



Latvijas Lauksaimniecības universitātē
Lauksaimniecības fakultātē
Latvijas Agronomu biedrība
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija

LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

Zinātniski praktiskās konferences

RAKSTI

Jelgava 2019

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

LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA

**Zinātniski praktiskās konferences
RAKSTI**

*Proceedings of the Scientific and Practical Conference
Harmonious Agriculture*

Jelgava 2019

Līdzsvarota lauksaimniecība: Zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava: LLU, 2019., 168 lpp.

Atbildīgās par izdevumu:

Dzidra Kreišmane,
Dace Siliņa,
Diāna Ruska,
Ina Alsiņa,

LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts
LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts
LLU LF Dzīvnieku zinātņu institūts
LLU LF Augsnes un augu zinātņu institūts

Konferences organizācijas komiteja:

Dr. agr. Dzidra Kreišmane (vadītāja)
Dr. agr. Dace Siliņa
Mg. agr. Renāte Sanžarevska
Dr. agr. Diāna Ruska
Dr. agr. Ilze Grāvīte

Rakstus recenzēja:

Dr. biol. Ina Alsiņa
Dr. sc. ing. Ingrīda Augšpole
Dr. agr. Maija Ausmane
Dr. agr. Andris Bērziņš
Dr. agr. Gunita Bimšteine
Mg. agr. Madara Darguža
Dr. agr. Lilijs Degola
Mg. agr. Adrija Dorbe
Mg. agr. Laila Dubova
Dr. agr. Daina Jonkus

Dr. agr. Kaspars Kampuss
Mg. oec. Iveta Kļaviņa
Dr. agr. Dzidra Kreišmane
Dr. agr. Anda Liniņa
Dr. agr. Diāna Ruska
Mg. agr. Anda Rūtenberga-Āva
Dr. agr. Dace Siliņa
Dr. geol. Ilze Vircava

Literārie redaktori *Language editors* Solvita Bukšāne – latviešu valoda,
Inese Ozola – angļu valoda

Datorsalikums *Page layout by* Inese Bergmane

Vāka dizains *Cover design by* Dainis Barkāns

Konference notika 2019. gada 21. februārī, Latvijas Lauksaimniecības universitātē, Lauksaimniecības fakultātē, Jelgavā, Lielajā ielā 2

© Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 2019

ISBN 978-9984-48-324-5 (tiešsaistes resursam)

ISSN 2500-9451 (tiešsaistes resursam)

SATURS

LAUKKOPIĒBA	5
Adamovičs A., Gūtmane I. Ganību zelmeņu sausnas ražas kvalitāte	5
Adamovičs A., Gūtmane I. Minerālvielu saturs ganību zelmeņu sausnas ražā.....	14
Bērziņš P., Rancāne S., Stesele V., Jansons A., Vēzis I. Daudzgadīgo stiebrzāļu sugu un šķirņu sausumizturības vērtējums	21
Jermušs A., Lapiņš D., Švarta A., Jermuša G., Sanžarevska R. Nezāļu izplatība un augsnes potenciālā nezaļainība Sēlijas saimniecībās	28
Lapiņš D., Kopmanis J., Melngalvis I., Sanžarevska R., Putniece G., Putnieks A., Jermušs A., Piliksere D., Kašs E. Īsmūža divdīgļlapju nezāļu izplatība Zemgalē	33
Lapiņš D., Kopmanis J., Melngalvis I., Piliksere D., Sanžarevska R., Putniece G., Jermušs A. Tīruma kosas un ložņu vārpas izplatība Zemgalē	38
Litke L., Gaile Z., Ruža A. Slāpekļa mēslojuma un augsnes apstrādes ietekme uz ziemas rapša ražu un kvalitāti	44
Pilecka J., Grīnfelde I. Cūku mēslu digestāta paskābināšanas ietekme uz amonjaka emisiju apjomiem ziemas rapša sējumos	50
Rancāne S., Bērziņš P., Vēzis I., Jansons A., Rebāne A., Stesele V. Ganību aireses selekcijas izejmateriāla izvērtējums.....	56
Rebāne A., Rancāne S., Jansons A. Biotehnoloģijas metožu izmantošanas rezultātā iegūto sarkanā āboliņa augu novērtējums lauka apstākļos	62
Strazdiņa V., Fetere V. Ziemas kviešu šķirņu graudu ražas un kvalitātes izmaiņas dažādos meteoroloģiskajos apstākļos.....	67
DĀRZKOPIĒBA	72
Alsiņa I., Beļkus S., Blumfelds R., Sergejeva D. Atšķirīgu barības šķīduma pH rādītāju ietekme uz kultūraugu augšanu	72
Dēķena Dz., Grāvīte I. Latvijas izcelsmes vīnogu šķirnes Ziemeļvalstīs	79
Lepse L., Dane S., Zeipiņa S., Lepsis J. Jauktie stādījumi dārzenkopībā – izaicinājums vai risinājums?	85
Potapovs A., Avotiņš A., Sergejeva D., Alsiņa I., Gruduls J. IoT svara sensoru izmantošana precīzai laistīšanas parametru noteikšanai pie dažādiem apgaismojuma veidiem	91
Rakutko S., Avotiņš A., Alsiņa I., Dūma M. Industriālās siltumnīcas energo-ekoloģiskās modelēšanas pieeja.....	97
Sergejeva D., Simtniece A., Reinsons R., Badaukis N., Kalniņš E., Lapiņa L., Alsiņa I., Dubova L. Apgaismojuma ietekme uz siltumnīcā audzētu tomātu fizioloģiskajiem parametriem.....	103
Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Nātru audzēšana ražas ieguvei	110
LOPKOPIĒBA	115
Bārzdiņa D., Kairiša D., Kļaviņa I., Bāliņš A. Lauksaimniecības dzīvnieku gēnu bankā uzkrātā Latvijas tumšgalves aitu biomateriāla izcelsmes un produktivitātes vērtējums	115
Kļaviņa I., Orbidāne L., Veidmane A., Bāliņš A. Lauksaimniecības dzīvnieku gēnu bankā iekļauto Latvijas šķirnes zirgu izvērtējums	121
Orbidāne L. Latvijas ardeņu zirgu šķirnes populācijas analīze	127

