti. Tādējādi kūdra var tikt saglabāta kā stabilizējoša bāze, bet koksnes šķiedra kalpot substrāta struktūras regulēšanai. Labs rezultāts panākams, vienlaikus pielāgojot laistīšanas un mēslošanas režīmu (Heiskanen et al., 2024). Papildus skujkoku stādu bezkūdras (peat-free) risinājumiem aktuāli ir pētījumi, kas kā vienu no alternatīvām analizē zāģskaidu pievienošanu substrātam. Šie pētījumi rāda, ka kūdras izslēgšana ir iespējama, tomēr stādu kvalitātes sasniegšanai nepieciešama rūpīga komponentu kombinēšana un precīza barības vielu režīma kontrole (Gustavsson Ruus et al., 2025). Citu autoru līdz šim veiktie pētījumi par koksnes šķiedru kā kūdras aizvietotāju apstiprina, ka rezultāti ir ļoti atkarīgi no materiāla īpašībām; bieži visstabilākie ir maisījumi, kuros koksnes šķiedra ir būtiska, bet ne dominējoša daļa, un kur ir paredzēts papildu N nodrošinājums un mitruma režīma kontrole (Sdao et al., 2025).

Pētījuma hipotēze: pievienojot koksnes šķiedru 15, 30 vai 50% apmērā, iespējams saglabāt vai uzlabot priedes un egles stādu morfoloģiskos kvalitātes rādītājus, salīdzinot ar 100% kūdras substrātu. Pētījuma mērķis – izstrādāt un zinātniski pamatot kūdras īpatsvara samazināšanu audzēšanas substrātos, daļēji aizstājot kūdru ar koksnes šķiedru, vienlaikus saglabājot vai uzlabojot substrāta funkcionalitāti un nodrošinot kvalitatīvu meža stādu izaudzēšanu.

Materiāli un metodes

Triju izcelsmju priežu un egļu ietvarstādi SIA Pindstrup sagatavotos 00–06 mm frakcijas sfagnu kūdras substrātos ar koksnes šķiedru piedevu 0, 15, 30, un 50% apmērā 2024. un 2025. gada veģetācijas sezonā audzēti 120 ml tilpuma plastmasas kasetēs L-120/40 (AKB industrial.) 360 sējeņi vienam variantam katru sezonu. Katrai sugai trīs sēklu plantāciju izcelsmes sēklas izvēlētas, lai pēc iespējas dažādotu ģenētisko materiālu, kas ļautu vispārināt eksperimentā iegūto rezultātu uz ražošanas apstākļos paredzamo (1. tab.). Pirmajā sezonā sēts jūlija pirmajā nedēļā, otrajā sezonā – maija pēdējā nedēļā.

1. tabula *Table 1*

Ietvarstādu izaudzēšanai sētās sēklas
Seed source used for seedling production

Koku suga / *Species*	Meža reproduktīvā materiāla ieguves avots / *Source of forest reproductive material*	Sēklu ieguves gads */ Seed year*	Apzīmējums */ breviature/ abbreviation*
Parastā egle/*Picea abies*	Gulbenes mežniecība	2017	EG
Parastā egle/*Picea abies*	Saldus mežniecība	2007	ES
Parastā egle/*Picea abies*	Viļakas/Rugāju mežniecība	2007	EV
Parastā priede/*Pinus silvestris*	Sēklu plantācija "Svente"	2019	PS
Parastā priede/*Pinus silvestris*	Rugāju sēklu plantācija	2018	PR
Parastā priede/*Pinus silvestris*	Klīves sēklu plantācija	2014	PK

2. tabula *Table 2*

Papildus pievienota slāpekļa saturs SIA Pindstrup substātu standarta receptūrā
Amount of additional N fertilisers to the SIA Pindstrup standard recipe

Slāpekli saturošais mēslojums / *Source of nitrogen gm-*^{3}	0% koksnes šķiedras / / *wood fibre (FG)*	15% koksnes šķiedras / / *wood fibre (FG)*	30% koksnes šķiedras / / *wood fibre (FG)*	50% koksnes šķiedras / / *wood fibre (FG)*
NO_3 – N	35	35	35	35
NH_4 – N	25	25	25	25
UREA – N	-	2.7	5.40	7.5
CDU Nitrogen	-	25.20	50.40	70

Substrātu receptūra veidota ar apsvērumu, ka kokšķiedras pievienošana substrātam veicinās koksni noārdošo baktēriju darbību, kas patērēs minerālo slāpekli, tāpēc substrātos ar augstāku koksnes šķiedras saturu pievienots vairāk minerālā slāpekļa (2. tab.).

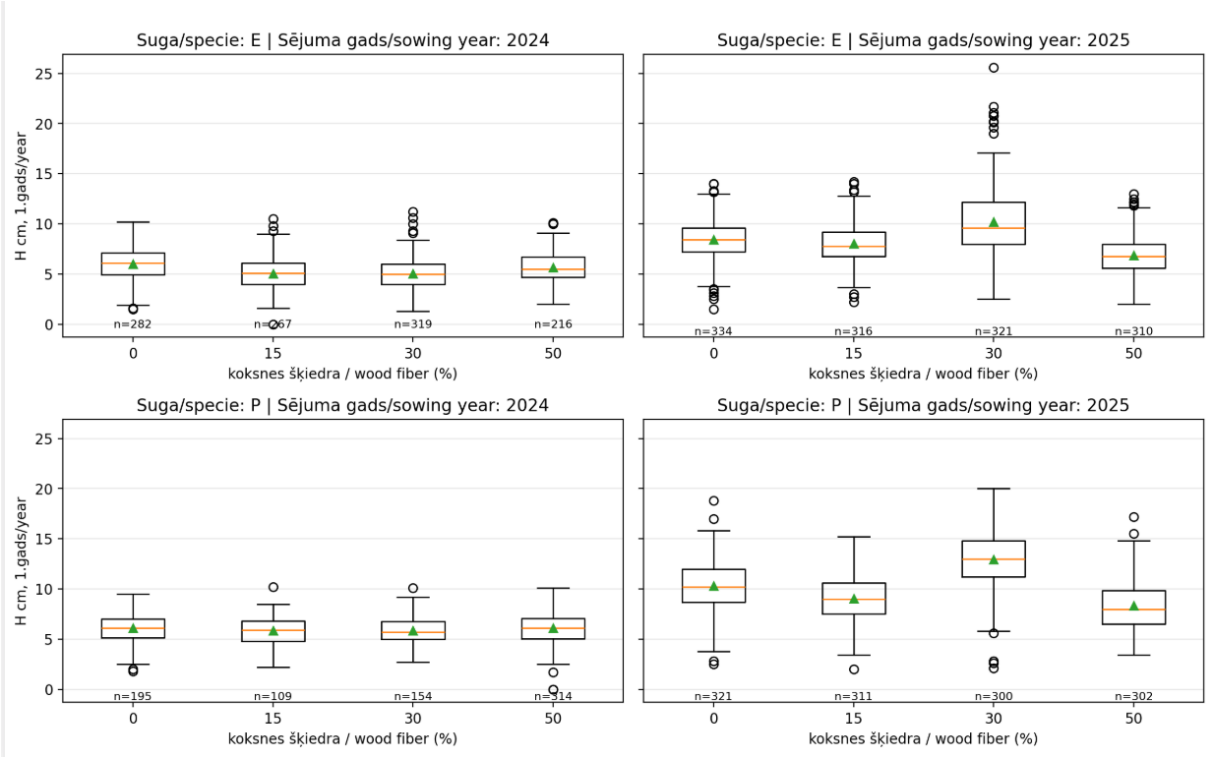
Papildu slāpeklis pievienots ar NPK (12-14-24)+TE 0.5 kg uz kubikmetru kūdras visos variantos, substrātos ar koksnes šķiedrām pievienots lēnas iedarbības slāpekļa mēslojums, kas saturēja urīnvielu un krotonilidēndiurīnvielu (CDU). Substrātu pH vērtības atbilstoši ražotāja datiem 4.3–5.1 pH, elektrovadītspēja 1.2–3.2 mS cm^{-1}

Ietvarstādi audzēti plēves seguma siltumnīcā, dienas gaismā, bez papildu apgaismošanas un apkures. Laistīšana nodrošināta gan ar smidzināšanas/laistīšanas stieni, gan uzpludinot ūdeni uz audzēšanas galda un piesātinot substrātu ar mitrumu. Laistīts ar dejonizētu ūdeni. Pirmās audzēšanas sezonas laikā nav veikta papildmēslošana, stādiem pieejams tikai substrātā sākotnēji pieejamās augu barošanās vielas. Tātad eksperimentā nodrošināts nepieciešamais mitrums un apgaismojums, bet, atšķirībā no parastas audzēšanas prakses, nav veikta stādu papildmēslošana, lai pilnībā novērtētu substrātu atšķirību ietekmi uz priežu un egļu augšanu. Pētījums veikts SIA Meža nozares kompetences centrs (projekta līgums Nr. 5.1.1.2.i.0/1/22/A/CFLA/007) pētījuma "Koksnes šķiedras kūdras substrātu īpašību uzlabošanai un ekoloģiskās pēdas mazināšanai" ietvaros.

Veģetācijas sezonas noslēgumā visiem stādiem uzmērīti augstumi ar precizitāti 0.1 cm. Iegūtajai datu kopai aprēķināti statistiski vidējie rādītāji. Atšķirības starp izaudzētā stādmateriāla augstumiem vērtētas atsevišķi sugām E un P, detalizējot rezultātus pēc "koku suga ar izcelsmi" (EG, ES, EV; PK, PR, PS). Pāru salīdzinājumi starp dažādiem substrātu variantiem atbilstoši pievienotajam koksnes šķiedru daudzumam veikti ar post-hoc Tukey HSD testu ($\alpha = 0.05$).

Rezultāti un diskusijas

Atšķirīgais sēšanas laiks pirmajā un otrajā izmēģinājuma gadā atspoguļojas sezonas noslēgumā sasniegtajā stādu garumā. Vērtējot tikai koku sugu augstumu, redzams, ka 2024. gadā izaudzēto stādu augstumu sadalījums eglēm un priedēm ir samērā līdzīgs (efekts mazāk izteikts), bet 2025. gadā abu sugu stādiem ir izteikts "pīķis" pie 30% koksnes šķiedru piemaisījuma kūdras substrātā, bet 50% biežāk ir zemāks nekā pārējos variantos (1. att.).



1. att. Priežu (P) un egļu (E) ietvarstādu augstumi cm 2024. un 2025. gada sezonā (zaļais trijstūris – vidējā vērtība, bloks – kvartiles, līnija – mediāna, punkti – ekstrēmās vērtības).

Fig. 1. Heights of Scots pine (P) and Norway spruce (E) container seedlings (cm) in the 2024 and 2025 growing seasons (green triangle = mean value; box = interquartile range (quartiles); line = median; dots = outliers/extreme values).

Pirmajā gadā koksnes šķiedru piedeva nedod universālu ieguvumu visām sugām. Sēklu ieguves apgabalu līmenī vērtējot, tas ir šādi – EG: labākais 0% (vid. 6.50 cm), ES: labākais 15% (vid. 6.17 cm) – +1.80 cm pret 0%, EV: labākais 0% (vid. 6.33 cm), bet PK: labākais 0% (vid. 6.81 cm), PR: labākais 15% (vid. 6.07 cm) – +0.66 cm pret 0%, PS: labākais 0% (vid. 6.50 cm). Otrajā izmēģinājumu gadā (2025) izdevās iesēt agrāk, tāpēc izaudzētie stādi ir augstāki un substrāta īpašību atšķirībām ilgāks laiks ietekmēt stādu attīstību. Veģetācijas sezonas noslēgumā redzams, ka 30% koksnes šķiedru piedeva ir konsekventi labākā (īpaši spēcīgi tas izpaužas sēklu izcelsmes PK, PR, ES stādiem), savukārt 50% variants mazāk sekmē stādu augšanu (1. att.). Vērtējot sēklu izcelsmes apgabalu līmenī visos variantos, tendences pārliecinoši vienādas – vien atšķiras stādu sasniegtie augstumi EG: 30% +1.47 cm pret 0%, ES: 30% +3.00 cm pret 0%, EV: 30% +0.82 cm pret 0%, PK: 30% +4.14 cm pret 0%, PR: 30% +3.38 cm pret 0%, PS: 30% +0.21 cm pret 0% (1. att.).

Koksnes šķiedru piedevas (0%, 15%, 30%, 50%) ietekme uz stādu augstumu vērtēta atsevišķi sugām E un P, kā arī detalizējot rezultātus pēc "koku suga ar izcelsmi" (EG, ES, EV; PK, PR, PS). Vērtējot abos gados kopā iegūtos rezultātus noskaidrots, ka vairumā gadījumu būtiski labākais rezultāts iegūts ar 30% koksnes šķiedras piedevu (3. tab.).

3. tabula *Table 3*

Priežu un egļu stādu augstumu 2024. un 2025. gada veģetācijas sezonas noslēgumā Post-hoc Tukey HSD, (α = 0.05) salīdzinājumu rezultāti

Post-hoc Tukey HSD (α = 0.05) comparison results for Scots pine and Norway spruce seedling height at the end of the 2024 and 2025 growing seasons

Koku suga ar izcelsmi / *Seed origin*	%	%	P vērtība / *p – value*			Koku suga ar izcelsmi / *Seed origin*	%	%	P vērtība / *p – value*		
			2024	2025	Kopā / *Together*				2024	2025	Kopā / *Together*
EG	0	15	0.0001	0.0007	0.2067	PK	0	15	0.0035	0.0002	0.0209
EG	0	30	<0.0001	0.0001	0.9786	PK	0	30	0.0013	<0.0001	<0.0001
EG	0	50	<0.0001	<0.0001	0.0001	PK	0	50	0.6586	<0.0001	<0.0001
EG	15	30	0.0357	<0.0001	0.1204	PK	15	30	0.9817	<0.0001	<0.0001
EG	15	50	0.1284	0.3654	0.157	PK	15	50	0.0221	0.6091	0.2927
EG	30	50	0.9982	<0.0001	0.0001	PK	30	50	0.0092	<0.0001	<0.0001
ES	0	15	<0.0001	0.9161	0.0287	PR	0	15	0.1241	0.0125	0.8763
ES	0	30	0.9286	<0.0001	0.0000	PR	0	30	0.7211	<0.0001	<0.0001
ES	0	50	<0.0001	<0.0001	0.1134	PR	0	50	0.9469	0.0000	0.0053
ES	15	30	<0.0001	<0.0001	0.0106	PR	15	30	0.6612	<0.0001	<0.0001
ES	15	50	0.3485	<0.0001	<0.0001	PR	15	50	0.0587	0.0259	0.0011
ES	30	50	<0.0001	<0.0001	<0.0001	PR	30	50	0.4673	<0.0001	<0.0001
EV	0	15	0.0000	0.9668	<0.0001	PS	0	15	0.0465	0.0011	0.0266
EV	0	30	0.0014	0.0428	0.0792	PS	0	30	0.1499	0.9207	0.3964
EV	0	50	0.8338	0.0003	0.0013	PS	0	50	0.5810	<0.0001	<0.0001
EV	15	30	0.0001	0.0118	<0.0001	PS	15	30	0.9991	0.0001	0.0002
EV	15	50	<0.0001	0.002	0.0329	PS	15	50	0.2212	0.0518	0.0001
EV	30	50	0.0173	<0.0001	0.3461	PS	30	50	0.4826	<0.0001	<0.0001

Audzējot priežu stādus 2024. gadā, piedevu ietekme bija vāja vai izcelsmei specifiska (daļai izcelsmju atšķirības starp variantiem nebija nozīmīgas vai arī priekšrocības bija nelielas). Pretēji tam 2025. gadā P grupā tika konstatēta viennozīmīga priekšrocība 30% koksnes šķiedras piedevām, kas statistiski nozīmīgi pārsniedza 0%, 15% un īpaši 50% variantus, norādot uz optimālu substrāta recepti, kas pat ir labāka par ražošanā esošo. Ne visos gadījumos, kad izaudzēts vairāk lielāka auguma stādu, atšķirības ir matemātiski būtiskas, vērtējot abos gados atsevišķi un kopumā, tas no pētījuma mērķa viedokļa ir labi, jo pievienojot piedevas, netiek iegūts būtiski sliktāks rezultāts (1. att., 3. tab.). Egļu

stādus audzējot 2024. gadā, piedevu efekts bija izteikti nevienmērīgs: atsevišķās izcelsmēs labākus rādītājus deva kontrole (0%), citās — neliels piejaukums (piem., 15%), un netika novērota stabila "optimālā" piejaukuma līmeņa atkārtošanās visās E izcelsmēs. Savukārt 2025. gadā 30% koksnes šķiedru piedeva visās E izcelsmēs saistījās ar statistiski nozīmīgi lielāku augstumu, bet, neraugoties uz papildus pievienoto N rezervi, 50% variants bieži bija ar zemākiem rezultātiem.

Labāku rezultātu variantā ar 30% piedevu varētu skaidrot gan ar papildu N slāpekļa pieejamību, gan labāku substrāta aerāciju. Turpmāk pētāms, vai palielinot N saturu koksnes šķiedras un sfagnu kūdras maisījuma 50:50 substrātos, ir iespējams uzlabot augšanas rādītājus. Veicami testi lapu koku stādu izaudzēšanā.

Secinājumi

Pētījumā ar sfagnu kūdras substrātiem konstatēta statistiski nozīmīga koksnes šķiedru piedevas un kompensējošu papildu slāpekļa pievienošanu ietekme uz stādu augstumu, kas sējuma gados atšķīrās.

Koksnes šķiedras un sfagnu kūdras substrāta maisījums 50:50% lielākoties saistījās ar zemākiem priežu un egļu stādu augstuma rādītājiem, neraugoties uz substrātam papildus pievienoto N.

2025. gadā, atkārtota izmēģinājuma rezultātā, 30% koksnes šķiedras (ar kompensējošu N devu) piedeva sfagnu kūdras substrātam abām sugām (*Picea abies* un *Pinus sylvestris*) nodrošināja statistiski nozīmīgi lielāku augstumu, salīdzinot ar 0%, 15% un īpaši 50% piedevas variantiem.

Kopumā secināms, ka substrāta recepte ar 30% koksnes šķiedru piedevu sfagnu kūdrai (ar kompensējošu N devu) ieteicama ieviešanai ražošanā.

Abstract. *The aim of this study was to develop and scientifically substantiate a reduction in the proportion of peat in growing media by partially replacing peat with wood fibre, while maintaining or improving substrate functionality and ensuring the production of high-quality forest seedlings. Over two consecutive growing seasons, the potential to reduce peat content in growing substrates was investigated by partially substituting peat with wood fibre and supplementing the substrate with additional nitrogen (N) to compensate for N uptake by wood-decomposing bacteria. It was assumed that by decreasing the proportion of peat while maintaining the stable physical properties of the substrate, high-quality forest seedlings could be produced. Experimental substrate series containing wood fibre were tested in the cultivation of Norway spruce and Scots pine container seedlings. Scots pine and Norway spruce seedlings were grown in substrates amended with 15%, 30%, and 50% wood fibre. Overall, it was concluded that the addition of wood fibre does not reduce seedling quality – seedlings grew similarly to, or even better than, those in the control treatment.*

Keywords: *wood fibre, Scots pine container seedlings, Norway spruce container seedlings, substrate.*

Izmantotā literatūra

1. CINEA (European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency) (2023). *The benefits of peatland restoration for Europe: Policy messages of the LIFE Peatland Platform Meeting 2023*. European Commission.
2. Gustavsson Ruus A., Gräns D., Menkis A., Hjelm K. & Olson Å. (2025). Growth and quality of *Pinus sylvestris* seedlings in sawdust-based, peat-free growing media. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02827581.2025.2597780
3. Harris C. N., Dickson R. W., Fisher P. R., Jackson B. E. & Poleatewich A. M. (2020). Evaluating peat substrates amended with pine wood fiber for nitrogen immobilization and effects on plant performance with container-grown petunia. *Hort. Technology,* 30(1), pp. 107–116. https://doi.org/10.21273/HORTTECH04526-19
4. Heiskanen J., Ruhanen H., Himanen K., Kivimäenpää M. & Silvan, N. (2024). Growth of Nordic container forest tree seedlings in some peatless and peat-reduced growing media. *New Forests,* 55(5), pp. 1499–1517. https://doi.org/10.1007/s11056-024-10048-8
5. Hirschler O. & Osterburg B. (2022). Peat extraction, trade and use in Europe: A material flow analysis. *Mires and Peat,* 28, Article 24. https://doi.org/10.19189/MaP.2021.SNPG.StA.2315
6. Schmilewski G. (2008). The role of peat in assuring the quality of growing media. *Mires and Peat,* 3, Article 02.
7. Sdao A. E., Gruda N. S. & De Lucia B. (2025). Beyond peat: Wood fiber and two novel organic byproducts as growing media — A systematic review. *Plants,* 14(13), 1945. https://doi.org/10.3390/plants14131945
8. Going peat-free, protecting the climate, BMLEH. (2022) https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/peat-use-reduction-strategy.html

ŪDENS SATURA NEDESTRUKTĪVĀS NOTEIKŠANAS IESPĒJAS KUKURŪZĀ UN LAUKA PUPĀS

POSSIBILITIES OF NON-DESTRUCTIVE WATER CONTENT DETERMINATION IN MAIZE AND FABA BEANS

Rūdolfs Čaplinskis, Ina Alsiņa
LBTU Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultāte
rudolfsnuk@gmail.com

Kopsavilkums. *Ūdens ir viens no būtiskākajiem faktoriem, kas nosaka augu augšanas dinamiku, attīstību un ražību, īpaši kukurūzā (Zea mays) un lauka pupās (Vicia faba), kuras ir jutīgas pret ūdens deficītu dažādos ontoģenēzes posmos. Ūdens deficīts īpaši negatīvi ietekmē augus kritiskajās attīstības fāzēs, samazinot fotosintēzes intensitāti, augu biomasu un ražas kvalitāti. Pētījuma mērķis bija analizēt ūdens satura izmaiņu ietekmi uz kukurūzas un lauka pupu fizioloģiskajiem procesiem un izvērtēt nedestruktīvu ūdens satura noteikšanas metožu pielietojamību pētāmajiem augiem. Izmēģinājums iekārtots Augsnes un augu zinātņu institūta veģetācijas paviljonā. Pētījumā ūdens saturs augos noteikts gan ar gravimetrisko metodi, gan izmantojot portatīvu spektroradiometru RS-3500. Analizējot dažādus indeksus, kas tika aprēķināti, izmantojot gaismas viļņu garumus, rezultāti parādīja, ka augu regulāra laistīšana vai nelaistīšana dažādos attīstības etapos būtiski ietekmē to augšanu un sausnas saturu. Pēc 70. AE abiem kultūraugiem strauji pieaug lapu sausnas saturs, it īpaši augšējām lapām, kur tā sasniedza 30–35% kukurūzai un 15–30% pupām, signalizējot par šūnu dehidratāciju graudu un pākšu pildīšanās un fizioloģiskās nobriešanas fāzē. Galvenie secinājumi no spektrometra iegūto datu analīzes ir: GNDVI dati, kas atspoguļo auga veselību, viskonsekventāk parāda pozitīvu korelāciju ar sausnas saturu abos kultūraugos; WBI dati, kas atspoguļo sausuma stresa novērošanu, ir īpaši efektīvi laistītās platībās. NDII un MSI ir labi sekundārie rādītāji, kas atspoguļo augu jutīgumu un ūdens saturu veģetācijas periodā īpaši pupām. SRWI un LWI dati, kas raksturo ātru ūdens stāvokļa un stresa noteikšanu, bieži uzrāda negatīvas vai nestabilas korelācijas un nav uzticami. Spektrālie rādītāji uzrādīja labu korelāciju ar gravimetriskajiem datiem, apliecinot nedestruktīvo metožu piemērotību ūdens satura monitoringam.*
Atslēgas vārdi: *sausnas saturs, gravimetrija, spektroradiometrija, Zea mays, Vicia faba.*

Ievads

Kukurūza (*Zea mays L.*) un lauka pupas (*Vicia faba* L.) ir divi ekonomiski nozīmīgi lauksaimniecības kultūraugi Latvijā, kuru audzēšana ir cieši saistīta ar ilgtspējīgas lauksaimniecības attīstību un plašo pielietojumu dažādās jomās. Kukurūza kā augstražīgs graudaugs un lopbarības, biogāzes izejvielas un pārtikas rūpniecības izejmateriāls, kas nodrošina stabilus ienākumus, taču ir ārkārtīgi jutīga pret ūdens deficītu, īpaši ziedēšanas un graudu piepildīšanās fāzēs, kad sausuma stress var samazināt ražu pat līdz 50% (Sah et al., 2020). Pēc kukurūzas audzēšanas augsnē paliek bagātīgs organisko atlieku daudzums (stublāji, lapas, saknes), kas uzlabo augsnes struktūru, palielina humusa saturu, veicina mikroorganismu aktivitāti, mazina eroziju un uzlabo ūdens infiltrāciju, pateicoties dziļajai sakņu sistēmai (Grzyb et al., 2020). Savukārt lauka pupas kā olbaltumvielām bagāts pākšaugs cieš no samazinātas fotosintēzes un pākšu veidošanās sausuma periodos, kas tieši ietekmē ražas apjomu un kvalitāti (Etemadi et al., 2020). Tomēr pēc pupu audzēšanas augsne gūst ievērojamus ilgtermiņa ieguvumus: simbioze ar gumiņbaktērijām ļauj piesaistīt atmosfēras slāpekli, samazinot nākamo kultūraugu minerālmēslojuma vajadzību par 30–70 kg ha^{-1}, uzlabo augsnes struktūru, mazina slimību fonu un samazina augu aizsardzības izmaksas (Denton et al., 2013). Abu kultūraugu bieža audzēšana rotācijā vai kombinētās sistēmās padara to kopīgu izpēti īpaši aktuālu.

Novitāte: pētījumā tiek apskatīta nedestruktīvās, proti, gaismas spektrālās analīzes pielietošana kukurūzas un lauka pupu ūdens satura dinamikas novērtēšanai ontoģenēzes gaitā. Līdz šim tik precīzas un nedestruktīvas tehnoloģijas Latvijā nav plaši izmantotas, lai gan tieši tās ļauj reālajā laikā monitorēt augu ūdens statusu un optimizēt apūdeņošanas stratēģijas, vienlaikus saglabājot augus neskartus un samazinot lauka eksperimentu izmaksas.

Darba hipotēze: kukurūzas un lauka pupu ūdens saturs un tā izmaiņas ontoģenēzes laikā būtiski ietekmē fizioloģiskos procesus, un šo izmaiņu precīza noteikšana, izmantojot mūsdienīgas metodes, ļauj labāk izprast ūdens lomu augu augšanā un attīstībā.

Pētījuma mērķis: noskaidrot ūdens satura izmaiņas kukurūzā un lauka pupās, augu ontoģenēzes laikā ar ūdens saturu raksturojošiem parametriem un, salīdzinot destruktīvo gravimetrisko analīzi ar

nedestruktīvo gaismas spektrālo metodi, izstrādāt praktiskus ieteikumus ilgtspējīgai ūdens resursu pārvaldībai Latvijas lauksaimniecībā.

Materiāli un metodes

Pētījumā izmantoti divi kultūraugi: kukurūza (*Zea mays*) un lauka pupas (*Vicia faba*). Eksperiments veikts piecu litru tilpuma veģetācijas traukos, kuros iepildīts 50% kūdras substrāta (KKS-2) un 50% augsnes, kur katram variantam bija seši atkārtojumi. Kopā 26 trauki (12 kukurūzai, 12 lauka pupām un divi kontrolei)

- Kukurūza: seši trauki laistīti + seši trauki nelaistīti, katrā traukā pa vienam augam.
- Lauka pupas: seši trauki laistīti + seši trauki nelaistīti, katrā traukā pa pieciem augiem.
- Divi tukšie trauki ar ūdens mērītāju kontrolei, viens pie laistītajiem augiem, otrs pie nelaistītajiem

1. tabula *Table 1*

Pētījuma izmēģinājuma izkārtojums kukurūzām (K) un pupām (P)
Research pilot setup for corn (K) and beans (P)

4 P	**4 P**	**4 P**	**4 P ŪM**	**4 P**	**4 P**	**1 K ŪM**	**1 K**	**1 K**	**1 K**	**1 K**	**1 K**	Nelaistīti / *Non-watered*
1 K ŪM	**1 K**	**1 K**	**1 K**	**1 K**	**1 K**	**4 P**	**4 P**	**4 P**	**4 P ŪM**	**4 P**	**4 P**	Laistīti / *Watered*
ŪM – ūdens mērītājs / *Water gauge*						ŪM – ūdens mērītājs / *Water gauge*						Kontrole / *Control*

Trauki izvietoti blokveida shēmā (divās rindās septiņi trauki), viens bloks atradās tālāk, kur to nevarēja aizsniegt automātiskais laistītājs, bet otrs bloks bija automātiskā laistītāja rādiusā. Lai nodrošinātu vienādus vides apstākļus visām kombinācijām, abi bloki bija tuvu viens otram. Šāds dizains ļāva veikt trīsfaktoru dispersijas analīzi (laistīšana × suga × attīstības stadija) un Pīrsona korelācijas aprēķinus starp nedestruktīvajiem spektrālajiem indeksiem un gravimetriski noteikto sausnas saturu.

Pētījumā novērtēti augu fizioloģiskie parametri un sausuma stresa reakcijas kukurūzai un lauka pupām 2024. gada vasarā. Mērījumi veikti ar spektroradiometru RS-3500 un ar gravimetrisko noteikšanas metodi. Mērījumu laiki izvēlēti, lai aptvertu augšanas sezonas dažādas attīstības stadijas – no veģetatīvās augšanas līdz ziedēšanai un augu nogatavošanās stadijai. Mērījumus var sakārtot trīs galvenajos blokos:

- Augu fizioloģiskie parametri (RS-3500 spektroradiometrs) – augu lapu mērījumi, veikti piecas reizes augu ontoģenēzes laikā,
- Kukurūzas lapu sausnas analīze – nogrieztas lapas ievietotas termostatā uz 24 stundām, noteikta sausna (%) procentos četras reizes augu ontoģenēzē,
- Lauka pupu sausnas analīze – izņemta viena pupa no veģetācijas trauka un ievietota termostatā, ievāktajiem augiem sausna analizēta četras reizes veģetācijas perioda laikā

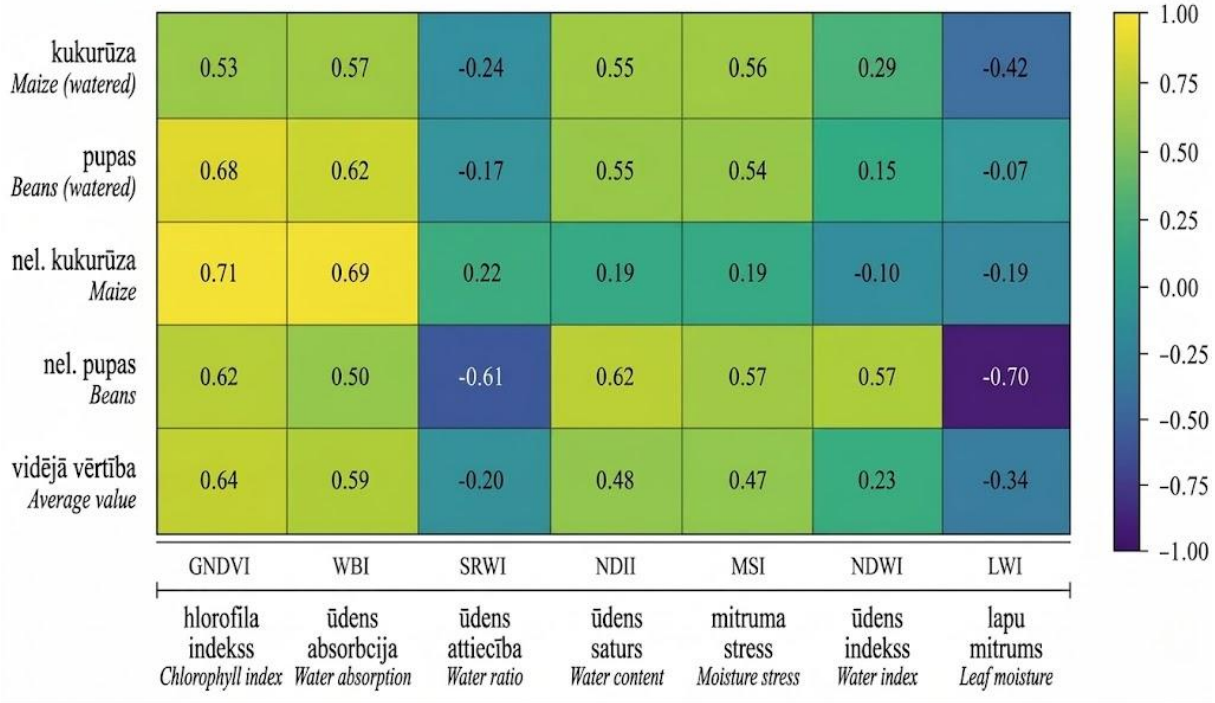
Kopumā veikti sistemātiski mērījumi piecos laika punktos, aptverot gan spektrālo, gan funkcionālo sausuma tolerances novērtējumu abiem kultūraugiem vasaras gaitā. Rezultāti ļauj salīdzināt abu sugu reakciju uz ūdens deficītu dažādās attīstības fāzēs.

Metodika ietver indeksu aprēķina formulu formalizāciju un to jutīguma novērtējumu pret ūdens absorbcijas joslām (NIR: 860–1240 nm; SWIR: ~1600 nm; ūdens joslas: 970 nm, 1300–1450 nm).

Pētījumā analizēti septiņi spektrālie indeksi. NDWI (*Normalized Difference Water Index* / Normalizētais ūdens indekss) un NDII (*Normalised Difference Infrared Index* / Normalizētais infrasarkanais indekss) reaģē uz SWIR absorbciju, MSI (*Moisture Stress Index* / Mitruma Stresa indekss) un SRWI (*Simple Ratio Water Index* / Vienkāršās attiecības ūdens indekss) – uz attiecībām, WBI (*Water band Index* / Ūdens saišu indekss) un LWI (*Leaf Water Index* / Lapu ūdens indekss) – uz šaurām joslām, GNDVI (*Green Normalised Difference Vegetation Index* / Normalizētais zaļās veģetācijas indekss) – uz hlorofila jutīgumu (Gitelson et al., 1996). Salīdzinot ar citiem pētījumiem (e.g., Hunt & Rock, 1989), tie uzrāda augstu korelāciju ar lapu ūdens potenciālu ($R^2 > 0.8$). Šie indeksi ir efektīvi sausuma agrīnā diagnostikā, bet jutīgi pret augsnes fonu un atmosfēras ietekmi, tiek ieteikta kalibrācija.

Rezultāti un diskusijas

Spektrālie augu indeksi tiek plaši izmantoti, lai novērtētu kultūraugu fizioloģisko stāvokli, hidratācijas līmeni un stresu, izmantojot attālinātās un nedestruktīvās metodes. Šajā pētījumā analizēta Pīrsona korelācijas matrica starp septiņiem izplatītiem spektrālajiem indeksiem (GNDVI, WBI, SRWI, NDII, MSI, NDWI, LWI) un vidējām sausnas vērtībām diviem kultūraugiem – kukurūzai un pupām – divos apūdeņošanas režīmos (laistīta un nelaistīta). Turpmāk redzamajā siltumkartē (1. att.) ir parādīti indeksu korelācijas koeficienti un to nozīme.

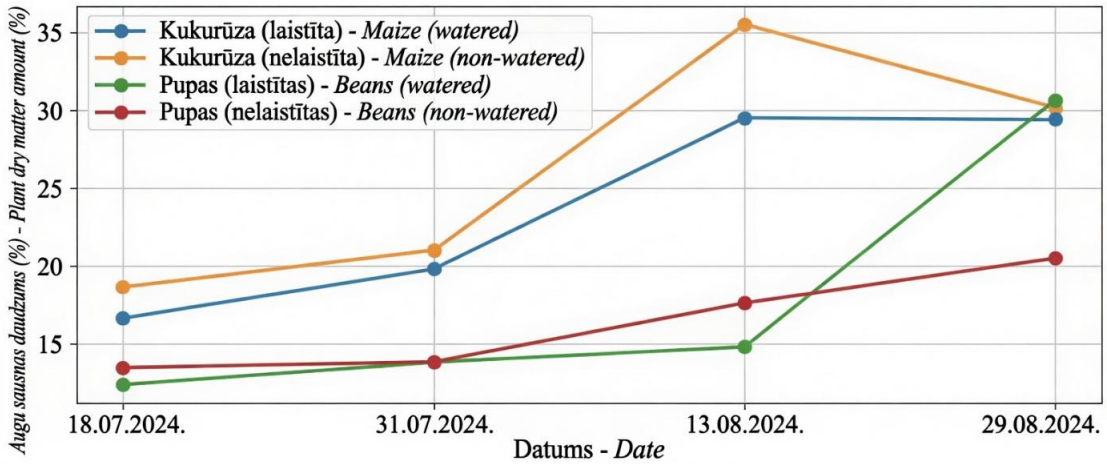


1. att. Spektrālo indeksu korelācijas siltumkarte.
Fig. 1. Spectral indices correlation heatmap.

Korelācijas analīze uzrāda atšķirīgu spektrālo indeksu jutīgumu pret ražu atkarībā no kultūrauga un apūdeņošanas līmeņa. Laistītās pupās sausna vislabāk korelē ar GNDVI (0.68), WBI (0.62) un NDII/MSI (~0.55). Nelaistītās – spēcīgas negatīvas korelācijas ar SRWI (−0.61), LWI (−0.70) un MSI, kas norāda uz augstu lapu ūdens deficīta un mitruma stresa jutīgumu sausumā. Laistītās kukurūzas sausnai izteiktākās korelācijas: GNDVI (0.53), WBI (0.57), NDII/MSI (~0.55–0.56). Nelaistītās saglabājas GNDVI un WBI (0.69–0.71), bet SRWI, MSI, LWI korelācijas vājas vai nenozīmīgas (−0.19 līdz 0.22).

Kopumā GNDVI (vid. 0.64) ir stabilākais sausnas indikators abiem kultūraugiem un abos režīmos. Sausumā pupām dominē ūdens deficīta indeksi, kukurūzai – veģetācijas indeksi. Indeksu izvēle jāpielāgo kultūraugiem un mitruma stāvoklim. Līdzīgus rezultātus apstiprina oriģinālais pētījums (Gitelson et al., 1996), kur GNDVI uzrādīja spēcīgu korelāciju ar veģetācijas stāvokli, uzsverot tā stabilitāti stresa noteikšanā

Te gan jāņem vērā, ka spektrālie indeksi sniedz netiešu un ātru informāciju par augu stāvokli, bet ir jutīgi pret dažādiem faktoriem (atmosfēru, augsnes fonu, lapu struktūru). Tomēr pētījumā (Hunt et al., 1989) NIR un MIR indeksi uzrādīja nestabilitāti, norādot, ka SRWI tipa indeksi var būt mazāk uzticami, kas kontrastē ar šī pētījuma rezultātiem. Gravimetriskā metode nodrošina tiešu, objektīvu augu mitruma satura (%) mērījumu, kalpojot kā etalons spektrālo indeksu validācijai un kalibrācijai, tādējādi palielinot to ticamību un praktisko vērtību sausuma monitoringā.



2. att. Augu sausnas izmaiņas veģetācijas perioda laikā.
Fig. 2. Plant dry matter changes during plant vegetation.

Kukurūzām laistītajā variantā sausna pakāpeniski pieauga no ~16% līdz ~29% (maks. ~30% graudu pildīšanās fāzē), nodrošinot stabilu fotosintēzi un biomasas uzkrāšanos, bet nelaistītajā – straujš kāpums līdz ~35% 13. augustā, jo sausums paātrināja nobriešanu un ūdens zudumu, bet samazināja kopējo ražu un graudu kvalitāti. (2. att.) Šos novērojumus apstiprina nesens pētījums (Széles et al., 2023), kur sausums kukurūzā izraisīja paātrinātu nobriešanu un biomasas samazinājumu, līdzīgi kā šajā pētījumā.

Pupām laistītajā variantā sausnas saturs lēni auga līdz ~15%, tad strauji līdz 30–31% (pākšu pildīšanās un nobriešana), ļaujot normāli attīstīties sēklām, bet nelaistītajā – tikai ~20% augusta beigās, jo sausums stipri ierobežoja pākšu veidošanos, fotosintēzi un sēklu pildīšanos, ievērojami samazinot ražu. Tomēr pētījumā (Denton et al., 2013) N fiksācija pupās mazināja sausuma ietekmi uz biomasu, kas kontrastē ar šī pētījuma datiem.

Secinājumi

1. Regulāra laistīšana nodrošina stabilu un vienmērīgu sausnas uzkrāšanos kukurūzā un pupās, ļaujot sasniegt optimālu biomasu un ražu, savukārt sausuma stress izraisa paātrinātu nobriešanu kukurūzā, bet ievērojamu biomasas un sausnas samazināšanos pupās.
2. Kukurūza ir izturīgāka pret ūdens deficītu nekā pupas, jo sausums tajā veicina ātrāku fizioloģisko nobriešanu bez tik strauja sausnas zuduma, kamēr pupās tas stipri kavē pākšu attīstību un fotosintēzes procesus.
3. Spektrālie indeksi GNDVI un WBI uzrāda visstabilāko un pozitīvo korelāciju ar gravimetriski noteikto sausnas saturu abos kultūraugos un abos apūdeņošanas režīmos, padarot tos par primārajiem rādītājiem augu veselības un ūdens stresa novērtēšanai.
4. Nedestruktīvās metodes, izmantojot spektroradiometru RS-3500, ir uzticamas alternatīvas gravimetrijai ūdens satura monitoringam, jo to korelācija ar tiešajiem mērījumiem apstiprina iespēju samazināt eksperimentu izmaksas un saglabāt augus neskartus.
5. Pupu jutīgums pret sausumu ir lielāks augļu veidošanās fāzē, kur mitruma deficīts izraisa zemāku sausnas līmeni un ražas kvalitāti, salīdzinot ar kukurūzu. Tas norāda uz nepieciešamību diferencēt apūdeņošanas stratēģijas dažādiem kultūraugiem.

Abstract. *Water is one of the most critical factors influencing plant growth dynamics, development, and yield, especially in maize (Zea mays) and field beans (Vicia faba), which are highly sensitive to water deficits at various stages of ontogenesis. Water scarcity has a particularly detrimental effect on plants during key developmental phases, diminishing photosynthesis intensity, plant biomass, and harvest quality. The objective of this study was to examine the impact of water content variations on the physiological processes in maize and field beans, while assessing the feasibility of non-destructive methods for measuring water content in these crops. The experiment was conducted in the vegetation pavilion at the Institute of Soil and Plant Sciences. Water content in the plants was determined using both the gravimetric method and a portable spectroradiometer RS-3500. Analysis of various indices derived from light wavelengths revealed that regular wateration or its absence at different growth stages significantly affects plant development and drought accumulation. After flowering (>70 BBCH), both*

crops showed a rapid increase in leaf drought content, particularly in the upper leaves, reaching 30–35% for maize and 15–30% for beans, indicating cellular dehydration during the grain and pod filling stages and physiological maturity. Key findings from the spectrometer data analysis are as follows: GNDVI values, which indicate plant health, consistently demonstrate a positive correlation with dry matter content across both crops. WBI values, focused on drought stress detection, prove especially effective in watered fields. NDII and MSI serve as reliable secondary indicators for plant sensitivity and water content throughout the vegetation period, particularly in beans. SRWI and LWI values, intended for the quick assessment of water status and stress, often exhibit negative or unstable correlations and are deemed unreliable. Overall, spectral indices exhibited strong correlations with gravimetric data, validating the appropriateness of non-destructive techniques for monitoring water content.
Keywords: *plant physiology, drought content, gravimetry, spectroradiometry, Zea mays, Vicia faba.*

Izmantotā literatūra

1. Denton M. D., Pearce D. J., Peoples M. B. (2013). Nitrogen contributions from faba bean (Vicia faba L.) reliant on soil rhizobia or inoculation. *Plant and Soil*, Vol. 365, No. 1/2, pp. 363–374.
2. Etemadi F., Barker A. V., Hashemi M., Zandvakili O. R., Park Y. (2020). Factors of yield determination in faba bean (Vicia faba). *Crop and Pasture Science*, Vol. 71, No. 4, pp. 305–321.
3. Gitelson A. A., Kaufman Y. J., Merzlyak M. N. (1996). Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 58, No. 3, pp. 289–298.
4. Grzyb A., Wolna-Maruwka A., Niewiadomska A. (2020). Environmental factors affecting the mineralization of crop residues. *Agronomy*, Vol. 10, No. 12, 1951.
5. Hunt E. R. Jr., Rock B. N. (1989). Detection of changes in leaf water content using near- and middle-infrared reflectances. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 30, No. 1, pp. 43–54.
6. Sah R. P., Chakraborty M., Prasad K., Pandit M., Tudu V. K., Rana M. K., Moharana D. (2020). Impact of water deficit stress in maize: Phenology and yield components. *Scientific Reports*, Vol. 10, No. 1, 2944.
7. Széles A., Horváth É., Simon K., Zagyi P., Huzsvai L. (2023). Maize Production under Drought Stress: Nutrient Supply, Yield Prediction. *Plants*, Vol. 12, No. 18, 3301.

VEĢETĀCIJAS INDEKSU UN HLOROFILA FLUORESCENCES PARAMETRU PIELIETOJUMS ORGANISKĀ MĒSLOJUMA EFEKTIVITĀTES IZVĒRTĒŠANĀ ATRAITNĪTĒM

APPLICATION OF VEGETATION INDICES AND CHLOROPHYLL FLUORESCENCE PARAMETERS IN THE EVALUATION OF ORGANIC FERTILISER EFFICIENCY IN PANSIES

Markuss Rihards Dzintars, Ina Alsiņa, Laila Dubova
Augsnes un augu zinātņu institūts, Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte
markuss.rihards.dzintars@gmail.com

Kopsavilkums. *Pētījumā vērtēta dažādu organisko mēslošanas līdzekļu un baktēriju Priestia megaterium suspensijas ietekme uz dārza atraitnīšu (Viola × wittrockiana) šķirņu 'Mega Star Yellow with Blotch' un 'Carneval Special Beacon Rose' augšanu un fizioloģisko stāvokli. Darba mērķis bija noteikt atstarotā spektra veģetācijas indeksu un hlorofila fluorescences parametru lietderību augu fizioloģiskā stāvokļa diagnosticēšanai nedestruktīvā veidā. Izmēģinājumā izmantoti liellopu, cūku un mājputnu kūtsmēsli, kas papildināti ar baktēriju suspensiju. Augu attīstība vērtēta pēc lapu projekcijas laukuma, savukārt fizioloģiskā stāvokļa analīzei izmantoti atstarotie spektri (350–2500 nm) un hlorofila fluorescence. Iegūtie rezultāti liecina, ka cūku un liellopu kūtsmēsli nodrošina statistiski būtiski lielāku lapu projekcijas laukumu salīdzinājumā ar mājputnu mēsliem ($p < 0.05$). Lai gan Priestia megaterium lietošana neizraisīja konsekventas izmaiņas lapu projekcijas laukumā, vairāki spektrālie rādītāji, tostarp NDVI, LIC 2 un ARI, uzrādīja jutību pret šo apstrādi. Augstākā pozitīvā korelācija ar lapu projekcijas laukumu konstatēta hlorofila fluorescences rādītājam RC/CS_0 ($r = 0.90$) un atstarotā spektra indeksam SRPI ($r = 0.89$). Pētījums apstiprina, ka tādi veģetācijas indeksi kā CTR1, HI un PMI ir efektīvi instrumenti atraitnīšu fizioloģiskā stāvokļa monitoringam un barības vielu pieejamības novērtēšanai. Nedestruktīvās optiskās metodes ļauj operatīvi identificēt fizioloģiskas izmaiņas augos, sniedzot precīzāku ieskatu mēslošanas līdzekļu efektivitātē.*
Atslēgas vārdi: *Viola × wittrockiana, atstarotā starojuma spektrs, Priestia megaterium.*

Ievads

Mūsdienu dārzkopībā arvien lielāka nozīme tiek piešķirta ilgtspējīgiem risinājumiem, aizstājot minerālmēslus ar organisko mēslojumu un mikrobioloģiskiem preparātiem. Dārza atraitnītes (*Viola × wittrockiana*) ir plaši izmantoti dekoratīvie augi, kuru kvalitāti un augšanu tieši ietekmē barības vielu pieejamība un vides radītais stress. Lai gan kūtsmēsli (liellopu, cūku un mājputnu) ir tradicionāls augu barības vielu avots, to efektivitāte var atšķirties atkarībā no izcelsmes vai pievienotiem preparātiem, piemēram, baktērijām, mikroskopiskajām sēnēm u. c. Pētījuma novitāte ir saistīta ar nepieciešamību ieviest precīzas, nedestruktīvas metodes augu fizioloģiskā stāvokļa novērtēšanai. Spektrālo veģetācijas indeksu (turpmāk – VI) un hlorofila fluorescences parametru analīze sniedz iespēju operatīvi diagnosticēt augu stresu un fotosintēzes efektivitāti, nebojājot augus. Pētījuma aktualitāti pamato pieaugošā nepieciešamība pēc precīzām un operatīvām metodēm augu veselības novērošanai, pārejot uz ilgtspējīgām audzēšanas tehnoloģijām dārzkopībā. Kā norāda jaunākie pētījumi par veģetācijas vitalitātes indikatoriem, hiperspektrālā analīze ir kļuvusi par nozīmīgu instrumentu fizioloģisko procesu novērtēšanai (Fawcett et al., 2025). VI un hlorofila fluorescences parametru integrācija sniedz iespēju neinvazīvā veidā identificēt agrīnas fizioloģiskas izmaiņas, ko izraisa augu augšanas apstākļi. Specifisku VI validācija dārza atraitnītēm (*Viola × wittrockiana*) ir būtisks solis precīzās dārzkopības attīstībā, mazinot ražošanas riskus un optimizējot resursu izmantošanu. Hipotēze paredz, ka specifiski VI un hlorofila fluorescences parametri spēj ticami norādīt uz atraitnīšu fizioloģisko stāvokli. Pētījuma mērķis ir novērtēt VI un hlorofila fluorescences parametru lietderību *Viola × wittrockiana* fizioloģiskā stāvokļa noteikšanai, analizējot dažādu organisko mēslojumu un *Priestia megaterium* ietekmi.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumā iekļautās *Viola × wittrockiana* šķirnes 'Mega Star Yellow with Blotch' un 'Carneval Special Beacon Rose' iegūtas Latvijas Republikas Lauku atbalsta dienesta, Eiropas Lauksaimniecības fonds lauku attīstībai (ELFLA), pasākuma "Sadarbība", projekta Nr. 22-00-A01612-000010 "Inovatīvs organiskais mēslojums, kas satur mikroorganismus" ietvaros no zemnieku saimniecības "Baltiņi".

Pētījums ir trīsfaktoru, kur 1. faktors ar divām gradācijas klasēm ir atraitnīšu šķirnes, 2. faktors ar trīs gradācijas klasēm – izmantotais organiskā mēslojuma veids (liellopu, cūku vai mājputnu), 3. faktors ar divām gradācijas klasēm – mēslojumam ir vai nav pievienota *P. megaterium* tīrkultūra. Pētījums veikts piecos atkārtojumos. Informāciju par mēslojuma veidiem un audzēšanas apstākļiem skatīt M. Seņkova u. c. publikācijā (Seņkovs et al., 2025).

Lapu projekcijas laukums ir tiešs auga kumulatīvās fotosintēzes aktivitātes un metabolisko procesu rezultāts, tāpēc atraitnīšu augšana tika novērtēta, mērot lapu projekcijas laukumu. Katra auga lapu projekcijas laukumu (A) noteica, mērot divus lapotnes diametrus (D_1 un D_2), kas krustojās taisnā leņķī. Projekcijas laukumu aprēķināja, izmantojot vienādojumu:

$$A = \pi \times D_1 \times D_2 \times 0.25 \quad (1)$$

Pētījumā augu fizioloģiskā stāvokļa indikatori noteikti ar divām mērierīcēm: fluorometru (FluorPen FP110, PSI, Čehija) un spektroradiometru RS-3500 (Spectral Evolution Inc., Haverhill, MA, ASV). Hlorofila fluorescences mērierīce darbojas, reģistrējot auga hlorofila molekulu emitēto gaismu pēc to ierosināšanas, apstarojot augu lapas ar gaismas impulsu, kas ļauj novērtēt fotosintēzes procesa efektivitāti un reakcijas centru aktivitāti. Fluorometrs analizē fluorescences indukcijas līkni, sniedzot datus par enerģijas plūsmu un elektronu transporta ātrumu šūnu līmenī. Spektroradiometrs reģistrē lapu virsmas atstarotās gaismas intensitāti 350–2500 nm diapazonā. Tā darbības pamatā ir dažādu viļņu garumu starojuma intensitātes mērīšana un salīdzināšana, kas tieši raksturo pigmentu sastāvu un augu audu optiskās īpašības, ļaujot nedestruktīvi diagnosticēt fizioloģiskās izmaiņas. Pēc atstarošanas spektriem aprēķināti 56 VI, kuri dažādos literatūras avotos minēti kā augu fizioloģiskā stāvokļa (augu stresa[1], pigmentu satura[2], ūdens satura[3], veselīguma[4] un strukturālie indeksi[5]) raksturotāji, no kuriem atlasīti VI ar augstāko korelāciju ar lapu projekcijas laukumu (1. tab.).

1. tabula *Table 1*

Pētījumā izmantotie VI un to aprēķina formulas
VI used in the study and their calculation equations

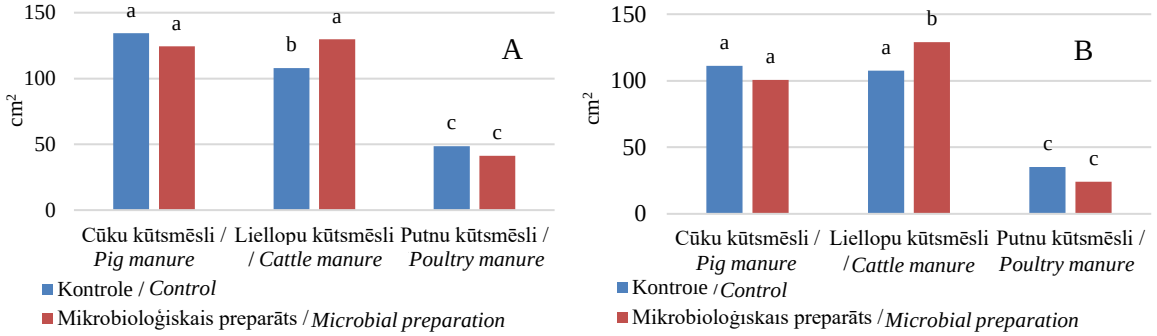
VI	Aprēķina formula / *Equation*	VI	Aprēķina formula / *Equation*	VI	Aprēķina formula / *Equation*
Photochemical reflectance index (PRI)[1]	$\frac{r531 - r570}{r531 + r570}$	*Plant Senescence Reflectance Index* (PSRI)[2]	$\frac{r678 - r500}{r750}$	Anthocyanin *Reflectance* (ARI)[2]	$\left(\frac{1}{r550}\right) - \left(\frac{1}{r700}\right)$
Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)[5]	$\frac{r760 - r670}{r760 + r670}$	*Simple Ratio Pigment Index* (SRPI)[2]	$\frac{r430}{r680}$	*Healthy Index* (HI)[4]	$\left(\frac{r534 - r698}{r534 + r698}\right) - 0.5 \times r704$
Lichtenthaler (LIC)[2]	$\frac{r800 - r680}{r800 + r680}$	*Carter* 1 (CTR1)[2]	$\frac{r695}{r420}$	*Powdery Mildew Index* (PMI)[4]	$\left(\frac{r520 - r584}{r520 + r584}\right) + r724$
Disease Water Stress Index-5 (DWSI-5)[4]	$\frac{r800 - r550}{1660 + r680}$	*Carter Stress Index 1* (CSI1)[1]	$\frac{r1660}{r550}$	*Cercospora Leaf spot index* (CLS)[4]	$\left(\frac{r698 - r570}{r698 + r570}\right) - r734$
Structure Intensive Pigment Index (SIPI)[2]	$\frac{(r445 - r800)}{(r670 - r800)}$	*Carter Stress Index 2* (CSI2)[1]	$\frac{r695}{r760}$	*Sugar Beet Rust Index* (SBRI) [4]	$\frac{r570 - r513}{r570 + r513} + 0.5 \times r704$
Lycopene Index (turpmāk – LYC)[2]	$\frac{r630 - r570}{r630 + r570}$	*Lichtenthaler 2* (LIC 2)	$\frac{r440}{r690}$	*r – atstarošana noteiktā viļņu garumā* *https://www.indexdatabase.de*	

Rezultāti un diskusijas

Izmēģinājumos noskaidrots, ka kūtsmēslu veidam ir būtiska ietekme uz atraitnīšu lapu projekcijas laukumu. (1.A un 1.B att.). Novērotas konsekventas un statistiski būtiskas atšķirības ($p < 0.05$) starp kūtsmēslu veidiem, cūku un liellopu kūtsmēsli uzrādīja labākus rezultātus nekā mājputnu kūtsmēsli.

P. megaterium pievienošana mēslojumam neradīja konsekventas statistiski būtiskas atšķirības starp grupu vidējiem rādītājiem ($p > 0.05$). Tomēr cūku un mājputnu mēslu gadījumā apstrāde ar *P. megaterium* radīja vidējā augu lapu projekcijas laukuma samazināšanos, bet atšķirības nepārsniedza robežstarpības vērtību. Liellopu mēslu gadījumā apstrāde ar mikrobioloģisko preparātu radīja lielāku vidējo augu lapu projekcijas laukumu un atšķirība pārsniedza robežstarpības vērtību. Tas pierāda, ka

apstrādei ar mikrobioloģisko preparātu vai nu nebija nozīmīgas negatīvas ietekmes uz augu lapu projekcijas laukumu, vai arī izraisīja augu lapu projekcijas laukuma palielināšanos.



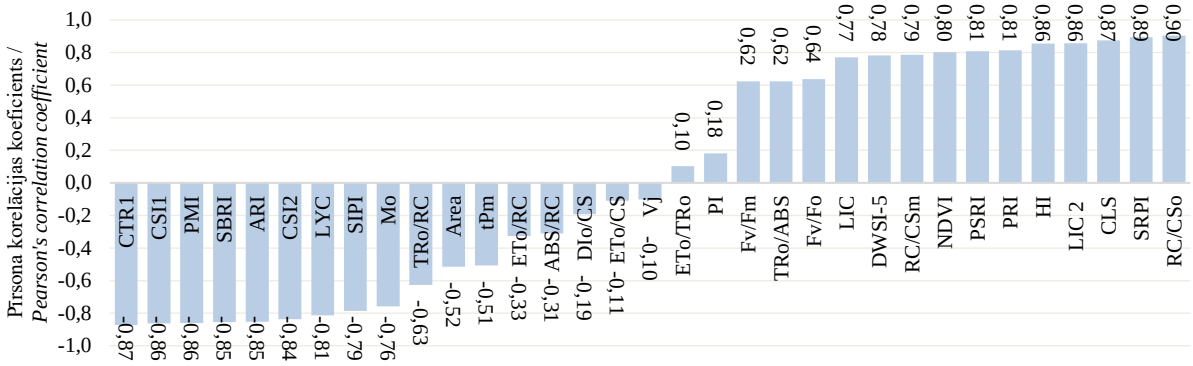
1. att. Mēslojuma un *P. megaterium* ietekme uz augu lapu projekcijas laukumu, cm^2: A – ***'Mega Star Yellow with Blotch'***,
B – ***'Carneval Special Beacon Rose'*** *atšķirīgi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām **(p < 0.05).**
Fig. 1. Plant leaf surface area depending on manure and *P. megaterium* usage, cm^2: A – ***'Mega Star Yellow with Blotch'***,
B – ***'Carneval Special Beacon Rose'*** *different letters indicate statistically significant mean differences **(p < 0.05).**

Hlorofila fluorescences parametri un korelācija ar augu lapu projekcijas laukumu. Lai novērtētu, kuri hlorofila fluorescences parametri vistuvāk korelē ar lapu projekcijas laukumu un līdz ar to ticami norādīt fizioloģisko stāvokli *Viola* × *wittrockiana* augos, tika aprēķināts Pīrsona korelācijas koeficients. Trīs parametri (RC/CS_0, RC/CS_m, M_0) parādīja ciešu korelāciju ar lapu projekcijas laukumu. RC/CS_0 un RC/CS_m abi norāda aktīvo reakcijas centru skaitu uz vienu uzbudinātu šķērsgriezumu, bet dažādos laika punktos – attiecīgi apgaismojuma sākumā un maksimālās fluorescences brīdī (Strasser et al., 2000). Abi rādītāji uzrādīja spēcīgu pozitīvu korelāciju ar lapu projekcijas laukumu: RC/CS_0 – r = 0.90 un RC/CS_m – r = 0.79. Šie rādītāji ir piemēroti atraitnīšu fotosintēzes spēju novērtēšanai, jo augsta korelācija liecina, ka augs labāk fotosintezē un tā lapu vainags palielinās. M_0 norāda reakcijas centra slēgšanās ātrumu, kur gaismas uztveršana to palielina, bet elektronu transports samazina (Strasser et al., 2000). Zemākas M_0 vērtības parasti nozīmē mazāku stresa līmeni augā un tieši novērots pētījumā – M_0 uzrādīja ciešu negatīvu korelāciju ar lapu projekcijas laukumu (r = –0.76).

VI korelācija ar augu lapu projekcijas laukumu. Izmēģinājumos noskaidrots, ka 30% no aprēķinātajiem VI ir izmantojami augu augšanas novērtēšanā (korelācijas koeficienti |r| > 0.78). Novērota cieša korelācija VI, kuriem iepriekš pierādīts, ka tie korelē ar hlorofila a un karotinoīdu koncentrācijas attiecību augos: SIPI, SRPI (Peñuelas et al., 1995) un NDVI. Spēcīgākā korelācija r = 0.89 tika noteikta SRPI, kas liecina, ka augstāka hlorofila a un karotinoīdu attiecība norāda, ka augs fotosintēzei izmanto vairāk enerģijas un mazāk cieš no stresa faktoriem. Iepriekš ir pierādīts, ka CTR1 korelē ar zemāku augu stresu un hlorofila saturu (Carter & Miller, 1994), un šī pētījuma novērojumi saskan ar iepriekš minēto – CTR1 uzrādīja ciešu korelāciju ar augu lapu projekcijas laukumu (|r| = 0.87), kas nozīmē produktīvāku fotosintēzes procesu. LIC un LIC 2 iepriekš uzrādījuši korelāciju ar hlorofila saturu augstākajās augu lapās (Lichtenthaler et al., 2006), šajā pētījumā tie cieši korelē ar augu lapu projekcijas laukumu (r = 0.77 un r = 0.86 attiecīgi). PRI iepriekš uzrādījis korelāciju ar CO_2 asimilācijas ātrumu un fotoķīmijas kvantu iznākumu gaismā (Elsayed et al., 2024), arī šajā pētījumā uzrādīja labus rezultātus un korelēja ar augu lapu projekcijas laukumu (r = 0.81). HI uzrādīja pozitīvu korelāciju (r = 0.86) ar lapu projekcijas laukumu, kas apstiprina A. K. Māleinas un līdzautoru (Mahlein et al., 2013) novērojumus. SBRI un PMI mūsu pētījumā parādīja ciešu negatīvu korelāciju (attiecīgi r = –0.85 un r = –0.86), kas saskan ar A. K. Māleinas un līdzautoru novērojumiem, ka zemāka indeksa vērtība norāda uz veselākiem augiem. Pretrunīgi rezultāti tika iegūti CLS gadījumā, kas parādīja pozitīvu korelāciju (r = 0.87) ar augu lapu projekcijas laukumu. Tas nozīmē, ka augstāka indeksa vērtība šajā pētījumā nozīmēja veselīgākus augus, bet A. K. Māleina un līdzautori atklāja, ka augstāka indeksa vērtība norādīja uz augstāku slimību attīstību.

VI izmantošana mēslošanas līdzekļu un *P. megaterium* iedarbības noteikšanai. Veikta divfaktoru (ar atkārtojumu) ANOVA analīze indeksiem, kuriem bija ciešākā korelācija (|r| > 0.78), lai noteiktu, kuri indeksi varētu konsekventi norādīt atšķirības starp dažādu kūtsmēslu veidiem un *P. megaterium* ietekmi. Lielākā daļa indeksu parādīja statistiski nozīmīgas atšķirības atraitnītēm starp

izmantotajiem kūtsmēslu veidiem, taču nespēja parādīt statistiski nozīmīgu *P. megaterium* ietekmi, kas ir sagaidāms, jo augu lapu virsmu ievērojami ietekmēja kūtsmēslu veids, bet tikai vienā no kūtsmēslu veidiem apstrāde ar *P. megaterium*. Turpmākajos pētījumos par mikrobioloģiskajiem inokulantiem vajadzētu pievērst uzmanību indeksiem NDVI, LIC 2 un ARI, jo šajā pētījumā parādījās statistiski nozīmīgas atšķirības starp grupām ar un bez *P. megaterium* apstrādes. Tas varētu nozīmēt, ka šie indeksi spēja noteikt *P. megaterium* ietekmi, kas neparādījās augu lapu virsmas projekcijas laukumā.



2. att. Pīrsona korelācijas koeficients starp VI, hlorofila fluorescences parametriem un lapu projekcijas laukumu.
Fig. 2. Pearson correlation coefficient between the VI, chlorophyll fluorescence parameters and leaf surface area.

Korelācija starp VI un fluorescences parametriem. Lai salīdzinātu VI un hlorofila fluorescences parametrus savā starpā, tika aprēķināts Pīrsona korelācijas koeficients starp VI un hlorofila fluorescences parametriem, korelācijas analīzes rezultāti parādīti 2. tabulā.

2. tabula *Table 2*

VI un hlorofila fluorescences parametru korelācija, izmantojot Pīrsona korelācijas koeficientu
Pearson correlation coefficient between spectral VI and chlorophyll fluorescence parameters

VI	Hlorofila fluorescences parametri / *Chlorophyll fluorescence parameters*															
	tPm	Area	PI	Vj	Mo	Fv/Fm	Fv/Fo	ABS/RC	TRo/RC	DIo/CS	ETo/RC	TRo/ABS	ETo/TRo	ETo/CS	RC/CSo	RC/CSm
PRI	–0.60*	–0.10	0.49	–0.50	–0.89	0.70	0.89	–0.11	–0.62	0.01	–0.04	0.70	0.50	–0.29	0.66	0.90
NDVI	–0.51	–0.21	0.32	–0.39	–0.85	0.71	0.77	–0.21	–0.61	–0.11	–0.12	0.71	0.39	–0.02	0.69	0.79
LIC	–0.51	–0.19	0.32	–0.41	–0.84	0.71	0.77	–0.20	–0.59	–0.11	–0.10	0.71	0.41	–0.01	0.66	0.78
SIPI	0.74	0.09	–0.44	0.43	0.95	–0.80	–0.93	0.24	0.77	0.12	0.19	–0.80	–0.43	0.38	–0.66	–0.89
LYC	0.53	0.41	0.05	0.00	0.79	–0.84	–0.58	0.56	0.79	0.48	0.50	–0.84	0.00	–0.17	–0.82	–0.62
LIC 2	–0.68	–0.18	0.53	–0.52	–0.93	0.68	0.92	–0.09	–0.63	0.03	–0.05	0.68	0.52	–0.34	0.70	0.96
PSRI	–0.31	–0.38	0.18	–0.23	–0.64	0.51	0.52	–0.17	–0.42	–0.10	–0.12	0.51	0.23	0.18	0.72	0.65
SRPI	–0.64	–0.25	0.38	–0.34	–0.89	0.68	0.83	–0.23	–0.69	–0.10	–0.22	0.68	0.34	–0.34	0.74	0.87
CTR1	0.61	0.18	–0.44	0.46	0.92	–0.72	–0.88	0.16	0.65	0.04	0.10	–0.72	–0.46	0.24	–0.70	–0.90
HI	–0.54	–0.21	0.42	–0.47	–0.87	0.67	0.82	–0.12	–0.58	–0.01	–0.05	0.67	0.47	–0.13	0.70	0.87
PMI	0.47	0.23	–0.43	0.48	0.83	–0.59	–0.77	0.06	0.49	–0.04	–0.01	–0.59	–0.48	0.10	–0.69	–0.85
DWSI-5	–0.48	–0.24	0.36	–0.44	–0.80	0.63	0.75	–0.11	–0.51	–0.03	–0.02	0.63	0.44	–0.02	0.65	0.79
CLS	–0.41	–0.32	0.33	–0.39	–0.78	0.56	0.68	–0.11	–0.47	–0.01	–0.04	0.56	0.39	0.00	0.72	0.78
SBRI	0.54	0.21	–0.43	0.47	0.87	–0.66	–0.82	0.12	0.57	0.01	0.05	–0.66	–0.47	0.13	–0.70	–0.87
ARI	0.63	0.25	–0.32	0.38	0.93	–0.79	–0.83	0.28	0.71	0.17	0.20	–0.79	–0.38	0.10	–0.75	–0.85
CSI1	0.60	0.16	–0.47	0.49	0.92	–0.71	–0.88	0.13	0.63	0.02	0.07	–0.71	–0.49	0.26	–0.69	–0.90
CSI2	0.57	0.20	–0.40	0.45	0.89	–0.71	–0.83	0.17	0.62	0.06	0.09	–0.71	–0.45	0.12	–0.70	–0.86

*Ar zaļu krāsu iekrāsotas pozitīvas korelācijas, ar sarkanu negatīvas korelācijas, spilgtāka krāsa norāda uz ciešāku korelāciju.
**Positive correlations are shown in green, while negative correlations are shown in red; a brighter colour indicates a stronger correlation.*

No VI, kas parādīja ciešu korelāciju ar augu lapu projekcijas laukumu, PSRI neuzrādīja ciešu korelāciju ar hlorofila fluorescences parametriem, kas uzrādīja ciešu korelāciju ar augu lapu projekcijas laukumu. Līdzīgi RC/CS_0 neuzrādīja daudz ciešu korelāciju ar VI, kas uzrādīja ciešu korelāciju ar augu projekcijas laukumu, norādot, ka PSRI un RC/CS_0 indeksus šajā pētījumā neapstiprina citi fizioloģiskā stāvokļa indikatori. Pretēja sakarība tika novērota Fv/F_0 hlorofila fluorescences parametram, tas uzrādīja ciešu korelāciju ar vairākiem VI, bet tā korelācija ar augu lapu projekcijas laukumu bija tikai r = 0.64.

Secinājumi

Vairāki no iepriekš noteiktiem VI un hlorofila fluorescences parametriem izrādījās noderīgi, nosakot *Viola* × *wittrockiana* augu fizioloģisko stāvokli saistībā ar barības vielu pieejamību un norādot uz *Viola* × *wittrockiana* augiem piemērotāko kūtsmēslu veidu. Pētījumā *P. megaterium* neuzrādīja

konsekventas, statistiski nozīmīgas izmaiņas *Viola* × *wittrockiana* augu lapu projekcijas laukumā, kas nozīmē, ka tas būtiski neuzlaboja augu fizioloģisko stāvokli. Tas atspoguļojās VI vērtībās, kas norādīja, ka apstrādei ar baktērijām ir neliela ietekme, izņemot ARI, NDVI un LIC VI, kas uzrādīja statistiski nozīmīgas atšķirības apstrādes grupām abām *Viola* × *wittrockiana* šķirnēm. Konstatēta būtiska korelācija starp vairākiem VI un hlorofila fluorescences parametriem (CTR1, CSI1, PMI, SBRI, ARI, CSI2, LYC, LIC 2, SIPI, M_0, LIC, DWSI-5, RC/CSm, NDVI, PRI, HI, CLS un SRPI). Tas nozīmē, ka šie VI un hlorofila fluorescences parametri ir piemēroti augu fizioloģiskā stāvokļa novērtēšanai.

Abstract. *The study evaluated the effect of various organic fertilisers and the microbiological preparation Priestia megaterium on the growth and physiological condition of the garden pansy (Viola × wittrockiana) varieties 'Mega Star Yellow with Blotch' and 'Carneval Special Beacon Rose'. The aim of the study was to determine the usefulness of the spectral vegetation indices and chlorophyll fluorescence parameters for the non-destructive diagnosis of plant physiological status. The experiment used cattle, pig, and poultry manure supplemented with a P. megaterium bacterial suspension. Plant development was assessed based on leaf area, while vitality analysis was performed using reflected spectrum (350–2500 nm) and chlorophyll fluorescence. The results show that pig and cattle manure provide a statistically significantly larger leaf area compared to poultry manure ($p < 0.05$). Although the use of P. megaterium did not cause consistent changes in leaf area, several spectral indices, including NDVI, LIC 2, and anthocyanin reflectance index, showed sensitivity to this treatment. The highest positive correlation with leaf area was found for the chlorophyll fluorescence parameter RC/CS_0 ($r = 0.90$) and the spectral vegetation index SRPI ($r = 0.89$). The study confirms that indices such as CTR1, HI, and PMI are effective tools for monitoring vitality in pansies and assessing nutrient availability. It was concluded that non-destructive optical methods allow for the rapid identification of physiological changes in plants, providing a more accurate insight into the effectiveness of fertilisers.*
Key words: *Viola × wittrockiana, reflected radiation spectrum, Priestia megaterium.*

Pateicība. Pētījums veikts projekta "LBTU institucionālās kapacitātes stiprināšana izcilībai studijās un pētniecībā" ietvaros, saņemot Atveseļošanas fonda finansējumu.

Izmantotā literatūra

1. Carter G. A., & Miller R. L. (1994). Early detection of plant stress by digital imaging within narrow stress-sensitive wavebands. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 50(3), pp. 295–302.
2. Elsayed M., Hajime T., Kouki H. (2024). The relationships between photochemical reflectance index (PRI) and photosynthetic status in radish species differing in salinity tolerance. *Journal of Plant Research*, Vol. 138(1).
3. Fawcett D., Gessler A., Meusburger K., Ginzler C., Steger D. N., Kahmen A., D'Odorico P. (2025). Hyperspectral indicators of vegetation vitality across scales: From trees to forests. *Science of Remote Sensing*, Vol. 12, 100336.
4. Lichtenthaler H. K., Wenzel O., Buschmann C. & Gitelson A. (2006). Plant stress detection by reflectance and fluorescence. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 851(1), pp. 271–285.
5. Mahlein A.-K., Rumpf T., Welke P., Dehne H.-W., Plümer L., Steiner U., Oerke E.-C. (2013). Development of spectral indices for detecting and identifying plant diseases. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 128, pp. 21—30.
6. Peñuelas J., Baret F. & Filella I. (1995). Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. *Photosynthetica*, Vol. 31(2), pp. 221–230.
7. Seņkovs M., Dubova L., Alsiņa, I., Krīgere, I., Lazdiņa, D., Vendiņa, V., Marcinkeviča, S., Nikolajeva, V. (2025). Composition of Organic Fertilizers Containing Microorganisms and Their Effect on Soil Microbiological Activity and Plant Growth. *Appl. Biosci.* 4(4):57. https://doi.org/10.3390/applbiosci4040057
8. Strasser R. J., Srivastava A., and Tsimilli-Michael M. (2000). The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples. *Probing photosynthesis: Mechanism, regulation and adaptation*, pp. 445—484.

MITRUMA IETEKME UZ MĀJAS PLŪMJU ŠĶIRŅU RAŽU UN AUGĻU KVALITĀTI

INFLUENCE OF HUMIDITY ON THE YIELD AND FRUIT QUALITY OF DOMESTIC PLUM CULTIVARS

Ilze Grāvīte, Monta Krista Jansone
Dārzkopības institūts, LatHort
ilze.gravite@lathort.lv

Kopsavilkums. *Latvijas apstākļos iegūt plūmju ražu ir izdevies jau senā pagātnē, bet iegūt labu ražu ar augstu augļu kvalitāti izdodas reti. Ražas lielums un augļu kvalitāte parasti ir ar pretēju korelāciju – pieaugot ražai, samazinās augļu kvalitāte. 2025. gada veģetācijas periods sākās ar ļoti strauju temperatūras kāpumu, kas izraisīja pāragru pumpuru plaukšanu (aprīļa otrajā dekādē gaisa temperatūra uzkāpa līdz +26.7 °C); tad ilgstoši zema temperatūra radīja ziedpumpuru bojājumus (maija pirmajā dekādē temperatūra nokritās līdz –1.7 °C) un nepilnīgu augļaizmetņu veidošanos (maija pirmo divu dekāžu vidējā temperatūra zem +10 °C). Lai putekšņi varētu dīgt, minimālā temperatūra ir no +5 līdz +12 °C, bet optimālā temperatūra ir +18 līdz +20 °C. Visā periodā ļoti liels nokrišņu daudzums nodrošināja vienmērīgu augļu veidošanos. Jūlijā, kad notiek visstraujākā augļaizmetņu pieaugšana, mēneša nokrišņi sasniedza 165 mm, kas ir divu mēnešu norma. Darba mērķis ir noskaidrot bagātīgā nokrišņu daudzuma ietekmi uz ražas lielumu un augļu vidējo masu, to salīdzinot ar vidējiem rādītājiem, kas iegūti laika posmā no 2015. līdz 2024. gadam. Pētījums veiks Dārzkopības institūtā Dobelē. Stādījums ierīkots 2012. gada pavasarī, bez laistīšanas, potcelms Vangenheim cveče. Dati apkopoti par šķirnēm, kam saglabājušies trīs atkārtojumi, katrā atkārtojumā 2–3 koki. Šķirnes 'Eksperimentālfeltets', 'Julius', 'Ave', 'Oda', 'Edinburgas Hercogs', 'Aļeinaja', 'Ance', 'Zarečnaja Raņņaja', 'Jubileum'. Visām šķirnēm ir būtiskas atšķirības starp deviņu gadu vidējiem ražas rādītājiem un 2025. gada ražu. Augļu vidējā masa starp deviņu ražas gadu vidējiem rādītājiem un 2025. gadu būtiski lielāka visām šķirnēm, izņemot šķirnēm 'Eksperimentālfeltets' un 'Jubileum'. Visizteiktākās vidējās ražas pieaugumu augstais mitruma nodrošinājums devis šķirnēm 'Ance', 'Jubileum' un 'Eksperimentālfeltets', bet pēc augļu vidējās masas visbūtiskākās atšķirības ar vislielāko augļu vidējās masas pieaugumu ir šķirnēm 'Ance' un 'Zarečnaja Raņņaja'.*
Atslēgas vārdi: *Prunus domestica L., nokrišņi, augļu vidējā masa, vidējā raža.*

Ievads

Augļu dārzā galvenais no mērķiem ir iegūt augstas kvalitātes ražu. Pirmkārt, ir svarīgi izvēlēties stādījuma vietu, sagatavot to un stādīt labas kvalitātes stādus (Grāvīte, 2021, 2022). Šķirnes izvēlei ir būtiska loma, bet katrai šķirnei ir savs raksturs, ko nevar mainīt, bet var iespēju robežās koriģēt. Viens no būtiskākajiem nosacījumiem, kas ietekmē ražas veidošanos, ir vainaga veidošana. Ar vainaga formas izvēli var ietekmēt gaismas daudzumu vainagā. Koka augumu 20–30% ietekmē izvēlētais potcelms. Bet visvairāk augšanas un ražošanas raksturu nosaka meteoroloģiskie apstākļi, kurus tiešā veidā ietekmēt audzētājs nevar, bet tos var koriģēt, samazinot stresa faktorus. Paralēli visiem šiem pasākumiem būtiska loma dārzā ir meteoroloģiskajiem apstākļiem. Ražas lielums un augļu kvalitāte parasti ir ar pretēju korelāciju – pieaugot ražai, samazinās augļu kvalitāte. Viens no būtiskākajiem faktoriem, kas rada stresu augiem, ir mitruma trūkums. Laistīšanas sistēmu ierīkošanu iesaka ābeļu komercdārzos ar augumu samazinošajiem potcelmiem (Apenīte u. c., 2012; Jiang, He, 2021; Isaev et at., 2023). Jau pirms gadsimta izpētītajā ekoloģiskajā pamatlikumā teikts, ka neatkarīgi no pārējo ekoloģisko faktoru nodrošinājuma, organisma eksistenci konkrētajos vides apstākļos limitē tas ekoloģiskais faktors, kurš atrodas tuvāk minimālajai vai maksimālajai (kritiskajai) robežai (Schelford, 1931). Rumānijā veiktajos pētījumos S. Kosmulesku un līdautori (Cosmulescu, Baciu, Gruia, 2010) secinājuši, ka pēdējos gados vērojama tendence, ka augi vienlaikus tiek pakļauti sausumam un augstai temperatūrai.

Tikai ūdens klātbūtnē augs spēj uzņemt CO_2 no gaisa un barības vielas no zemes un pēc tam tās transportēt no saknēm uz lapām un atpakaļ. Bez ūdens nenotiek neviens fizioloģisks process augā, bet bez optimālas temperatūras nenotiek ūdens kustība augā (Коровин, 1984). Nokrišņu būtiska pozitīva ietekme uz plūmju augļu kvalitāti un ražas apjomu ir norādīta pētījumos, kas veikti Skernevicē (Skierniewice, Polija), it īpaši kokiem uz augumu samazinošā potcelma *Wangenheim*, salīdzinot ar *P. cerasifera* potcelmu. Sausums būtiski samazinājis augļu vidējo masu uz augumu samazinošā potcelma (Treder, Grzyb, Rozpara, 1998).

Darba mērķis ir noskaidrot 2025. gada bagātīgo nokrišņu daudzuma ietekmi uz ražas lielumu un augļu vidējo masu, to salīdzinot ar vidējiem rādītājiem, kas iegūti laika posmā no 2015. līdz 2024. gadam.

Materiāli un metodes

Dārzkopības institūtā stādījums ierīkots 2012. gada pavasarī, stādot viengadīgus kokus 4×1.5 m attālumā (1666 koki uz ha, tradicionāli – 5×3 metri jeb 666 koki uz ha). Sākotnēji stādījumā trīs atkārtojumi pa trim kokiem. Tajā iekļautas šķirnes no mājas plūmju (*P. domestica*) grupas 'Ance'; 'Jubileum'; 'Kijevas Vēlā'; 'Edinburgas Hercogs'; 'Ave'; 'Oda'; 'Lāse'; 'Stenlijs'; 'Aļeinaja'; 'Zarečnaja Raņņaja', 'Eksperimentālfeltets', 'Kressu' uz *Vangenheim* potcelma. Pēc 13 gadiem pētījumā iekļautas šķirnes, kam saglabājušies vismaz divi koki atkārtojumā. Izslēgtās šķirnes 'Kijevas Vēlā', 'Lāse', 'Stenlijs', 'Kressu'.

1. tabula *Table 1*

Augšņu agroķīmiskās izpētes rezultāti
Results of soil agrochemical research

Kartēšanas gadi / *Years of mapping*	Augsnes tips / *Soil type*	Granulometr. Sastāvs / *Granulometric composition*	Augsnes reakcija pH_{KCl} / *Soil reaction*	Organiskā viela, % / *Organic matter*	P_2O_5 mg kg^{-1}	K_2O mg kg^{-1}
2010.	Vkg	sM	6.5	2.9	318	356
2020.	Vkg	sM_3	6.6	2.8	252	281
2025.	Vkg	sM_3	6.5	5.2	290	316

Pamatmēslojums netika dots, bet, sākoties ražošanai, veikta papildmēslošana ar kompleksajiem minerālmēsliem:

no 2015. līdz 2018. gadam, sākot ražot, NPK 6-5-20 (Mg – 3; S – 11; B – 0.05; Cu – 0.1; Fe – 0.1; Mn – 0.7; Mo – 0.01; Zn – 0.1; Se – 0.0006) dots ~50 g uz koku;

no 2019. līdz 2020. gadam, palielinoties ražai un samazinoties veģetatīvajam pieaugumam, NPK (Mg), (S) 11-11-21, Mg – 1.6, un mikroelementiem (S – 10; B – 0.05; Cu – 0.03; Fe – 0.08; Mn – 0.25; Mo – 0.002; Zn – 0.04), ar zemu hlora saturu dots ~80–100 g uz koku;

2024. gada rudenī vienkāršais superfosfāts (200 g uz koku) un K magnēzijs (150 g uz koku).

Apūdeņošana un balstu sistēma nav ierīkota. Pirmos desmit gadus apdobes mulčētas ar lapu koku šķeldu, tālākos gados apdobes frēzētas divas reizes sezonā (agri pavasarī un veģetācijas perioda vidusdaļā). Rindstarpās sēts zālājs, kas veģetācijas periodā regulāri pļauts, to sasmalcinot un atstājot dārzā.

Augu aizsardzības pasākumi veikti saskaņā ar integrētas audzēšanas nosacījumiem – pirmais smidzinājums pirms ziedēšanas ar varu saturošiem līdzekļiem; otrais smidzinājums – uzreiz pēc ziedēšanas – plūmju zāģlapsenes ierobežošanai; trešais smidzinājums – vadoties pēc VAAD publicētās novērojumu kartes un tā brīža meteoroloģiskajiem apstākļiem plūmju tinēja ierobežošanai; ceturtais smidzinājums (bieži vien apvienots ar insekticīda smidzinājumu) – plūmju puvju ierobežošanai.

Vainagi veidoti pēc slaidās vārpstas principa – pamatzaru ieveidošana vainaga lejasdaļā un klājzari vainaga augšējā daļā – saglabājot piramidālu vainaga formu. Klājzari un augļzari, izvērtējot to kvalitāti, regulāri atjaunoti. Koku augums ierobežots 3.00–3.50 m augstumā. 2018. gada pavasarī veikta vainagu mehanizēta apgriešana. No 2020. gada vainagu veidošana veikta katru otro gadu.

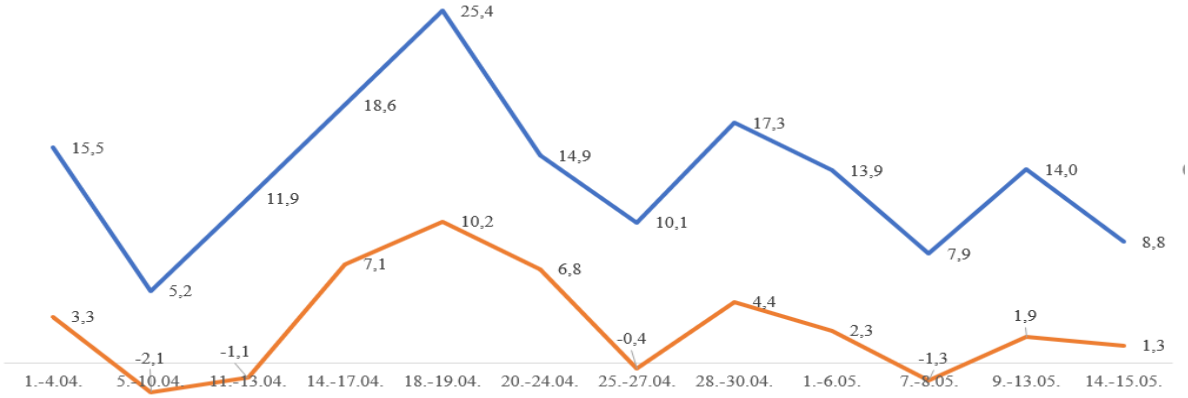
Raža vākta vairākos lasījumos, atkarībā no augļu ienākšanās laika. Uzskaitīta kopējā raža no koka, kg. Vidējā augļu masa aprēķināta no 100 augļiem. Pirmais ražas gads, kad sākta datu uzkrāšana, ir 2015. gads. Vidējā raža no koka aprēķināta deviņiem gadiem – līdz 2024. gadam.

Datu matemātiskā apstrādes veikta ar vienfaktora dispersijas analīzi MS Excel programmā pie 95% ticamības.

Rezultāti un diskusijas

Ražas veidošanās augļu kokiem sākas iepriekšējā gada vasarā, kad ieriešas ziedpumpuri. 2024. gada vasara bija labvēlīga ziedpumpuru attīstībai, taču rudens bija garš, vēss un mitrs, savukārt ziema ļoti nestabila – ar krasiem temperatūras kāpumiem janvārī, kas pārtrauca miera periodu. Februāra sākumā visām šķirnēm, ienesot zarus telpā, sākās plaukšana. Pumpuru salcietības pārbaudē jau daļa no

pumpuriem bija bojāti. Temperatūras svārstības pavasarī – aprīlī straujš temperatūras kāpums, kam sekoja ilgstošs un vēss pavasaris.



1. attēls. Vidējās augstākās un zemākās temperatūras 2025. gada aprīlī–maijā
Fig. 1. Average higher and lower temperatures April and May, 2025
(---augstākās temperatūras; higher temperatures; --- zemākās temperatūras; lower temperatures)

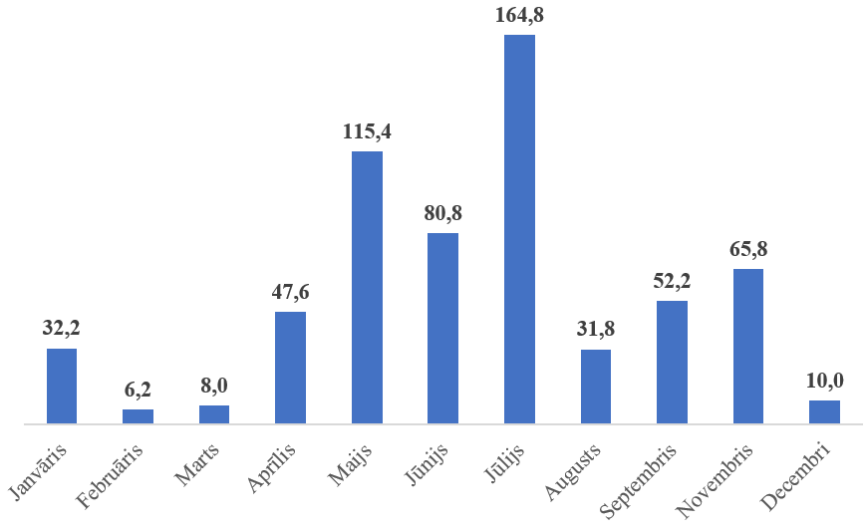
Ziedēšanas sākums lielākajai daļai šķirņu 2025. gadā bija 31.04.–05.05., bet pilnzieda laikā (07.–09.05.) nakts salnas vēl būtiskāk ietekmēja potenciālo ražu (1. att.). Lai nosargātu ziedus, stādījumos diennakti pirms temperatūras krituma dārzā lietoja Lalstimosmo. Daudziem ziediem bija izsalušas drīksnas vēl pirms ziedu atvēršanās. Lai putekšņi varētu dīgt, minimālā temperatūra ir no +5 līdz +12 °C, maksimālā +25 līdz +40 °C, bet optimālā temperatūra ir +18 līdz +20 °C (Tromp, 2005). 2025. gadā visā ziedu apaugļošanās laikā gaisa temperatūra bija zema – maksimālā temperatūra dienas laikā sasniedza vien +14 °C, bet nakts temperatūra ilgstoši bija zem +5 °C.

2. attēls. Nakts salnu bojātie ziedi
Fig. 2. Damaged flowers of night frosts

Apaugļošanās un augļaizmetņu aizmešanās laikā klimatiskie apstākļi bija nelabvēlīgi – ar zemu gaisa temperatūru un spēcīgiem ziemeļu vējiem. Daudzām šķirnēm bija vērojami nepilnīgi attīstījušies augļaizmetņi, kas vēlāk nobira. Uzskaitot potenciālo ražu, varēja secināt, ka ražas veidošanai atlikuši vidēji 15%.

Līdz ar augļaizmetņu straujāku attīstību pieaug prasības pēc mitruma. Nepilnīgi apaugļojušies augļaizmetņi nobirst. Kā vēsta Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs[1], gadā nokrišņu daudzums Latvijā ir 685.6 mm, bet visbagātākie ar nokrišņiem ir jūlijs un augusts, kuros vidēji nolīst 75 mm. 2025. gadā no maija līdz jūlijam nolija aptuveni 360 mm, kas daudzkārt pārsniedza vidējos rādītājus.

[1] https://klimats.meteo.lv/klimats_latvija/latvijas_klimatiskais_raksturojums/

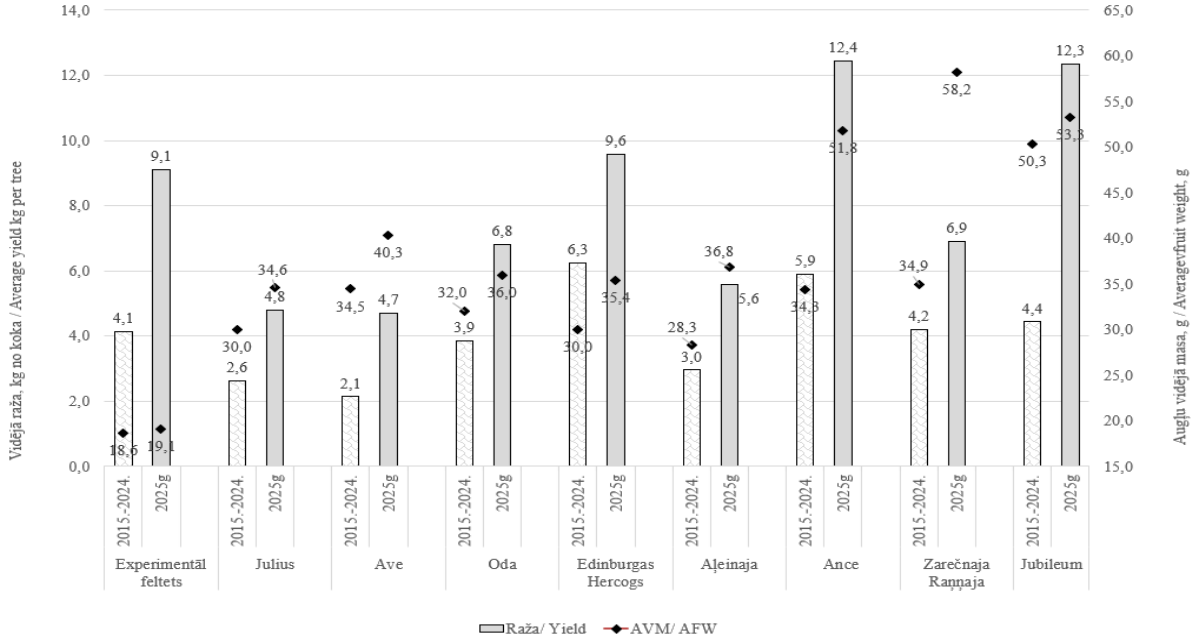


3. attēls. Nokrišņu apjoms 2025. gadā
Fig. 3. Amount of precipitation in 2025

Apputeksnēšanās rezultātus būtiski ietekmē auksīnu klātbūtne, kura nosaka augļaizmetņu ātrāku vai vēlāku nobiri. Pirmā nobire ir aptuveni nedēļu pēc noziedēšanas, kad nobirst neapputeksnētie vai bojātie ziedi, otrā nobire ir aptuveni 4 nedēļas pēc apaugļošanās, kad notiek strauja šūnu veidošanās endospermā, trešā nobire ("jūnija nobire") 7–8 nedēļas pēc apaugļošanās, ceturtā nobire (pirmsražas nobire) aptuveni 16 nedēļas pēc apaugļošanās (Janick, 1963). Visas nobires viskrasāk ietekmē mitruma apstākļi, kas nodrošina asimilēto un minerālo vielu transportu augā (Шумахер, 1979). Ja šajā laikā (Latvijas apstākļos tas parasti ir jūnija vidū) mitruma ir mazāk, nobire ir izteiktāka. 2025. gadā trešajā nobirē nobira tikai atlikušie nepilnīgi attīstījušies augļi. Tas deva cerības par ražas ienākšanos 2025. gadā.

Pētījumā salīdzināti ilggadīgie vidējās ražas rādītāji no 2015. gada līdz 2024. gadam ar vidējo ražu 2025. gadā (4. att.). Visām pētījumā iekļautajām šķirnēm 2025. gadā raža būtiski augstāka ($p<0.05$), salīdzinot ar deviņu gadu vidējiem ražas apjomiem, neskatoties uz iepriekš aprakstītajiem nelabvēlīgajiem ražas veidošanās apstākļiem. Pietiekoša mitruma nodrošinājums visbūtiskāk ražu palielināja šķirnēm 'Eksperimantālfeltets', 'Ance' un 'Jubileum'.

Augļu vidējā masa būtiski atšķīrās šķirnēm 'Julius', 'Ave', 'Aļeinaja', 'Ance', 'Zarečnaja Raņņaja'



4. attēls. Vidējā raža no koka, kg / Augļu vidējā masa (AVM), g
Fig. 4. Average yield per tree, kg / Average fruit weight (AFW), g

Salīdzinot ar Serbijas izmēģinājumos iegūtajiem trīs gadu rezultātiem (Rakičevič, Ogašanovič, Mitrovič et al., 2007), kur no 5–6-gadīga koka vidējā raža bijusi 5.4 kg un vidējā augļu masa 36.6 g, 2025. gada ražas un augļu vidējās masas dati krietni pārsniedza pat Serbijas klimatā uzrādītos rezultātus.

Secinājumi

Visām šķirnēm ir būtiski augstāka raža un augļu vidējā masa 2025. gadā, salīdzinot ar deviņu gadu vidējiem ražas rādītājiem. Mitrumam ir būtiska nozīme ražas veidošanā un augļu vidējās masas pieaugumā. Pēc šiem pētījuma rezultātiem var secināt, ka tas, kā varēs stādījumā nodrošināt laistīšanu, ir jāņem vērā pie stādījumu ierīkošanas – tā nodrošinot jauno augu ieaugšanos un ražas veidošanos.

Abstract. *In an orchard, one of the main objectives is to obtain a high-quality yield. First of all, it is important to choose the planting site, prepare it properly, and plant high-quality seedlings. The choice of variety plays a crucial role, but each variety has its own character that cannot be changed – only adjusted within certain limits. One of the most important factors influencing yield formation is crown management, as it determines the amount of light that reaches the canopy. BUT – alongside all these measures, meteorological conditions also play a significant role in the orchard. The size of the yield and the quality of the fruit usually show an inverse correlation: as yield increases, fruit quality tends to decrease. All varieties show significantly higher yields and greater average fruit weight in 2025 compared to the nine-year average yield indicators. Moisture plays a crucial role in yield formation and in increasing the average fruit weight. This must be taken into account when establishing new orchards – both to ensure the successful establishment of young plants and to support yield formation.*
Keywords: *Prunus domestica L., precipitation, average fruit weight, average yield.*

Izmantotā literatūra

1. Apenīte I., Vilka L., Ozoliņa-Pole L., Rancāne R., Volkova J. u. c. (2012). Ceļvedis komercaugļkopībā. (2012). Latvijas Valsts Augļkopības institūts, 188 lpp.
2. Cosmulescu S., Baciu A., Gruia M. (2010). Environmental Factors and Their Influence on Some Physiological Processes in Plum Tree. *Acta Horticulturae*, No. 874, pp. 175–182.
3. Grāvīte I. (2021). Kā sekmīgi ierīkot kauleņkoku dārzu. *Profesionālā dārzkopība* 2021/2/15/, 20.–23. lpp. https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/2021-11/Profesionala_DARZKOPIBA_Nr15_0.pdf
4. Grāvīte I. (2022). Kā sekmīgi ierīkot kauleņkoku dārzu Nr. 2. *Profesionālā dārzkopība* 2022/1/16/, 20.–23. lpp. https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/2022-04/Profesionala_darzkopiba_Nr16.pdf
5. Jiang X., He L. (2021). Investigation of Effective Irrigation Strategies for High-Density Apple Orchards in Pennsylvania. *Agronomy* 2021, 11(4), 732; https://doi.org/10.3390/agronomy11040732
6. Isaev S., Sarimsakov M., Sarimsakova M., Turdaliev A., Abdukhakimova K., Mirzaeva M. (2023). Application of water-saving irrigation technologies of intensive apple orchards in the irrigated regions of Uzbekistan. *E3S Web of Conferences* 389, 03052 (2023), https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338903052
7. Rakičevič M., Ogašanovič D., Mitrovič M. et al. (2007). The effects of Plant Density and Rate of Fertilization on Yield and Fruit Size of the Plum Cultivar 'Čačanska Lepotica'. *Acta Horticulturae*, No. 734, pp. 401–405.
8. Schelford V. E. (1931). Some concepts of bioecology. *Ecology*, No. 12, pp. 45–467.
9. Treder W., Grzyb Z. S., Rozpara E. (1998). Influence of irrigation on growth, yield and fruit quality of plum trees cv. Valor grafted on two rootstocks. *Acta Horticulturae*, No. 478, pp. 271–275.
10. Tromp J. (2005f). Flower – bud formation. In: *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production.* Ed. by J. Tromp, A. D. Webster, S. J. Wertheim. The Netherlands, Leiden: Backhuys Publishers, pp. 204–215.
11. Коровин А. И. (1984). *Растения и экстремальные температуры*. Ленинград: Гидрометеоиздат. 272 с.

DAŽĀDAS IZCELSMES UN VECUMA APRIKOŽU ŠĶIRŅU FENOLOĢIJA RUDENS PERIODĀ

PHENOLOGY OF APRICOT CULTIVARS OF DIFFERENT ORIGIN AND AGE IN THE AUTUMN PERIOD

Monta Krista Jansone, Ilze Grāvīte
Dārzkopības institūts,
monta.jansone@lathort.lv

Kopsavilkums. *Mūsdienu svārstīgajos klimatiskajos apstākļos ir svarīgi, lai augļu koki spētu sagatavoties miera periodam (pārziemošanai). Rudenī, pazeminoties gaisa temperatūrai un dienām kļūstot īsākām, lapās sāk noārdīties hlorofils, un lapas sāk dzeltēt. Barības vielas tiek transportētas no lapām uz stumbru un sakņu sistēmu. Līdz ar lapu krāsošanos augam sākas nobriešanas periods, bet līdz ar lapkriti sākas dziļā miera periods. Gan pāragrs, gan novēlots lapkritis būtiski ietekmē auga spēju pretoties nelabvēlīgiem ziemošanas apstākļiem. Pētījums veikts Dārzkopības institūtā Dobelē 2024. un 2025. gada rudenī. Mērķis bija noteikt* veģetācijas perioda noslēguma attīstības stadijas *dažādu izcelsmju un vecuma šķirnēm. Pētījumā iekļautas aprikožu šķirnes no Pētera Upīša selekcijas materiāla ('Dimaija', 'Dzintars', 'Velta') un šķirnes no čehu izcelsmes selekcijas materiāla ('Boriss', 'Gundega'). Potcelms P. cerasifera, stumbrveidotājs P. domestica ziemcietīgas šķirnes. Vecākie koki stādīti 2014. gadā un potēti stumbrveidotājā 2015. gadā, jaunākie koki potēti stumbrveidotājā 2022. gadā un dārzā stādīti 2023. gadā. Vērtētas četras attīstības stadijas rudenī (91. AS – lapas sāk dzeltēt, 95. AS – 50% lapu nobirušas, 97. AS – gandrīz visas lapas ir nobirušas, 99. AS – pilnīga lapu nobiršana). Šķirnēm ar dažādu izcelsmi veģetācijas perioda noslēgums atšķiras. Kopumā abos pētījuma gados čehu izcelsmes aprikozēm ('Boriss' un 'Gundega') lapu dzeltēšana sākās divas nedēļas vēlāk, aptuveni 20. oktobrī, atkarībā no konkrētā gada laikapstākļiem, šķirnēm 'Velta', 'Dimaija' un 'Dzintars' lapu dzeltēšana sākās oktobra sākumā. Pilnīga lapu nobiršana šķirnēm 'Velta', 'Dimaija' un 'Dzintars' 2024. gadā bija oktobra beigās, bet 2025. gadā novembra pirmajā nedēļā. Šķirnēm 'Boriss' un 'Gundega' abos pētījuma gados lapas nobira novembra otrajā nedēļā.*
Atslēgas vārdi: *Prunus armeniaca, Latvijas šķirnes, miera periods, lapkritis.*

Ievads

Augļkopībā arvien biežāk nākas saskarties ar dabas radītiem pārbaudījumiem, kas būtiski apgrūtina stabilas ražas iegūšanu. Šīs pārmaiņas ir grūti iepriekš prognozēt, tādēļ augus nav iespējams pilnvērtīgi sagatavot nelabvēlīgiem laikapstākļiem. Atklātā laukā situāciju vēl vairāk sarežģī daudzie ietekmējošie faktori. Kā viens no šādiem faktoriem jāuzsver auga nobriešana un sagatavošanās dziļā miera periodam, lai koki spētu pārziemot. Augu veiksmīgu sagatavošanos un nobriešanu ziemas periodam nosaka vairāki būtiski faktori. Pirmkārt, nozīmīgas ir šķirnes ģenētiskās īpašības, kas ietekmē auga spēju pielāgoties nelabvēlīgiem vides apstākļiem. Otrkārt, svarīga ir fenoloģiskā attīstība un koka augšanas intensitāte, ko ietekmē dārza atrašanās vieta, stādījumu kopšana un iepriekšējā gada raža. Treškārt, būtisku lomu spēlē arī klimatiskie apstākļi (Flore, 1994). Latvijā arvien biežāk novērojamas nepastāvīgas ziemas ar atkārtotiem sala un atkušņa periodiem, kas bieži vien aprikozes "pamodina" miera periodā, tādējādi sala ietekmē rodas dažādi bojājumi gan ziedpumpuriem, gan koksnei. Pētījuma mērķis bija noteikt veģetācijas perioda noslēguma attīstības stadijas dažādu izcelsmju un auga vecuma šķirnēm.

Materiāli un metodes

Pētījums veikts Dārzkopības institūtā Dobelē 2024. un 2025. gada rudenī. Pētījumā iekļautas aprikožu šķirnes no Pētera Upīša selekcijas materiāla ('Dimaija', 'Dzintars', 'Velta') un šķirnes no čehu izcelsmes selekcijas materiāla ('Boriss', 'Gundega'). No katras šķirnes vērtēti vismaz trīs koki, 11. kv – vecākie koki viens vai divi, 3. kv – jaunākie koki divi no katras šķirnes. Vērtētas četras attīstības stadijas rudenī (91. AS – lapas sāk dzeltēt, 95. AS – 50% lapu nobirušas, 97. AS – gandrīz visas lapas ir nobirušas, 99. AS – pilnīga lapu nobiršana). Novērojumi tika uzsākti oktobra sākumā, kad augiem parādījās pirmās lapu dzeltēšanas pazīmes, un turpināti līdz pilnīgai lapu nobiršanai. Datu iegūšana notika ar vienas nedēļas intervālu, katrā reizē veicot vizuālu stāvokļa novērtējumu un foto fiksācijas, lai dokumentētu izmaiņas lapu krāsā un nobiršanas intensitātē.

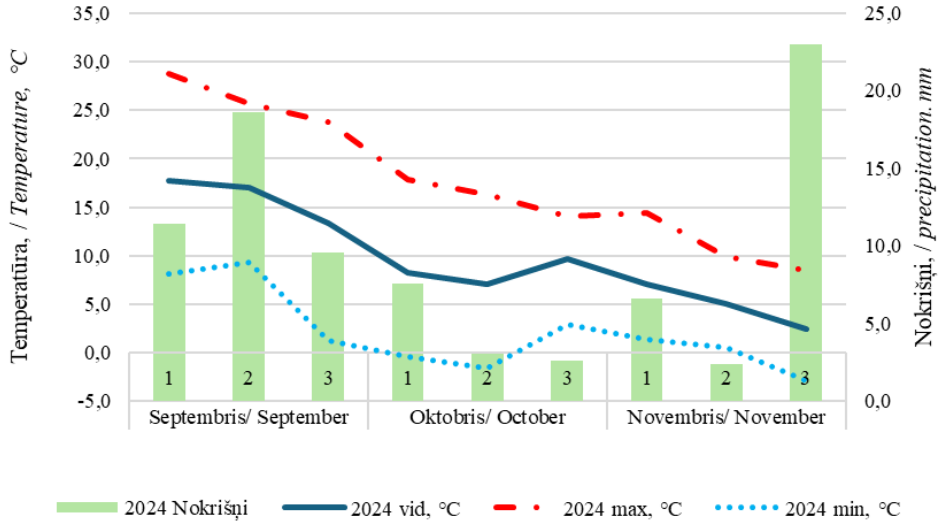
Koki sastāv no potcelma Kaukāza plūme *P. cerasifera*, stumbrveidotājs mājas plūme *P. domestica* ziemcietīgas šķirnes un aprikozes šķirnes, kas potētas aptuveni 1 m augstumā no augsnes virskārtas.

Vecākie koki stādīti 2014. gadā un potēti stumbrveidotājā 2015. gadā, jaunākie koki potēti stumbrveidotājā 2022. gadā un dārzā stādīti 2023. gadā.

Rezultāti un diskusija

2024. gada rudens (septembris–novembris) Latvijā raksturojams ar būtiski siltāku un sausāku klimatu salīdzinājumā ar ilgtermiņa klimatiskajām normām. Vidējā gaisa temperatūra rudens sezonā bija aptuveni +9.6 °C, kas ir 2.5 °C virs ilggadējās rudens normas un padarīja šo rudens periodu par trešo siltāko novērojumu vēsturē. 2024. gada rudens bija sausāks nekā parasti. Kopējais nokrišņu daudzums bija zem ilgtermiņa normas, aptuveni par 30% mazāks nekā ierasts. Visi rudens mēneši – septembris, oktobris un novembris – bija sausāki par ilggadējo novērojumu normu.

Dobelē 2024. gada septembra pirmajā dekādē vidējā gaisa temperatūra bija ap +18 °C, tā pakāpeniski pazeminājās līdz oktobra trešajai dekādei, kad vidējā gaisa temperatūra noslīdēja līdz +10 °C, novembrī turpinājās pakāpeniska temperatūras pazemināšanās. Viss rudens periods raksturojams kā samērā sauss, taču zem 10 mm nokrišņu bija reģistrēts no septembra trešās dekādes līdz novembra otrajai dekādei (1. att.).

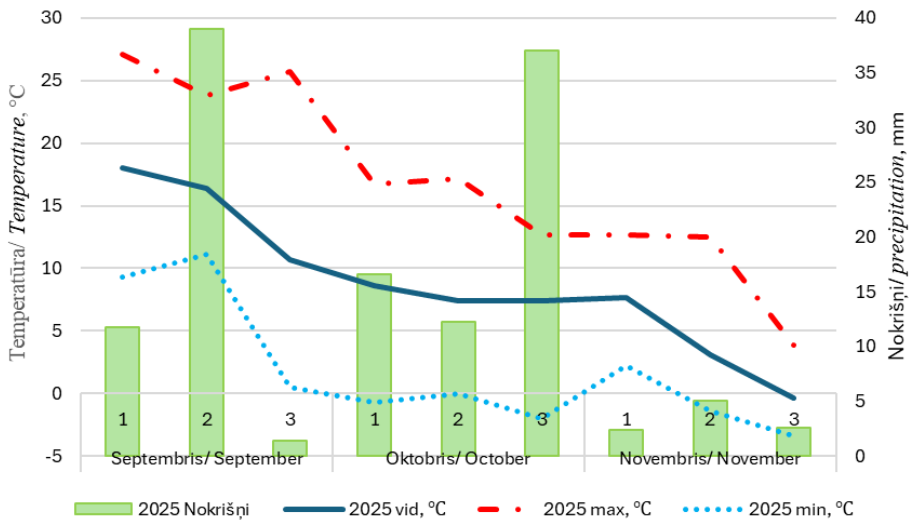


1. att. 2024. gada rudens meteoroloģiskie dati, mēneša dekādēs.
Fig. 1. Meteorological data for autumn 2024 by monthly decades.

2025. gada rudenī (septembris–novembris) Dobelē bija vērojama pakāpeniska temperatūras pazemināšanās un nevienmērīgs nokrišņu sadalījums. Septembra sākumā vidējā gaisa temperatūra bija ap +18 °C, kas pakāpeniski pazeminājās līdz novembra pirmajai dekādei, taču otrajā novembra dekādē temperatūra pazeminājās straujāk (2. att.).

Kopumā 2024. gada septembris bija siltāks nekā 2025. gadā, taču 2025. gadā oktobra vidējā gaisa temperatūra bija attiecīgi 9 °C un 8.5 °C, savukārt novembrī – ap 4.0 °C. Gaisa temperatūras pakāpeniska atdzišana bija līdzīga abos pētījuma gados. 2025. gada rudenī nokrišņu summa bija 128 mm, taču 2024. gadā vien 85 mm, lai gan abos gados netika sasniegta ilggadējo novērojumu robeža, 2025. gads bija daudz mitrāks.

Lai koki spētu pārziemot, kā viens no ietekmējošajiem faktoriem jāuzsver auga nobriešana un sagatavošanās dziļā miera periodam. To ietekmē apstākļu komplekss – gan auga ģenētiskais mantojums, gan klimatiskie apstākļi, gan fenoloģiskā attīstība un koka augšanas intensitāte.



2. att. 2025. gada rudens meteoroloģiskie dati, mēneša dekādēs.
Fig. 21. Meteorological data for autumn 2025 by monthly decades.

2024. gadā lapu dzeltēšana sākās 8. oktobrī (3. att.). P. Upīša selekcijas materiāla šķirnēm tieši jaunajā stādījumā, vienīgi šķirnei 'Dzintars' arī no vecākā stādījuma bija sākusies lapu dzeltēšana. Vecākā stādījuma apzīmējums 11. kv., jaunākais stādījums 3. kv.

Šķirne / Cultivars	Datums / Date					
	08.10.2024	14.10.2024	21.10.2024	30.10.2024	05.11.2024	11.11.2024
Boriss 11.kv						
Boriss 3.kv						
Gundega 11.kv						
Gundega 3.kv						
Dimaija 11.kv						
Dimaija 3.kv						
Dzintars 11.kv						
Dzintars 3 kv.						
Velta 11. kv						
Velta 3.kv						

lapas sāk dzeltēt / leaves begin to turn yellow
50% lapu nobirušas / 50% of the leaves have fallen
gandrīz visas lapas nobirušas / almost all leaves have fallen
pilnīga lapu nobiršana / complete leaf fallen

3. att. 2024. gada fenoloģiskie novērojumi.
Fig. 3. Phenological observations for autumn 2024.

Čehu izcelsmes šķirnēm 'Boriss' un 'Gundega' lapu dzeltēšanas sākums nav tik viennozīmīgs – jaunākiem šķirnes 'Boriss' kokiem lapas sāka dzeltēt 14. oktobrī, bet šķirnei 'Gundega' lapas sāka dzeltēt 21. oktobrī, kas ir vienu līdz divas nedēļas vēlāk nekā P. Upīša selekcijas materiāla šķirnēm jaunajā stādījumā. Visvēlāk, 30. oktobrī, lapu dzeltēšanas sākums tika novērots šķirnei 'Gundega' vecākajā stādījumā (10 gadus veci koki), bet šķirnēm 'Dimaija', 'Velta' šajā datumā tika konstatēta pilnīga lapu nobiršana gan jaunajiem, gan vecajiem kokiem. Šķirnei 'Dzintars' vecākajam kokam pilnīga lapu nobiršana arī konstatēta 30. oktobrī, bet jaunajam kokam nedēļu vēlāk. No čehu izcelsmes šķirnēm ātrāk, 5. novembrī, lapas nobirušas jaunajam kokam 'Boriss', bet vecākajam kokam nedēļu vēlāk, arī šķirnes 'Gundega' gan jaunajam, gan vecākajam kokam lapas nobirušas 11. novembrī (3. att.).

2025. gada rudenī lapu dzeltēšana bija sākusies nedēļu ātrāk, salīdzinot ar 2024. gadu (4. att.). Oktobra sākumā (01.10.2025.) sākušas dzeltēt lapas jaunajiem kokiem šķirnēm 'Dimaija' un 'Dzintars', un vecākā stādījuma šķirnei 'Velta'. Pārējo vietējās izcelsmes aprikožu šķirņu lapu dzeltēšana sākās 13.10.2025. Visu čehu izcelsmes aprikožu šķirņu lapu dzeltēšana neatkarīgi no koka vecuma 2025. gada rudenī sākusies vienlaicīgi, 20.10.2025. (4. att.), kas ir vairāk nekā divas nedēļas vēlāk salīdzinājumā ar vietējās izcelsmes šķirnēm. Oktobra beigās (28.10.2025.) pilnīgi lapas nobirušas bija aprikozes šķirnei 'Dimaija' jaunajā stādījumā. Pārējām vietējās izcelsmes šķirnēm no P. Upīša selekcijas materiāla pilnīgi lapas nobirušas nedēļu vēlāk, 3. novembrī. Čehu izcelsmes šķirnēm vecākajā stādījumā pilnīga lapu nobiršana bija 6. novembrī ('Boris'), bet citiem kokiem 10. novembrī (4. att.). Tas saskan ar atziņām no cita pētījuma, ka augu fenoloģisko attīstību ietekmē ne tikai mēneša vidējās temperatūras, bet arī īstermiņa temperatūras svārstības un ekstrēmi laikapstākļi (Chuine et al., 2013).

Šķirne / Cultivars	Datums / Date						
	01.10.2025	13.10.2025	20.10.2025	28.10.2025	03.11.2025	06.11.2025	10.11.2025
Boriss 11.kv							
Boriss 3.kv							
Gundega 11.kv							
Gundega 3.kv							
Dimaija 11.kv							
Dimaija 3.kv							
Dzintars 11.kv							
Dzintars 3 kv.							
Velta 11. kv							
Velta 3.kv							

lapas sāk dzeltēt / leaves begin to turn yellow
50% lapu nobirušas / 50% of the leaves have fallen
gandrīz visas lapas nobirušas / almost all leaves have fallen
pilnīga lapu nobiršana / complete leaf fallen

4. att. 2025. gada fenoloģiskie novērojumi.
Fig. 4. Phenological observations for autumn 2025.

Salīdzinot aprikožu šķirnes pēc izcelsmes, konstatēts, ka P. Upīša selekcijas materiāla šķirnēm lapu dzeltēšana sākas agrāk (jau 8. oktobrī 2024. gadā un 1.–8. oktobrī 2025. gadā), kamēr čehu izcelsmes šķirnēm ('Boriss', 'Gundega') šis process sākās vēlāk. Līdzīgas tendences aprakstītas arī citos pētījumos, kur vietējās selekcijas šķirnes bieži ir labāk adaptējušās konkrētā reģiona klimatiskajiem apstākļiem un ātrāk reaģē uz sezonālām izmaiņām (Hänninen, Tanino, 2011). Vēlāka lapu dzeltēšana čehu šķirnēm var liecināt par to augstāku siltumprasīgumu vai atšķirīgu reakciju uz gaismas periodu. Iepriekšējie pētījumi norāda, ka lapu krāsas maiņa un nobiršana augļu kokiem ir cieši saistīta ar temperatūras pazemināšanos un gaismas periodu, kas regulē augu fizioloģiskos procesus (Heide, Prestrud, 2005; Vitasse et al., 2011).

Secinājumi

Divu gadu novērojumi parāda tendences, ka šķirnēm, kas izdalītas no čehu selekcijas materiāla ('Boriss' un 'Gundega'), lapu dzeltēšana sākas aptuveni nedēļu līdz divas nedēļas vēlāk nekā šķirnēm no vietējās selekcijas materiāla ('Velta', 'Dzintars' un 'Dimaija'). Lai gan 2025. gadā lapu dzeltēšana sākās nedēļu ātrāk nekā 2024. gadā, pilnīga lapu nobire bijusi vienlaicīgi abos gados, kas ir attiecīgi novembra 10.–11. datumā.

Pateicība. Pētījums veikts ar projekta "Dārzaugu selekcijas programma selekcijas materiāla izstrādei, lai veicinātu konvencionālo, integrēto un bioloģisko lauksaimniecības kultūraugu audzēšanas tehnoloģiju ieviešanu" finansiālu atbalstu.

Abstract. *In today's variable climatic conditions, it is important for fruit trees to be able to prepare for dormancy (overwintering). In autumn, as air temperatures decrease and days become shorter, chlorophyll in the leaves begins to break down, and the leaves start turning yellow. Nutrients are*

transported from the leaves to the trunk and root system. With leaf colouration, the plant enters the ripening period, while leaf fall marks the onset of deep dormancy. Both premature and delayed leaf fall significantly affect the plant's ability to withstand adverse winter conditions. The study was conducted at the Institute of Horticulture in Dobele during the autumns of 2024 and 2025. The aim was to determine the terminal developmental stages of the growing season for apricot cultivars of different origins. The study included apricot cultivars from Pēteris Upītis' selection material ('Dimaija', 'Dzintars', 'Velta') and cultivars of Czech origin ('Boriss', 'Gundega'). The rootstock used was P. cerasifera, and the trunk-forming stock was a winter-hardy P. domestica cultivar. Older trees were planted in 2014 and grafted onto the trunk stock in 2015, while younger trees were grafted in 2022 and planted in the orchard in 2023. Four developmental stages in autumn were distinguished: 91 BBCH – leaves begin to turn yellow, 95 BBCH – 50% of the leaves have fallen, 97 BBCH – almost all leaves have fallen, 99 BBCH – complete leaf fall. The end of the growing season differed significantly among cultivars of different origins. Overall, in both study years, leaf yellowing in Czech-origin apricots ('Boriss' and 'Gundega') began about two weeks later, around 20 October, depending on the specific year's weather conditions. In contrast, the cultivars 'Velta', 'Dimaija', and 'Dzintars' started yellowing in early October. Complete leaf fall for 'Velta', 'Dimaija', and 'Dzintars' occurred at the end of October 2024 and in the first week of November 2025, while for 'Boriss' and 'Gundega', it occurred in the second week of November in both study years. The study was supported by the project: "Horticultural selection programme for the development of selection material to promote the introduction of conventional, integrated, and organic crop cultivation technologies."
Keywords: *Prunus armeniaca, Latvian cultivars, dormancy, leaf fall.*

Izmantotā literatūra

1. Flore A. (1994). Stone fruit. *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops*. Vol. 1, 1st Edit., CRC press. P. 38.
2. Hänninen H., Tanino K. (2011). Tree seasonality in a warming climate. *Trends in Plant Science*, 16(8), pp. 412–416.
3. Heide O. M., Prestrud A. K. (2005). Low temperature, but not photoperiod, controls growth cessation and dormancy induction in *Prunus* species. *Tree Physiology*, 25, pp. 109–114.
4. Vitasse Y., François C., Delpierre N. (2011). Assessing the effects of climate change on the phonology of European temperate trees. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151, pp. 969–980.

ĀBEĻU ŠĶIRNES MODEĻA PILNVEIDE: LATVIJAS PATĒRĒTĀJU UN AUDZĒTĀJU PRASĪBAS ĀBOLU IZSKATAM UN GARŠAI

REFINEMENT OF THE APPLE VARIETY IDEOTYPE: LATVIAN CONSUMER AND GROWER REQUIREMENTS FOR APPLE APPEARANCE AND TASTE

Arta Kronberga, Dāniels Udalovs, Laila Ikase
Dārzkopības institūts
arta.kronberga@lathort.lv

Kopsavilkums. *Pētījums veltīts ābeļu šķirnes modeļa pilnveidei, analizējot Latvijas patērētāju un komercaudzētāju prasības augļu kvalitātei. Darba mērķis ir noskaidrot būtiskākās prioritātes ābolu izskatam un garšai, lai mērķtiecīgāk integrētu tās Dārzkopības institūta selekcijas programmā un veicinātu jauno šķirņu pieprasījumu. Pētījumā izmantota anketēšana (veikta no 2025. gada maija līdz 2026. gada martam), aptaujājot 316 respondentus (24 audzētājus un 292 patērētājus) un analizējot datus pēc mērķgrupām, dzimuma un vecuma. Rezultāti rāda, ka patērētāji prioritāri izvēlas ābolus pēc sensorajām īpašībām – garšas, sulīguma (>98%) un kraukšķīguma (>78%), savukārt audzētājiem papildus garšai būtisks ir ārējais izskats (sarkana krāsa, vidējs izmērs) tirgus pievilcības dēļ. Lai gan kopumā dominē saldskāba garša (virs 63%), jaunākā paaudze (līdz 25 gadiem) uzrāda augstāku preferenci izteikti saldiem vai skābeniem āboliem. Secināts, ka esošais šķirnes modelis kopumā saskan ar tirgus prasībām, tomēr tas ir jāpapildina ar daudzveidīgākiem garšas profiliem un intensitātes niansēm, lai pielāgotos nākotnes patērētāju vēlmēm.*
Atslēgas vārdi: *ābeles, šķirnes modelis, ābolu kvalitāte, patērētāju un audzētāju prasības, aptauja.*

Ievads

Jēdzienu "šķirnes modelis" (angl: "crop ideotype") pirmais selekcijā ieviesa austrāliešu pētnieks K. M. Donalds (Donald, 1968). Šķirnes modelis ietver ideālo pazīmju, īpašību kopumu, kas selekcijas procesā ļauj mērķtiecīgāk atlasīt un iegūt uzlabotas šķirnes. K. M. Donalds savā pētījumā definēja ideālo kviešu šķirnes modeli, kura varētu nodrošināt augstu produktivitāti. Liela daļa šķirnes modeļu ir vairāk fokusēti uz ražību, agronomiskajām īpašībām, izturību pret slimībām (Bowen, Grygorczyk, 2021) Tomēr daudzām augļu un dārzeņu sugām ir būtiski ideālās šķirnes aprakstā iekļaut arī patērētāju prasības šķirņu garšai, izskatam un citām pazīmēm, lai veicinātu jauno šķirņu pieprasījumu un patēriņu (Lado et al., 2019; Swegarden et al., 2019). Šāda pieeja jaunu pazīmju iekļaušanai šķirnes modelī pēdējos gados pielietota tādām sugām kā lapu kāpostiem (Swegarden et al., 2019), saldajiem kartupeļiem, banāniem (Arnaud et al., 2024), ābelēm (Bowen et al., 2018) u.c. Pētījumi tiek veikti dažādās lietotāju grupās – galapatērētāju, audzētāju, tirgotāju, mazumtirgotāju grupās (Arnaud et al., 2024; Djekic et al., 2019), izmantojot dažādas pieejas, piemēram, veicot aptaujas vai degustācijas (Arnaud et al., 2024). Pētījumi rāda, ka patērētāju izvēli var ietekmēt dažādi faktori, piemēram, vecums, dzimums, izcelsme, sociāli ekonomiskais statuss (Idun, 2016; Mondo et al., 2025; Racskó et al., 2009).

Ābeles (*Malus* x *domestica (L.) Borkh*.) Latvijā ir visvairāk audzētā augļu suga, 2024. gadā ābolu kopraža sasniedza 14 513 tonnas (Latvijas lauksaimniecība, 2024). Ābeļu selekcija Latvijā ir uzsākta jau 1950. gados. Kopš 1994. gada ābeļu selekciju veic Dārzkopības institūtā (tolaik Latvijas Valsts augļkopības institūts), kur 2008. gadā tika izstrādāts Latvijas apstākļiem piemērots ābeļu šķirnes modelis, kurā iekļautas 40 dažādas pazīmes, ņemot vērā gan pieredzi citu valstu ābeļu selekcijas programmās, gan Latvijas agroklimatiskās īpatnības (Ikase, 2015). Izstrādātais modelis regulāri, gūstot jaunas zināšanas, tiek papildināts. Tomēr līdz šim, strādājot ar ābeļu šķirnes modeli, Latvijā nav veiktas patērētāju aptaujas, lai saprastu būtiskākās prasības ābolu izskatam un garšai. Pētījumi rāda, ka patērētāju prasības mainās, kā arī tās var atšķirties dažādās populācijās (Moor et al., 2014; Racskó et al., 2009), tāpēc tika izvirzīta hipotēze, ka Latvijas patērētājiem un komerciālajiem audzētājiem ir atšķirīgas prasības ābolu ārējam izskatam un garšai, kas ietekmē ābolu izvēli. Pētījuma mērķis ir noskaidrot Latvijas patērētāju un komercaudzētāju prasības ābolu ārējam izskatam un garšai, un atbilstoši papildināt ābeļu šķirnes modeli.

Materiāli un metodes

Lai novērtētu Latvijas audzētāju un patērētāju prasības ābolu kvalitātes rādītājiem, laika posmā no 2025. gada maija līdz 2026. gada martam Latvijā tika veikta anketēšana. Anketas tika sagatavotas, izmantojot programmu "Microsoft forms" un respondenti tika aicināti brīvprātīgi un anonīmi piedalīties anketēšanā, izmantojot Dārzkopības institūta sociālos tīklus, rīkotos pasākumus, kā arī uzrunājot

komerciālos audzētājus specializētā Whatsapp grupā. Pētījumā kopumā atsaucās un anketas aizpildīja 316 respondenti, no kuriem 24 (7.6%) bija ābolu komerciālie audzētāji un 292 (92.4%) – patērētāji. Lai labāk izprastu dažādu grupu prasības ābolu kvalitātes rādītājiem, anketās tika lūgts norādīt dzimumu (atbilžu varianti: sieviete, vīrietis, nevēlos atbildēt), vecuma grupu (līdz 18 gadiem, 18–25, 23–35, 36–45, 46–55 gadi, virs 55 gadiem, nevēlos atbildēt) (1. tab.). Par ābolu kvalitātes rādītājiem tika iekļauti šādi jautājumi: 1. Kas ābolā Jūs uzrunā, izvēloties ēšanai? 2. Kādam ābola lielumam dodat priekšroku? 3. Kādai ābolu krāsai dodat priekšroku? 4. Vai Jums ir svarīgi, ka ābols ir sulīgs? 5. Vai Jums ir svarīgi, ka ābols ir kraukšķīgs? 6. Kādam ābolu stingrumam Jūs dodat priekšroku? 7. Kāda ābolu garša Jūs uzrunā? 8. Kādai ābolu garšas intensitātei jūs dodat priekšroku? (atbilžu varianti analizēti rezultātu sadaļā). Visos šajos jautājumos bija iespējams izvēlēties arī vairākas atbildes. Papildus tika iekļauti jautājumi par ābolu lietošanas paradumiem.

1. tabula *Table 1*

Aptaujā iesaistīto respondentu dzimuma un vecuma struktūras raksturojums
Gender and Age Structure of Survey Respondents

Respondentu raksturojums / *Respondent Characteristics*	Komercaudzētāji (n, %) / *Commercial Growers (n, %)*	Ikdienas patērētāji (n, %) / *Daily consumers (n, %)*
Sadalījums pēc dzimuma / *Gender distribution*		
Sievietes / *Female*	17 (70.8%)	261 (90.6%)
Vīrieši / *Male*	7 (29.2%)	27 (9.4%)
Sadalījums pēc vecuma / *Age distribution*		
Līdz 25 gadiem ≤ *25 years*	3 (12.5%)	15 (5.4%)
26–35 gadi / *years*	3 (12.5%)	29 (10.5%)
36–45 gadi / *years*	3 (12.5%)	73 (26.4%)
46–55 gadi / *years*	6 (25.0%)	78 (28.3%)
Virs 55 gadiem / > *55 years*	9 (37.5%)	81 (29.3%)

Ābolus iespējams audzēt dažādiem izmantošanas mērķiem – pašpatēriņam (audzējot mazdārziņos), pārstrādei, svaigam patēriņam. Datu analīze veikta, lai novērtētu prasības komerciāli audzētiem āboliem lietošanai svaigam patēriņam, tāpēc respondentu atbildes analizētas, salīdzinot, kādas prasības ābolu kvalitātei izvirza komercaudzētāji un kādas – patērētāji. Tā kā komercaudzētāju grupā bija neliels respondentu skaits, šīs grupas atbildes analizētas apkopotā veidā, nedalot pa vecuma un dzimuma grupām.

Rezultāti un diskusijas

Latvijas patērētāji, iegādājoties ābolus, tos izvēlas, kombinējot vairākas pazīmes. Aptaujas rezultāti liecina, ka izvēles kombināciju bija daudz – vairāk nekā 17 un tās bija ļoti atšķirīgas, piemēram: garša, kraukšķīgums un sulīgums; tikai garša; garša un sulīgums; garša un kraukšķīgums; kraukšķīgums, garša un lielums; tikai kraukšķīgums. Netika konstatētas pazīmju kombinācijas, kas izteikti dominētu. Trīs kombinācijas, kurām priekšroku deva visvairāk respondentu bija: garša, sulīgums un kraukšķīgums (17.0%), garša un sulīgums (13.0%) un tikai garša (9.2%). Arī komercaudzētāji izvēlējās atšķirīgas pazīmju kombinācijas un visvairāk: sulīgums, lielums, garša, kraukšķīgums un krāsa (20.8%).

Ābolu garša bija pazīme, ko kā vissvarīgāko izvēlējās gan komercaudzētāji, gan patērētāji. Abās grupās respondenti pārliecinoši deva priekšroku saldskābai ābolu garšai (71.4% komercaudzētāju, 63.1% patērētāju). Patērētāju grupā šo garšu visvairāk izvēlējās gan vīrieši, gan sievietes (2. tab.). Tomēr iezīmējās atšķirības vecuma grupās – respondenti vecuma grupās virs 36 gadiem vairāk deva priekšroku saldskābiem āboliem (65.5%), bet vecuma grupā līdz 25 gadiem vairāk izvēlējās saldāku ābolu garšu (58.8%), kā arī vienlaicīgi vairāk respondentu pozitīvi vērtēja arī skābenu ābolu garšu (attiecīgi 6.3% vecuma grupās virs 36 gadiem un 15.8% vecuma grupā līdz 25 gadiem). 19.2% no aptaujātajiem izvēlas ēšanai šķirnes ar dažādām garšām – saldus vai saldskābus. Patērētāji pievērš uzmanību arī garšas intensitātei. Komercaudzētāji deva priekšroku stiprai vai īpatnai garšai (attiecīgi 37.9% un 41.4%), bet patērētāji vairāk izvēlējās maigu garšu (43.8%) vai stipru garšu (33.0%)

2. tabula *Table 2*

Komercaudzētāju un patērētāju prioritātes ābolu kvalitātes rādītāju izvēlē
Priorities of Commercial Growers and Consumers in the Selection of Apple Quality Indicators

Pazīme/Izvēle / *Trait/Preference*	Komerciālie audzētāji / *Commercial Growers* (n, %)	Patērētāji / *Consumers* (n=292)		
		Sievietes / *Female consumers* (n, %)	Vīrieši / *Male consumers* (n, %)	Kopā / *Total consumers* (n, %)**
Kādam ābolu stingrumam dodat priekšroku / *Preferred Fruit Firmness*				
Stingrāki / *Firm*	17 (62.5%)	153 (58.4%)	19 (70.4%)	174 (60.4%)
Mīkstāki / *Soft*	3 (11.5%)	59 (22.5%)	3 (11.1%)	64 (22.2%)
Citas atbildes (nav nozīmes, vidēji mīksti) / *Other (no preference / moderately firm)*	6 (23.1%)	50 (19.1%)	5 (18.5%)	50 (17.4%)
Kādam ābolu lielumam dodat priekšroku / *Preferred Fruit Size*				
Lieliem / *Large*	10 (34.5%)	46 (15.8%)	6 (20.0%)	54 (16.6%)
Vidējiem / *Medium*	17 (58.6%)	188 (64.6%)	20 (66.7%)	211 (64.7%)
Maziem / *Small*	1 (3.4%)	6 (2.1%)	0 (0%)	6 (1.8%)
Nav nozīmes / *No preference*	1 (3.4%)	51 (17.5%)	4 (13.3%)	55 (16.9%)
Kādai ābolu garšai dodat priekšroku / *Preferred taste profile*				
Saldskābai / *Sweet-tart (balanced acidity and sugars)*	20 (71.4%)	202 (64.3%)	20 (58.8%)	228 (63.1%)
Saldai / *Sweet*	6 (21.4%)	93 (29.6%)	11 (32.3%)	107 (30.4%)
Skābenai / *Tart/acidic*	2 (7.1%)	19 (6.1%)	3 (8.8%)	23 (6.5%)
Kādai ābolu garšas intensitātei dodat priekšroku / *Preferred Flavour Intensity*				
Maigai / *Mild*	6 (20.7%)	130 (44.7%)	11 (37.9%)	142 (43.8%)
Stiprai / *Strong*	11 (37.9%)	93 (32.0%)	11 (37.9%)	107 (33.0%)
Īpatnai / *Unique flavour profile*	12 (41.4%)	68 (23.3%)	7 (24.2%)	75 (23.2%)
Vai Jums ir svarīgi, ka ābols ir kraukšķīgs? / *Importance of Fruit Crispness*				
Jā / *Important*	18 (78.3%)	206 (79.8)	22 (81.5%)	228 (79.9%)
Nē /*Not important*	5 (21.7%)	52 (20.1)	5 (18.5%)	57 (20.1%)
Nav nozīmes / *No preference*	0	1 (0.4)	0 (0%)	1 (0.03%)
Vai Jums ir svarīgi, ka ābols ir sulīgs? / *Importance of Fruit Juiciness*				
Jā / *Important*	24 (100%)	256 (98.1%)	26 (96.3%)	286 (98.3%)
Nē / *Not important*	0	3 (1.1%)	0 (0%)	3 (1.3%)
Citas atbildes /*Other responses*	0	2 (0.8%)	1 (3.7%)	3 (1.3%)
Kādai ābolu krāsai dodat priekšroku? / *Preferred Skin Colour*				
Nav nozīmes / *No preference*	4 (12.9%)	114 (35.5%)	10 (32.3%)	124 (34.9%)
Sarkani / *Red*	18 (58.1%)	103 (32.1%)	14 (45.1%)	118 (33.2%)
Svītraini / *Striped*	4 (12.9%)	87 (27.1%)	6 (19.4%)	93 (26.2%)
Dzelteni / *Yellow*	3 (9.7%)	17 (5.3%)	1 (3.2%)	20 (5.6%)
Cita / *Other*	2 (6.4%)	0	0	0

*respondenti varēja atzīmēt vairākas atbildes, apkopots kopējais atbilžu skaits par katru atbildi / *Respondents were allowed to select multiple answers; therefore, the total number of responses is reported for each option*.

**atsevišķi respondenti nevēlējās norādīt savu dzimumu, tāpēc nesakrīt respondentu skaits, atbildes apkopojot pa dzimumiem un kopā / *Some respondents chose not to disclose their gender; therefore, the number of respondents does not fully correspond between gender-disaggregated and total response coun*ts.

Izteiktas atšķirības ābolu garšai bija starp sieviešu un vīriešu izvēli. Sievietes vairāk izvēlējās maigu garšu (44.7%), bet vīrieši vienlīdz deva priekšroku gan maigai, gan stiprai garšai (37.9%). Netika konstatētas atšķirības dažādās vecuma grupās.

Lielākajai daļai respondentu visās aptaujātajās grupās bija būtiski, ka āboli ir **kraukšķīgi** (vairāk nekā 78%) **un sulīgi** (vairāk nekā 98%) (2. tab.). Vairāk nekā 60% respondentu gan starp komercaudzētājiem, gan patērētājiem deva priekšroku stingrākiem āboliem. Vīrieši pārliecinošāk izvēlējās stingrākus ābolus (70.4%), bet starp sievietēm stingrākus ābolus izvēlējās mazāk respondentu – 58.4%, un vienlaicīgi vairāk sieviešu deva priekšroku mīkstākiem vai vidēji mīkstiem āboliem (attiecīgi 24.8% sieviešu un 13.3% vīriešu).

Vērtējot ābolu **ārējo izskatu**, komercaudzētāji deva priekšroku sarkanai ābolu krāsai (58.1%) un vidējam lielumam (58.6%). Patērētāji īpaši neizcēla kādu no krāsām un vienlīdz izvēlējās atbildes: krāsai

nav nozīmes, izvēlos sarkanus, izvēlos svītrainus ābolus. Šīs atbildes dominēja gan respondentu sieviešu, gan vīriešu grupās. Visās aptaujātajās grupās mazāk izvēlējās dzeltenas krāsas ābolus. Attiecībā uz ābolu lielumu, patērētāji neatkarīgi no dzimuma arī pārliecinoši deva priekšroku vidējiem āboliem (64.7%), tomēr salīdzinoši liela daļa respondentu uzsvēra arī, ka ābolu lielumam nav nozīmes (16.9%), kas būtiski atšķīrās no komercaudzētāju viedokļa, kur atbildi, ka ābolu izmēram nav nozīmes, atzīmēja tikai 3.4% respondentu.

Aptaujas rezultāti iezīmēja atšķirības Latvijas patērētāju un komercaudzētāju pieejā ābolu šķirņu izvērtējumam. Patērētājiem vairāk dominē ābolu garšas īpašības – garša, sulīgums un kraukšķīgums, kuras kā būtiskākās izvēlējās attiecīgi 89.4%, 77.1% un 52.4% patērētāju. Komercaudzētājiem svarīgas ir ne tikai garšas īpašības (attiecīgi garšu izvēlējās 91.7%, sulīgumu 70.8% un kraukšķīgumu 58.3% respondentu), bet arī ābolu izskats (krāsas nozīmi uzsvēra 54.2% un augļa lielumu 45.8% respondentu). Ja patērētājiem ābolu krāsa nav prioritāte, komercaudzētājiem ābolu ārējais izskats saistās gan ar vizuālo pievilcību tos pārdodot, gan ar ābola novākšanas un uzglabāšanas īpašībām, piemēram, tumšāka ābolu krāsa var labāk maskēt mehāniskus bojājumus. Vidēja ābolu lieluma izvēle, iespējams, daļēji saistīta ar programmu "Skolas auglis", kurā aprēķins iepirkumiem tiek veikts par porciju, kuras svars vienam izglītojamam nav mazāks par 100 gramiem (MK noteikumi Nr. 485). Attiecīgi komercaudzētāji ir motivēti piedāvāt iepirkumos ābolus, kuru svars ir tuvāks zemākajam pieļaujamajam porcijas lielumam.

Dārzkopības institūta šķirnes modelī no ābola izskata un garšas īpašībām iekļautas pazīmes: augsts degustācijas vērtējums (neiekļaujot garšas nianses saldskābs, salds vai skābens), labs sulīgums un aromāts, kraukšķīga konsistence, lielums ap 150 g, krāsa spilgta, vienkrāsaina vai divkrāsaina (Ikase, 2015). Veiktās aptaujas rezultāti rāda, ka patērētāju un komercaudzētāju prasības āboliem pārsvarā saskan ar modelī aprakstīto, piemēram, respondenti pārliecinoši izvēlējās sulīgus un kraukšķīgus ābolus. Tomēr atsevišķos ābola modeļa parametros iespējami papildinājumi.

Selekcionāram, veidojot jaunas šķirnes, ir jāsabalansē gan audzētāju, gan patērētāju prasības. Mūsu veiktajā aptaujā patērētāji nepievērsa lielu vērību ābolu krāsai. Pētījumi patērētāju grupās citās valstīs gan apstiprina, ka pievilcīga ābolu krāsa palielina patērētāju vēlmi tos iegādāties, bet, piemēram, zaļa krāsa var saistīties ar to skābu garšu (Normann et al., 2019; Racskó et al., 2009). Iespējams, tas bija iemesls, kāpēc komercaudzētāji vairāk deva priekšroku sarkanai ābolu krāsai.

Tā kā selekcijas process ilgst apmēram 15 gadus, ir svarīgi šķirnes modelī iekļaut pazīmes, kas atbilst jaunāko patērētāju prasībām, jo viņi būs galvenie pircēji, kad būs izveidotas jaunās, modelim atbilstošās šķirnes. Kaut arī kopumā respondenti aptaujā priekšroku visvairāk deva saldskābiem āboliem, tomēr iezīmējas tendence, ka jaunākajiem respondentiem vairāk patika āboli ar izteiktākām garšām – īpaši saldāki vai skābenāki. Šāda tendence vērojama arī pētījumos citās valstīs, piemēram, Polijā (Jesionkowska et al., 2006). Papildus iezīmējās, ka gan komercaudzētāji, gan patērētāji vēlas ābolu šķirnes dažādu garšas intensitāti, tai skaitā arī īpatnēju garšu, kas nozīmē, ka selekcijas programmā būtu jāatlasa šķirnes ar dažādām garšas niansēm, lai pielāgotos dažādu patērētāju vēlmēm.

Secinājumi

1. Latvijas patērētājiem prioritāras ir ābolu sensorās īpašības (garša, sulīgums un kraukšķīgums), komercaudzētājiem papildus būtisks ir arī augļu ārējais izskats (krāsa un lielums).
2. Lielākā daļa respondentu (71.4% audzētāju un 63.1% patērētāju) priekšroku dod saldskābai ābolu garšai, tomēr pastāv paaudžu atšķirības – jaunāki patērētāji (līdz 25 gadiem) biežāk izvēlas izteikti saldus vai skābenus ābolus.
3. Komercaudzētāji dod priekšroku sarkanai ābolu krāsai (58.1%), bet patērētājiem krāsa nav noteicošais izvēles faktors.
4. Esošais ābeļu šķirnes modelis kopumā atbilst tirgus prasībām, taču tas ir jāpapildina ar daudzveidīgākiem garšas profiliem (salds, skābs) un dažādām intensitātes niansēm, lai pielāgotos dažādu patērētāju, īpaši jaunākās patērētāju paaudzes vēlmēm.

Abstract. *This study focuses on the enhancement of the apple ideotype in Latvia, analysing the expectations of consumers and commercial growers regarding fruit quality. The objective of this study is to identify the most significant priorities regarding apple appearance and taste to integrate them more effectively into breeding programmes and promote demand for new varieties. The study employed a survey conducted from May 2025 to March 2026, with 316 respondents (24 growers and 292 consumers), with data analysed by demographic group, gender, and age. The findings indicate that*

consumers predominantly chose apples based on sensory properties – taste, juiciness (>98%), and crispness (>78%), while growers, in addition to taste, consider external appearance (red colour, medium size) as essential for market attractiveness and storage. Although a sweet-tart flavour profile dominates overall (over 63%), the younger generation (under 25) shows a higher preference for distinctly sweet or tart apples. It is concluded that the existing variety model generally aligns with market requirements; however, it should be supplemented with more diverse flavour profiles and intensity nuances to adapt to the preferences of future consumers
Keywords: *apple, crop ideotype, apple quality, consumer and grower requirements, survey.*

Izmantotā literatūra

1. Arnaud E., Menda N., Tran T., Asiimwe A., Kanaabi M., Meghar K., Forsythe L., Kawuki R., Ellebrock B., Kayondo I. S., Agbona A., Zhang X., Mendes T., Laporte M. A., Nakitto M., Ssali R. T., Asfaw A., Uwimana B., Ogbete C. E., Dufour D. (2024). Connecting data for consumer preferences, food quality, and breeding in support of market-oriented breeding of root, tuber, and banana crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(8), pp. 4514–4526.
2. Bowen A. J., Blake A., Ture Cek J., Amyotte B. (2018). External preference mapping: A guide for a consumer-driven approach to apple breeding. *Journal of Sensory Studies*, 34: e12472.
3. Bowen A. J., Grygorczyk A. (2021). Challenges and opportunities for sensory and consumer science in new cultivar development and fresh produce marketing. *Current Opinion in Food Science*, 41, pp. 152–158.
4. Djekic I., Radivojevic D., Milivojevic, J. (2019). Quality perception throughout the apple fruit chain. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(4), pp. 3106–3118.
5. Donald C. M. (1968). The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, 17(3), pp. 385–403.
6. Idun I. A. (2016). *Preference of South African consumers for the eating quality and appearance of apples. Diss.* Stellenbosch: Stellenbosch University.
7. Ikase L. (Red.). (2015). *Augļkopība*. [Tiešsaiste] [skatīts 2026. gada 20. aprīlī]. Pieejams: www.fruittechcentre.eu
8. Jesionkowska K., Konopacka D., Płocharski W. (2006). The quality of apples-preferences among consumers from Skierniewice, Poland. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14, pp. 173–182.
9. Lado J., Inés M. A., Esteban V., Gustavo R., Patricia A., Mariana R., Martín L., Alejandra B., Gastón A. (2019). Integration of Sensory Analysis into Plant Breeding: A Review Introduction – Why integrating sensory evaluation into plant breeding programs? *Agrociencia Uruguay*, 23(1), pp. 1–15.
10. Latvijas lauksaimniecība 2024: LR Zemkopības ministrijas Lauksaimniecības gada ziņojums. [Tiešsaiste] [skatīts 2026. gada 20. aprīlī]. https://www.zm.gov.lv/lv/lauksaimniecibas-gada-zinojumi
11. Mondo J. M., Mugisho G. M., Chuma G. B., Agre P. A., Banda V. R., Adebola P., Asfaw A. (2025). Yam urban market characteristics and consumer preferences in Bukavu City, Eastern D.R. Congo. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9:1553876.
12. Moor U., Moor A., Põldma P., Heinmaa L. (2014). Consumer preferences of apples in Estonia and changes in attitudes over five years. *Agricultural and Food Science*:23, pp. 135–145.
13. Normann A., Röding M., Wendin K. (2019). Sustainable Fruit Consumption: The Influence of Color, Shape and Damage on Consumer Sensory Perception and Liking of Different Apples. *Sustainability*, Vol. 11, 11(17).
14. Racskó J., Miller D. D., Duarte E. E., Szabó Z., Soltész M., Nyéki, J. (2009). Consumer preference for apples: the role of attributes influencing the choice and consumption. *International Journal of Horticultural Science*, 15(1–2), pp. 37–43.
15. Swegarden H., Stelick A., Dando R., Griffiths, P. D. (2019). Bridging Sensory Evaluation and Consumer Research for Strategic Leafy Brassica (Brassica oleracea) Improvement. *Journal of Food Science*, 84(12), pp. 3746–3762.
16. Valsts un Eiropas Savienības atbalsta piešķiršanas, administrēšanas un uzraudzības kārtība augļu, dārzeņu un piena piegādei izglītības iestādēm: MK Noteikumi Nr. 485. Stājas spēkā 16.08.2017., ar grozījumiem. [Tiešsaiste] [skatīts 2026. gada 20. aprīlī]. Pieejams: https://likumi.lv/ta/id/293020-valsts-un-eiropas-savienibas-atbalsta-pieskirsanas-administresanas-un-uzraudzibas-kartiba-auglu-darzenu-un-piena-piegadei-izgli...

PREBIOTIKU IETEKME UZ DĒJĒJVISTU OLU PRODUKTIVITĀTI

THE EFFECT OF PREBIOTICS ON EGG PRODUCTIVITY IN LAYING HENS

Dace Bārzdiņa[1], Imants Jansons[2], Vita Šterna[2], Mārtiņš Andžs[3], Raitis Kalniņš[4], Ģirts Ante[5]
[1]LBTU LPTF Dzīvnieku zinātņu institūts, [2]Agroresursu un ekonomikas institūts, [3]Latvijas valsts koksnes ķīmijas institūts, [4]SIA Biorefic, [5]ZS "Imantas"
dace.barzdina@lbtu.lv

Kopsavilkums. *Mājputnu barības deva pamatā sastāv no graudaugiem un pākšaugiem, kuri satur kokšķiedru un tā savukārt satur polisaharīdus un lignīnu. Šos polimērus zīdītāji un putni tievajās zarnās nevar sagremot un absorbēt. Kaut gan pētījumi pierādīja, ka putniem, kuri ēdināti ar kokšķiedru saturošiem veseliem vai rupji maltiem graudiem bija labāka barības vielu sagremojamība (Singh, Kim, 2021). Prebiotiku savienojumi uzlabo baktēriju darbību, vienlaicīgi veicinot barības vielu šķelšanu un uzsūkšanos dējējvistu organismā. Pētījuma mērķis bija noskaidrot ksilooligosaharīdu saturošu prebiotiku ietekmi uz olu produktivitāti. Pētījuma rezultāti uzrādīja, ka barības patēriņš uz 1 kg saražoto olu masu mazāks bija 3. grupas putniem – 2.74 kg, savukārt kontroles grupas putni patērēja par 3.9%, 1. grupas putni par 4.5% un 2. grupas putni par 5.5% vairāk. Barību uz vienu putnu dienā vairāk patērēja 2. grupas putni (160.4 ± 0.82 kg), šo putnu barības patēriņš būtiski atšķīrās no kontroles grupas (157.4 ± 0.68 kg) un 1. grupas (157.3 ± 0.96 kg) putniem (p<0.05). Viens no svarīgākajiem dējējvistu produktivitātes rādītājiem ir dējības intensitāte, augstāka tā bija 3. grupas putniem 84.1 ± 0.64% un uzrādīja būtiskas atšķirības (p<0.05) starp 1. grupas putnu (80.9 ± 0.70%) un 2. grupas putnu (81.6 ± 0.78%) dējības intensitāti. Pētījumā nosakot Hau (Haugh) vienības augstākas tās bija 3. grupas putniem 52.0 ± 2.28, savukārt 2. grupas putniem tas bija par 5.5%, kontroles grupas putniem – 4.4% un 1. grupas putniem – 1.6% zemākas. Pirmajā pētījuma posmā tika secināts, ka augstākus rādītājus olu produktivitātē uzrādīja 3. pētījuma grupas putni kuriem izēdināja neattīrīto prebiotikas piedevu BS-XO.*

Atslēgas vārdi: *barības un ūdens patēriņš, dējības intensitāte, olu masa, olu kvalitāte.*

Ievads

Tradicionālajā mājputnu audzēšanā ir notikušas ievērojamas pārmaiņas putnu barības devu struktūrā un ķīmiskajā sastāvā. Tā ir atteikusies no antibiotiku kā barības piedevu lietošanas, un līdz ar to ir palielinājusies interese par alternatīvām barības piedevām, kas sniegtu pozitīvu ietekmi uz putna veselību un produktivitāti (Ricke, 2021). G. R. Gibsons un M. B. Roberfroids 20. gadsimta vidū aprakstīja prebiotikas kā uztura komponentus, definējot tās kā uztura savienojumus, kurus cilvēks neuzņem, bet kurus izmanto labvēlīgās baktērijas savos vielmaiņas procesos, piemēram, bifido- (*Bifidobacteria*) un lakto baktērijas *(Lactobacillus*) (Gibson, Roberfroid, 1995). Prebiotikas ir nešķīstoša pārtikas sastāvdaļa, kas labvēlīgi ietekmē vienu vai ierobežotu skaitu baktēriju augšanu zarnu traktā. Prebiotikas netieši iedarbojas uz zarnu mikrofloras kvalitāti, regulējot, ietekmējot, uzlabojot vai mainot zarnu mikrobiotu un ar sabalansētu barības devu var novērst vairumu vielmaiņas slimību (Shehata et al., 2022). Pateicoties daudziem un dažādiem pētījumiem par uztura bagātinātājiem, piemēram, probiotikām, prebiotikām, organiskajām skābēm un fermentiem, ir secināts, ka tie olu ražošanas procesā uzlabo dējējvistu zarnu trakta mikroorganismu profilu, putnu imunitāti, barības vielu sagremojamību, samazina barības patēriņu un paaugstina dējējvistu olu produktivitāti. Uzlabo arī olu kvalitātes parametrus: olas dzeltenuma un baltuma rādītājus, čaumalas biezumu, svaru un masu, notur optimālu holesterīna līmeni olu dzeltenumā un paaugstina Hau vienības (Xiong et al., 2024; Zhou et al., 2021b; Xiao et al., 2020). Ir zināms, ka tieši ksilooligosaharīdu piedevas selektīvi stimulē labvēlīgo zarnu baktēriju augšanu un uzlabo zarnu veselību un darbību dzīvnieku zarnu traktā (Castro et al., 2025).

Pētījuma mērķis bija noteikt inovatīvu, ar tvaika sprādzienu metodi no auzu sēnalu biomasas iegūto ksilooligosaharīdu prebiotiku ietekmi uz dējējvistu produktivitāti un olu kvalitāti.

Materiāli un metodes

Pirmais pētījuma posms tika veikts ZS "Imantas" dējējvistu novietnē ar dējējvistu krosu "*Lohman Brown*" no 2025. gada aprīļa līdz jūlijam un ilga 92 dienas. Dējējvistas tika ēdinātas ar pilnvērtīgu barību, kas tika iegādāta Lietuvas uzņēmumā "*UAB Joniškio grūdai*". Barības vielu nodrošinājums pētījuma periodā atbilda dējējvistu fizioloģiskajām prasībām. Pamatbarības maisījums sastāvēja no kviešiem, kukurūzas, kviešu klijām, rapšu raušiem, rapšu eļļas, kalcija karbonāta, monokalcija fosfāta, nātrija hlorīda, nātrija sulfāta, saulespuķu sēklu miltiem un tas nesaturēja ģenētiski modificētas barības

sastāvdaļas. Papildus pamatbarībai, izmēģinājuma grupām tika pievienota prebiotika. Barības paraugi tika nogādāti analīzēm LBTU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas Agronomisko analīžu nodaļā (akreditācijas apliecības reģistrācija Nr. LATAK-T-168), kur tika noteikts sausnas procentuālais daudzums un tajā ietilpstošo barības vielu ķīmiskais sastāvs. Ķīmiskie parametri tika noteikti pēc vispār pieņemtajām standarta vai aprēķinu metodēm (ISO, ГОСТ, ЕВС). Pamata barība saturēja kopproteīnu 16.54%, kokšķiedru 7.11%, maiņas enerģiju putniem 12.7 MJ, koptaukus 4.64%, kalciju 4.0%, fosforu 0.67%, cieti 38.38%.

Ksilooligosaharīdu daudzumu prebiotikās noteica Latvijas Universitātes Atjaunojamo resursu biokonversijas laboratorijā (1. tab.). SIA "Biorefic" sadarbībā ar Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūtu ar inovatīvu tvaika – sprādziena metodi no auzu sēnalām ieguva divu veidu jaunas ksilooligosaharīdu prebiotikas: 1) neattīrītu (BS – XO) prebiotiku un 2) attīrītu (XO) prebiotiku.

1. tabula *Table 1*

Saharīdu saturs prebiotikās, mg g^{-1}
Saccharide content in prebiotics, mg g^{-1}

Rādītāji/ Traits	BS – XO	XO
Ksiloze/ *(Xylose)*	5.92	30.76
Glikoze/ *(Glucose)*	6.25	13.76
Ksilobioze/ *(Xylobiose)*	7.99	28.34
Ksilotetrioze/ *(Xylotetriose)*	7.40	20.77
Arabino-ksilobioze/ *(Arabino-xylobiose)*	14.26	46.52
Ksilotetroze/ *(Xylotetrose)*	13.98	47.39
Ksilopentoze/ *(Xylopentose)*	12.67	41.60
Ksiloheksoze/ *(Xylohexose)*	11.57	38.00
Ksiloheptoze/ *(Xyloheptose)*	12.32	33.82
Kopējie ksilooligosharīdi/ *(Total xylooligosaccharides)*	80.18	256.43

Kopējais ksilooligosharīdu saturs attīrītajā prebiotikā XO bija 256.43 mg g^{-1}, kas attiecīgi bija 3.2 reizes vairāk nekā neattīrītā prebiotikā BS – XO. Prebiotisko oligosaharīdu iekļaušana barībā neietekmē tās ķīmisko sastāvu, bet uzlabo barības vielu sagremojamību un regulē, ietekmē vai maina zarnu mikrobiotu.

Putni tika sadalīti četrās grupās 52. dzīves nedēļā: kontroles, 1., 2., un 3. izmēģinājuma grupa, katrā grupā iedalot pēc nejaušības principa 25 putnus. Attīrītas prebiotikas tīrviela tika iekļauta barībā: 1. grupas putniem 0.25%, 2. grupas– 0.5%, bet neattīrītas prebiotikas tīrvielu 3. grupas putniem – 0.25%, apjomā (2. tab.).

2. tabula *Table 2*

Pētījuma shēma
Research scheme

Putnu grupas *Bird groups*	Pētījuma periodā izēdinātās barības veidi un daudzums *Types and amounts of feed fed during the study period*
Kontroles grupa/ *Control group*	Pamata barība (PB)/ *Basic feed* (*BF*)
1. grupa/ *1st group*	PB + Prebiotika XO 0.25%/ *BF + Prebiotic XO 0.25%*
2. grupa/ *2nd group*	PB + Prebiotika XO 0.50%/ *BF + Prebiotic XO 0.50%*
3. grupa/ *3rd group*	PB + Prebiotika BS – XO 0.25%/ *BF + Prebiotic BS – XO 0.25%*

Visām putnu grupām pētījuma periodā katru dienu tika papildināti barības trauki, ieberot tajos 4 kg pamatbarības, un ūdens trauki, ielejot tajos 20 L ūdens. Pamatbarībai tika pievienota prebiotikas piedeva, lai nodrošinātu barībā iekļaujamo ksilooligosaharīdu procentuālo daudzumu: pie 1 kg pamatbarības pievienoja 1. grupas putniem 10.0 g kg^{-1}, 2. grupas putniem – 20.0 g kg^{-1} un 3. grupas putniem – 31.0 g kg^{-1}. Katru dienu tika uzskaitīta putnu neapēstā barība un neizdzertais ūdens, kā arī izdētais olu daudzums un olu svars ar svariem "Ruhhy", kuru kļūdas robeža ir ± 0.1 g. Olu kvalitātes rādītājus noteica AS "Balticovo" akreditētajā laboratorijā, kurā tika nogādātas 30 olas no katras putnu grupas pētījuma perioda beigās.

Pētījuma dati tika analizēti ar Microsoft® Excel® 2019 MSO, izmantojot matemātiskas datu apstrādes metodes, kur tika noteiktas pazīmju vidējās vērtības un standarta kļūda. Vidējo vērtību atšķirību nozīmīgums tika noteikts ar t – testu. Atšķirību nozīmīgums starp dažādām grupām tika atzīmēts ar mazajiem latīņu burtiem: a, b, c ($p<0.05$).

Rezultāti un diskusijas

Barības un ūdens patēriņš ir cieši saistīts ar dējējvistu vielmaiņu un reproduktīvo darbību. Ūdens piedalās barības vielu šķīdināšanā, uzsūkšanā un transportēšanā pa zarnu traktu. Kopējais un vidēji uz putnu dienā patērētais barības un ūdens daudzums ir nozīmīgi rādītāji, kas raksturo putnu barības sagremojamību un organisma reakciju uz barības sastāvu (3. tab.).

3. tabula *Table 3*

Kopējais un vidēji uz putnu dienā patērētais barības un ūdens daudzums
Total feed with prebiotics and water consumption during the study and per bird per group

Barības un ūdens patēriņš pētījuma periodā *Feed and water consumption in research period*		Kontroles grupa *Control group*	1. grupa *1st group*	2. grupa *2nd group*	3. grupa *3rd group*
Kopējais barības izlietojums, kg *Total feed consumed, kg*		362.0	361.9	368.9	364.3
Barība vidēji uz 1 putnu dienā, g *Feed on average per bird per day, g*	$\pm S$	157.4±0.68[a]	157.3±0.96[a]	160.4±0.82[b]	158.4±1.21[ab]
Kopējais ūdens patēriņš, L *Total water consumed, L*		565.2	596.25	452.2	455.6
Ūdens vidēji uz 1 putnu dienā, mL *Water on average per bird per day, mL*	$\pm S$	247.4±2.22[a]	259.2±5.77[a]	196.6±2.23[b]	198.1±2.43[c]
Barības un ūdens attiecība *Feed and water ratio*		1.6	1.7	1.2	1.3

[a, b, c] – pazīmēm ar atšķirīgiem alfabēta burtiem ir būtiskas atšķirības starp putnu grupām, $p<0.01$

Pētījuma periodā vairāk barības patērēja 2. grupas putni 368.9 kg, kas bija par 1.9% vairāk nekā kontroles un 1. grupas putniem un par 1.3% vairāk nekā 3. grupas putniem. Vidējais barības patēriņš uz putnu dienā augstāks bija 2. grupas putniem (160.4 ± 0.82 g), tas uzrādīja būtiskas ($p<0.05$) atšķirības starp 1. grupas putniem (157.3 ± 0.96 g) un kontroles grupas putniem (157.4 ± 0.68 g). Dažādos zinātniskajos pētījumos, dējējvistām pievienojot pie pamatbarības dažāda daudzuma ksilooligosaharīdu prebiotiku, tika konstatēts, ka vidējais barības patēriņš dējības periodā no 30 līdz 70 nedēļai uz putnu variēja no 109.11 līdz 130.38 g dn^{-1} atkarībā no turēšanas veida (Obianwuna et al., 2026; Zhou et al., 2021a). Pētījuma periodā mazāk ūdens patērēja 2. grupas putni – 452.2 L, kur aprēķinot vidējo ūdens patēriņu uz putnu dienā 196.6 ± 2.23 mL, tas būtiski ($p<0.05$) atšķīrās starp kontroles (247.4 ± 2.22 mL) un 1. grupas (259.2 ± 5.77 mL) putna patērēto ūdeni dienā.

Izvērtētie olu ieguves produktivitātes rādītāji (4. tab.) ir svarīgi putnu produktivitātes snieguma raksturošanai, kur augstāki tie bija 3. grupas putniem.

4. tabula *Table 4*

Olu ieguves raksturojošo produktivitātes rādītāju analīze pētījuma periodā
Analysis of productivity indicators characterising egg production during the study period

Olu ieguves, barības un ūdens efektivitātes rādītāji *Egg production, feed and water efficiency indicators*		Kontroles grupa *Control group*	1. grupa *1st group*	2. grupa *2nd group*	3. grupa *3rd group*
Kopējais izdēto olu skaits/ *Total number of eggs laid*		1887	1861	1877	1934
Vidējais olu svars, g *Average egg weight, g*	$\pm S$	67.2±0.12[a]	67.9±0.13[b]	68.0±0.12[c]	68.7±0.12[c]
Kopējā olu masa, kg *Total egg mass, kg*		127.5	126.3	128.1	132.8
Vidējā dējības intensitāte, % *Average laying intensity, %*	$\pm S$	82.1±0.82[ab]	80.9±0.70[a]	81.6±0.78[a]	84.1±0.64[b]
Barības patēriņš uz saražoto 1 kg olu masu, kg *Feed consumption per 1 kg of egg mass produced, kg*		2.8	2.9	2.9	2.7
Ūdens patēriņš uz saražoto 1 kg olu masu, L *Water consumption per 1 kg of egg mass produced, L*		4.5	3.6	3.5	3.4

[a, b, c] – pazīmēm ar atšķirīgiem alfabēta burtiem ir būtiskas atšķirības starp putnu grupām, $p<0.01$

Pētījuma 92 dienu periodā vairāk olas tika iegūtas no 3. grupas putniem (1934 olas). Kā arī no šīs grupas putniem tika iegūtas būtiski ($p<0.05$) smagākas olas – 68.7 ± 0.12 g, salīdzinot ar kontroles (67.2 ± 0.12 g) un 1. grupas (67.9 ± 0.13 g) putniem. Vidējā dējības intensitāte uzrādīja statistiski

nozīmīgas atšķirības ($p<0.05$) starp 1., 2. un 3. grupas putniem, kur augstāku dējības intensitāti uzrādīja 3. grupas putni 84.1 ± 0.64%. Barības patēriņš uz saražoto 1 kg olu masu svārstījās no 2.7 līdz 2.9 kg, kas liecina par līdzīgu barības izmantošanas efektivitāti starp grupu putniem, tomēr zemākais barības patēriņš uz produkcijas vienību bija 3. grupas putniem (3.4%) salīdzinot ar kontroles grupas putniem, kas norāda uz labāku barības izmantošanas efektivitāti iegūtajai olu produktivitātei. Ķīnā veiktajā pētījumā 2016. gadā dējējvistu krosam "Lohman Brown", izēdinot pie pamatbarības ksilooligosaharīda piedevu, vidējais olu svars bija 59.1 g, dējības intensitāte – 89.5% un barības patēriņš uz saražoto 1 kg olu masu bija 1.9 kg (Li et al., 2017). Ūdens patēriņš uz saražoto 1 kg olu masu bija no 3.4 līdz 4.5 L, kur mazāk ūdens patērēja 3. grupas putni (24.4%) salīdzinot ar kontroles grupas putnu patērēto ūdens daudzumu. Iegūtais ūdens patēriņa rādītājs atbilst literatūrā minētajām dējējvistu norādītajām fizioloģiskajām normām (Water Supply, 2020; Xing et al., 2019). Tas norāda, ka putnu ūdens uzņemšanas un izmantošanas efektivitāte olu ražošanai bija optimāla.

Olu kvalitāti raksturojošo rādītāju analīze (5. tab.) ļauj novērtēt olu čaumalas, baltuma un dzeltenuma īpašības, kas nodrošina patērētājus ar augsti kvalitatīviem olu produktiem.

5. tabula *Table 5*

Olu kvalitāti raksturojošo rādītāju analīze pētījuma periodā
Analysis of egg quality indicators during the study period

Olu kvalitāti raksturojošie rādītāji *Indicators characterising egg quality*	Kontroles grupa *Control group*	1. grupa *1st group*	2. grupa *2nd group*	3. grupa *3rd group*
Hau vienības *Haugh units*	49.77	51.21	49.18	52.05
Olas dzeltenuma krāsas indekss *Egg yolk colour index*	3.43	3.27	3.37	3.30
Gaisa kameras augstums olā, mm *Height of air cell in egg, mm*	4.81	4.71	4.32	4.83
Olas čaumalas biezums, µm *Eggshell thickness, µm*	0.57	0.53	0.42	0.51

Hau vienības raksturo olas iekšējo kvalitāti, galvenokārt olbaltuma svaigumu un konsistenci. Jo augstāka Hau vienību vērtība, jo olbaltums ir biezāks un ola svaigāka. Pētījumā tās augstākas bija 3. grupas putnu olām – 52.05. Olas dzeltenuma krāsas indekss raksturo olas dzeltenuma krāsas intensitāti no 1 līdz 15, kas galvenokārt ir atkarīgs no putnu barības sastāva un tā krāsa būtiski ietekmē patērētāju izvēli. Pētījumā šī iegūtā vērtība ir salīdzinoši zema, kur lielāka tā ir kontroles grupas putnu olām, vidēji – 3.43. Gaisa kameras augstums ir olas svaiguma indikators un tikko izdētā olā tas ir 4.0 mm. Analizējot šo rādītāju, tas bija normas robežās. Čaumalas biezums raksturo olas izturību pret saplīšanu. Pētījumā stingrākas olas tika iegūtas no kontroles grupas putniem, vidēji – 0.57 µm. Veiktajā pētījumā Ķīnā 2021. gadā ar Hy–Line krosa dējējvistām, kurām pamatbarībai pievienoja ksilooligosaharīda prebiotiku, to olu kvalitātes rādītāji 12 nedēļu olu dēšanas periodā bija augstāki, iegūstot Hau vienības 80.6, olas dzeltenuma krāsas intensitāti – 6.5 un olas čaumalas stiprību – 0.43 µm (Zhou et al., 2021a).

Secinājumi

Pirmajā pētījuma posmā tika secināts, ka labākus rādītājus uzrādīja 3. grupas putni, kuriem izēdināja neattīrīto prebiotikas piedevu BS – XO. Lai apstiprinātu šo prebiotiku būtisku ietekmi uz zarnu mikrobiota veselību, tiks veikti atkārtoti pētījumi.

Abstract. *The diet of poultry mainly consists of cereals and legumes, which contain cellulose and are rich in polysaccharides and lignin. These polymers cannot be digested or absorbed by mammals and birds in the small intestine. However, studies have shown that birds fed whole or coarsely ground grains containing cellulose had better nutrient digestibility (Singh, Kim, 2021). Prebiotic compounds improve bacterial activity while promoting the digestion and absorption of nutrients in the laying hen's body. The aim of the study was to determine the effect of xylooligosaccharide-containing prebiotics on egg production. The study results showed that feed intake per 1 kg of egg mass produced was lower in Group 3 birds – 2.74 kg, where control group birds consumed 3.9%, Group 1 birds 4.5% and Group 2 birds 5.5% more. Birds in Group 2 consumed the most feed per bird per day (160.4 ± 0.82 kg), with their feed intake significantly different from that of the control group (157.4 ± 0.68 kg) and Group 1 (157.3 ± 0.96 kg) (p<0.05). One of the most important indicators of laying hen productivity is laying intensity, which*

was higher in Group 3 birds at 84.1 ± 0.64% and showed significant differences ($p<0.05$) between the laying intensity of Group 1 birds (80.9 ± 0.70%) and Group 2 birds (81.6 ± 0.78%). In the study, the Haugh index was highest for birds in Group 3 at 52.0 ± 2.28, which was 5.5% higher than for birds in Group 2, 4.4% higher than for birds in the control group, and 1.6% higher than for birds in Group 1. In the first stage of the study, it was concluded that the highest egg production rates were observed in birds from Group 3, which were fed the raw prebiotic supplement BS-XO.
Key words: *feed and water consumption, laying intensity, egg weight, egg quality.*

Pateicība. Pētījums tapis, pateicoties projekta Nr. 24-00-C0LA1601-000029 "Inovatīvu prebiotiku izmantošana putnkopībā un augkopībā klimatneitralitātes sasniegšanai" Lauku atbalsta dienesta finansiālam atbalstam.

Izmantotā literatūra

1. Castro C., Niknafs S., Gonzalez-Ortiz G., Tan X., Bedford M.R., Roura E. (2024). Dietary xylo-oligosaccharides and arabinoxylans improved growth efficiency by reducing gut epithelial cell turn-over in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, Vol. 15, Issue 1, p. 11.
2. Gibson G. R., Roberfroid M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: intro-ducing the concept of prebiotics. *The Journal of nutrition*, Vol. 125, Issue 6, pp. 1401–1412.
3. Li D. D., Ding X. M., Zhang K. Y., Bai S. P., Wang J. P., Zeng Q. F., Su Z. W., Kang L. (2017). Effects of dietary xylooligosaccharides on the performance, egg quality, nutrient digestibility and plasma parameters of laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 225, pp. 20–26.
4. Obianwuna U. E., Xin P., Xin C., Zhang H., Qiu K., Wang J., Zhou J., Wu S. (2026). XOS-based prebiotic complex improves laying performance and attenuates inflammation-driven gut injury and dysbiosis under LPS challenge. *Poultry Science*, Vol. 105, Issue 1, p 12.
5. Ricke S. C. (2021). Prebiotics and alternative poultry production. *Poultry Science*, Vol. 100, Issue 7, p. 12.
6. Shehata A. A., Yalçın S., Latorre J. D., Basiouni S., Attia Y. A., Abd El–Wahab A., Tellez–Isaias G. (2022). Probiotics, prebiotics, and phytogenic substances for optimizing gut health in poultry. *Mi-croorganisms*, Vol. 10, Issue 2, p. 395.
7. Singh A. K., Kim W. K. (2021). Effects of dietary fiber on nutrients utilization and gut health of poultry: a review of challenges and opportunities. *Animals*, Vol. 11, Issue 1, p. 181.
8. Xiao X., Wang Y. C., He J., Li Y. F. (2020). Effects of Xylooligosaccharide (XOS) and Probiotics (PRO) on production performance, egg quality and intestinal short–chain fatty acids of laying hens in late laying period. *Animal Husbandry and Feed Science*, Vol. 12, Issue 1, pp. 21–25.
9. Xiong S., Zhang K., Wang J., Bai S., Zeng Q., Liu Y., Ding X. (2024). Effects of xylo–oligosaccha-ride supplementation on the production performance, intestinal morphology, cecal short–chain fatty acid levels, and gut microbiota of laying hens. *Poultry Science*, Vol. 103, Issue 12, p. 13.
10. Xing H., Zheng W., Li B., Liu Z., Zhang Y. (2019). Water footprint assessment of eggs in a parent-stock layer breeder farm. *Water*, Vol. 11, Issue 12, p. 11.
11. Zhou J., Wu S., Qi G., Fu Y., Wang W., Zhang H., Wang J. (2021a). Dietary supplemental xylooli-gosaccharide modulates nutrient digestibility, intestinal morphology, and gut microbiota in laying hens. *Animal Nutrition*, Vol. 7, Issue 1, pp. 152–162.
12. Zhou J. M., Zhang H. J., Wu S. G., Qiu K., Fu Y., Qi G. H., Wang J. (2021b). Supplemental Xy-looligosaccharide Modulates Intestinal Mucosal Barrier and Cecal Microbiota in Laying Hens Fed Oxidized Fish Oil. *Frontiers in Microbiology*, p. 12.

SVEICAM

Ar jubilāru dzīvesgājumu var iepazīties zinātniski praktiskās konferences iepriekšējo gadu rakstu krājumos

- **Silvija Ruisa – 85** ("Sveicam" 2021. gada konferences rakstu krājumā);
- **Vilhelmīne Šteinberga – 85** ("Sveicam" 2021. gada konferences rakstu krājumā);
- **Elga Plīse – 90** ("Sveicam" 2016., 2017. gada konferences rakstu krājumos).

ATVADĪJĀMIES

VALSTS EMERITĒTAIS ZINĀTNIEKS, DR. HABIL. AGR. ANTONS RUŽA

03.07.1938.–04.08.2025.

Bet, kad pļāvējs atnāks pļaut, vārpa izirs vīļu vīlēs –
Būšu pelēks rudzu grauds guldīts tēvu zemes dzīlēs. (A. Krūklis)

Pērnajā slapjajā, graudkopjiem nelabvēlīgajā vasarā, 2025. gada 4. augustā mūsu kolēģis, izcilais graudkopības zinātnieks Antons Ruža devās mūžības ceļos. Pieminēsim un atcerēsimies cilvēku, kas tik daudziem studentiem, jaunajiem pētniekiem, kolēģiem deva iespēju pacelties spārnos pašiem savā dzīves lidojumā.

Antons Ruža dzimis 03.07.1938. zemnieku ģimenē Naujenes pagastā Daugavpils rajonā. Beidzis Daugavpils 1. vidusskolu (1957) un Saulaines lauksaimniecības tehnikumu (1960). Pēc dienesta armijā studējis Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas (LLA) Agronomijas fakultātē, ko absolvēja 1969. gadā. No 1970. gada A. Ružas darba gaitas bija saistītas ar LLA, vēlāk Latvijas Lauksaimniecības universitāti (LLU kopš 1990. gada). Lauksaimniecības zinātņu kandidāta disertāciju viņš aizstāvēja 1975. gadā, bet 1992. gadā tika nostrificēts kā Dr. agr., savukārt Dr. habil. agr. grādu A. Ruža ieguva 1996. gadā. Darbību LLA sāka kā aspirants, tad bija asistents, vecākais pasniedzējs, docents un no 1998. gada – profesors, bet par vadošo pētnieku ievēlēts 2003. gadā. Paralēli 1980.–1989. gadā pildīja Agronomijas fakultātes prodekāna pienākumus, bet no 1993. līdz 2003. gadam bija Augkopības katedras vadītājs. Kopš 2015. gada A. Ruža ir valsts emeritētais zinātnieks. Profesora pedagoģiskā darbība saistīta galvenokārt ar augkopības studiju kursu. Viņa vadībā sagatavoti un aizstāvēti 116 diplomdarbi un bakalaura darbi, 16 maģistra darbi un viens promocijas darbs.

Kad pēc Latvijas valsts atjaunošanas 1993. gadā Latvijā tika izveidota Latvijas valsts Nacionālā augu šķirņu padome, A. Ruža sākumā bija tās priekšsēdētāja vietnieks (1993–1998), pēc tam priekšsēdētājs (1999–2005). Šajā laikā ar tiešu viņa līdzdalību tika izveidota jauna neatkarīgās Latvijas sēklaudzēšanas sistēma, ieskaitot pirmos sēklaudzēšanas noteikumus, sēklas kvalitātes standartus, šķirņu izvērtēšanas sistēmu u. c.

A. Ružas zinātniskā darbība bija saistīta galvenokārt ar graudaugiem – dažādu labību sugu un šķirņu ražas un tās kvalitātes veidošanās procesa optimizācija, agroekoloģisko faktoru, ražības un graudu kvalitātes rādītāju savstarpējās sakarības. Pētīta augsnes kā galvenā resursa ilgtspējīga izmantošana drošu un kvalitatīvu pārtikas un lopbarības izejvielu ieguvei, kā arī minimālās augsnes apstrādes ietekme uz augsnes auglības saglabāšanu, kaitīgo organismu attīstību un izplatību, ražu un tās kvalitāti. Pamatojoties uz zinātnisko pētījumu rezultātiem, izstrādāti un praksē ieviesti vairāki normatīvie dokumenti un zinātniska argumentācija Latvijas valdības lēmumu pamatojumam Eiropas Savienības institūcijām.

A. Ruža vadījis trīs Valsts pētījumu programmu atsevišķas sadaļas, četrus Latvijas zinātnes padomes (LZP) grantu projektus un divu LZP sadarbības projektu atsevišķas sadaļas, kā arī vadījis un izpildījis 16 ZM un astoņus LLKC un citus pasūtītos projektus. Viņš publicējis ap 500 dažāda līmeņa rakstus Latvijas un starptautiskos izdevumos, t. sk. A. Ruža bijis līdzautors trim monogrāfijām un 22 grāmatām, sešiem metodiskajiem līdzekļiem. Nozīmīgākās 21. gadsimtā uzrakstītās publikācijas indeksētas SCOPUS un Web of Science datubāzēs. Profesors ar ziņojumiem piedalījies dažāda veida konferencēs un kongresos, kā arī viņa priekšlasījumi regulāri bija gaidīti zemnieku semināros visā Latvijā.

A. Ruža bija LZP Lauksaimniecības nozares (2000–2007), bet pēc apvienošanas – Lauksaimniecības, vides, zemes un mežu nozares (2007–2010) ekspertu komisijas priekšsēdētājs. Ilgstoši profesors bija LZP eksperts Lauksaimniecības nozarē.

Par zinātniski pedagoģisko darbu un zinātnisko atziņu popularizēšanu A. Ruža saņēmis daudzus apbalvojumus, t. sk. IV šķiras Triju Zvaigžņu ordeni (1998), trīs reizes LR Ministru kabineta Atzinības rakstu (2008., 2013. un 2015. gadā), Izglītības un zinātnes ministrijas Goda diplomu un prēmiju (2003), Latvijas Zinātņu akadēmijas Paula Lejiņa balvu (2009), dažādu pakāpju LLU apbalvojumus. A. Ruža bija divkārtējs konkursa "Sējējs" laureāts: 1996. gadā nominācijā "Zinātne lauksaimniecībai" un 2020. gadā nominācijā "Par mūža ieguldījumu lauksaimniecībā".

Profesors, valsts emeritētais zinātnieks Antons Ruža apbedīts Jelgavā Zanderu kapsētā.

Sagatavoja LPTF Augsnes un augu zinātņu institūta pensionētā profesore Zinta Gaile

ATCERAMIES

DOCENTEI LEOKĀDIJAI KARPAČAI 105

Leokādija Karpača (meitas uzvārdā Šlara) dzimusi 1921. gada 21. martā Rēzeknes apriņķa Sakstagala pagasta Jaunrikavas muižā. Beigusi Rīgas 39. pamatskolu 1935. gadā un Rīgas komercskolu 1941. gadā, no 1945. līdz 1948. gadam mācījusies Maskavas Timirjazeva Lauksaimniecības akadēmijā, 1948. gadā absolvējusi Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas (LLA) Lauksaimniecības fakultāti, bet 1953. gadā aspirantūru. Kopš 1954. gada Lauksaimniecības zinātņu kandidāte. Papildinājusi kvalifikāciju Ļeņingradas Lauksaimniecības institūtā 1972. un 1978. gadā.

No 1937. līdz 1939. gadam strādājusi fabrikā "Serensens" Rīgā. Otrā pasaules kara laikā, no 1941. līdz 1942. gadam bijusi laborante sanitāre hospitālī Čeboksaros (Čuvašijā, KPFSR). No 1945. līdz 1948. gadam strādājusi par vecāko laboranti LLA Šķiedraugu katedrā, bet no 1948. līdz 1953. gadam – par asistenti. No 1953. līdz 1971. gadam bijusi Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Zemkopības katedras asistente, no 1971. līdz 1981. gadam – vecākā pasniedzēja, bet no 1981. līdz 1987. gadam – docente. Kopš 1987. gada pensionējusies.

Zinātniskajā darbībā pētījusi mēslojuma ietekmi uz liniem, stroncija-90 (Sr-90) saturu augsnē un augos, kā arī augsnes apstrādes jautājumus. Bijusi vairāku mācību grāmatu līdzautore un nodaļu autore. Nozīmīgākās mācību grāmatas: "Agronomijas pamati" (1974). 2. daļas "Zemkopības pamati: nodaļa "Augu augšanas faktori un to regulēšana"" autore (82.–95. lpp.), Karpača L., Tomsons J. (1980). "Agronomijas pamatu praktikums". Rīga, Zvaigzne, 202 lpp. "Agronomijas pamati" (1984). S. Pogodina redakcijā 3. daļas "Agroķīmijas pamati" (159.–188. lpp.) un 4. daļas "Augkopības pamati – pākšaugi" autore (229.–237. lpp.).

Vadījusi vairākus studiju noslēguma darbus par tēmām: "Augu seku agrotehniskais pamatojums Dobeles rajona kolhozam "Bērzaine"", "Ferazīna selektīvā iedarbība atkarībā no herbicīda ienešanas veida un devas" u. c.

Leokādija Karpača kolēģu atmiņās raksturota kā stingra, prasīga un akurāta pasniedzēja, atturīga un kritiska raksturā.

LPTF Laukkopības nodaļas vārdā doc. Gundega Putniece

JĀNIS APSĪTIS (16.06.1886.– 18.10.1952.)

Jānis Apsītis Indriķis dzimis 1886. gada 16. jūnijā Valmieras apriņķī Vecates pagastā. Miris 1952. gada 18. oktobrī, apbedīts 1. Meža kapos Rīgā.

Mācījies Mazsalacas draudzes skolā (1896–1899), Gorku zemkopības skolā Baltkrievijā (1901–1906). Emigrējis uz Somiju, vēlāk Šveici. Beidzis Nansī universitāti Francijā Agronomijas institūtā (1911). Dr. agr. (1933), lauksaimniecības zinātņu doktors (1945).

Lauksaimniecības žurnālists Ženēvā (1911–1915). 1915. gadā ieradies Krievijā, arestēts, pēc tam mobilizēts armijā, bijis pārtikas sagādes saimnieciskais vadītājs. 1920. gada beigās atgriezies Latvijā. LR Zemkopības ministrijas vecākais agronoms (1921). Zaļās Muižas saimnieciskais vadītājs un Zaļenieku vidusskolas skolotājs (1922–1923). LU Laukkopības katedras organizators un vadītājs (1923–1934), vecākais docents (1934–1935), profesors (1935–1939). Lauksaimniecības Tautas augstskolas pārzinis (1933–1936). Jelgavas LA un LLA profesors, Laukkopības katedras vadītājs (1939–1944; 1944–1948). Līdztekus docētāja darbam bijis mācību pētījumu saimniecības "Vecauce" vadītājs (1926–1928), LU Lauksaimniecības fakultātes sekretārs (1924–1926; 1937–1944), dekāna pirmais vietnieks (1940–1941), dekāns (1944. gada jūlijs–1944. gada novembris). LLA neklātienes mācību prorektors (1944–1947). Laukkopības ZPI direktors (1941–1944). No 1948. gada strādājis Tīraines izmēģinājumu stacijā, salīdzinot zemeņu šķirnes Jūrmalā.

Pētījis augsnes struktūru un sakārtu, augsnes apstrādes jautājumus, kā arī nezāļu bioloģiskās īpatnības un apkarošanu. J. Apsīša augsnes apstrādes ilggadējo pētījumu atziņas bija pretrunā ar PSRS autoritātes V. Viljamsa dogmām. Pārmērīgi neobjektīvās kritikas dēļ 1948. gadā aizgājis no darba LLA.

Jelgavas LA rakstu galvenais redaktors (1939–1944). "Lauksaimniecības leksikona" (1–3,1936–1939) redaktors. Latvijas agronomu biedrības valdes priekšsēdētājs (1935"1937). Baltijas valstu Agronomu savienības valdes loceklis (1935–1937). Starptautiskās Agronomu federācijas un Lauksaimniecības preses federācijas valdes loceklis (no 1933).

Nozīmīga publikācija: Laukkopība R., 1939, 1943[2], 1956[3].

Sagatavoja LPTF Dārzkopības nodaļa. No: Lauksaimniecības augstākā izglītība Latvijā 1862–1999. (1999), Jelgava: LLU, 373 lpp.

ATCERAMIES

Ar jubilāru dzīves gājumu var iepazīties zinātniski praktiskās konferences iepriekšējo gadu rakstu krājumos:

- **Jānis Driķis – 85** ("Atceramies" 2021. gada konferences rakstu krājumā);
- **Uldis Osītis – 90** ("Atvadījāmies" 2022. gada konferences rakstu krājumā);
- **Jānis Ignašs – 90** ("Sveicam" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Imants Holms – 95** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Ilga Laiviņa – 100** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Erna Ozola - 100** ("Sveicam" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Valija Apele – 105** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Semjons Pogodins – 105** ("Atceramies" 2021. gada konferences rakstu krājumā);
- **Skaidra Zaharčenko – 105** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Ziedonis Maldavs – 110** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Valentīna Ancāne – 115** ("Atceramies" 2021. gada konferences rakstu krājumā);
- **Vilis Gaujers – 115** ("Atceramies" 2021. gada konferences rakstu krājumā);
- **Viktors Tērauds – 115** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Jānis Pleive - 120** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Marianna Ozoliņa – 125** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā);
- **Jānis Lūke – 150** ("Atceramies" 2016. gada konferences rakstu krājumā).

Zinātniski praktiskās konferences
Līdzsvarota lauksaimniecība
RAKSTI
Jelgava, 2026
Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte
Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultāte
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija
Ziemeļvalstu Lauksaimniecības zinātnieku asociācija

Sagatavots Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes
Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultātē
Lielajā ielā 2, Jelgavā, LV–3001
Tālr. nr.: +371 63005634
E-pasta adrese: llkonference@lbtu.lv

Konference notika 2026. gada 19. un 20. februārī , LBTU, Lielā iela 2, Jelgava
(klātienē un attālināti)

Konferences atbalstītāji:

LAB
LATVIJAS AGRONOMU BIEDRĪBA

YARA

LATRAPS

SCANDAGRA

AgroTrend