Vecvagars J., Kairiša D. Latvijas tumšgalves šķirnes teķu pārbaudes rezultāti pēc pēcnācēju kvalitātes 2018. gadā.....	131
PRAKTISKĀ PIEREDZE.....	137
Augšpole I., Dūma M., Alsiņa I., Dubova L., Sergejeva D. Tomātu kvalitātes izmaiņas dažādos audzēšanas apstākļos	137
Lazdiņa D., Daugaviete M., Rancāne S., Daugavietis U., Bārdulis A. <i>Alnus incana</i> L. augšanas rādītāji – ilggadīgā kokaugu stādījumā – īscirtmeta atvasājā	143
Maļeckā S., Stramkale V., Vaivode A. Auzu un miežu šķirņu graudu ražība un kvalitāte atkarībā no mēslošanas normas un audzēšanas vietas.....	149
Pogulis A. SIA „Vermivilla” ražotā vermikomposta lietošanas efektivitāte uz bumbuļu ražu kartupeļiem ar zilu vai violetu mīkstumu.....	153
ATCERAMIES.....	157
Ārim Leilandam – 80	157
Pieminam Birutu Mārku.....	158
Kārlim Dzērvem – 90.....	159
Laimonim Kalniņam – 90	160
Jānim Tomsonam – 90	161
Profesores Dr. habil. agr. Ligijas Čjukšas piemiņai	163
Docentei Mildai Krūklādei – 110.....	164
Alfrēdam Kapaklim – 130.....	165
Jānim Vārsbergam – 140.....	166

LAUKKOPIĒBA

GANĪBU ZELMEŅU SAUSNAS RAŽAS KVALITĀTE

THE QUALITY OF THE DRY MATTER YIELD OF THE GRAZING SWARDS

Aleksandrs Adamovičs¹, Iveta Gūtmane²

¹LLU, Lauksaimniecības fakultāte, ²LLU Zemkopības zinātniskais institūts
aleksandrs.adamovics@llu.lv

Abstract. Field trials were carried out with the aim to study the herbage quality of multi-species grass and legume–grass swards for grazing on three types of soil: sod-calcareous, sod-podzolic and sod stagnogley soil. Two nitrogen fertilisation rates: N0 and N120 were used. Data from the third production year were analysed for the following quality dry matter (DM) yield indices: crude protein (CP), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), net energy for lactation (NEL) and digestibility. The ratio of legumes and the legume species used in swards determined the quality of the DM yield. Legume-containing mixtures achieved higher CP in comparison with grass-only swards at both fertilisation rates. The N-fertilizer rate increased from 0 to 120 kg ha⁻¹ contributed to a significant CP content increase only on sod-podzolic soil. In the third production year positive influence of N fertilisation on DM yield indices (CP, NDF, ADF content, NEL and DM digestibility) on sod-calcareous and sod stagnogley soils was not found. The results of the third production year in all soil types showed a significant ($p < 0.01$) negative CP correlation with crude fiber and NDF content in DM yield. Crude fiber and NDF had a significant ($p < 0.01$) negative correlation with the Ca content, the proportion of legumes in swards, NEL and DM digestibility. A significant ($p < 0.01$) positive correlation was established between crude fiber, NDF and ADF content in DM yield.

Key words: herbage quality, soil types, grass–legume mixture, nitrogen fertilisation.

Ievads

Zelmeņa botānisko sastāvu veidojošo sugu un šķirņu bioekoloģiskās īpašības ir svarīgs lopbarības kvalitāti ietekmējošs faktors.

Tauriņzieži ir augstvērtīgs lopbarības avots, un to iekļaušana zālāju sēklu maisījumos, ierīkojot pļavas un ganības, būtiski palielina proteīna saturu un uzlabo zāles lopbarības kvalitāti. Slāpekļa (N) mēslojuma normu palielināšana nodrošina augstāku sausnas ražas ieguvu, tomēr vienlaikus var negatīvi ietekmēt tauriņziežu īpatsvaru zelmenī (Soegaard, Nielsen, 2012). Kopproteīna saturs sausnas ražā ir cieši saistīts ar tauriņziežu īpatsvaru zālaugu zelmeņos. Vairāku autoru darbos atzīmēts, ka, izmantojot dažādus tauriņziežu-stiebrzāļu sēklu maisījumus zelmeņu veidošanai, kopproteīna saturu vairāk var ietekmēt maisījuma sastāvs nekā lietotā slāpekļa mēslojuma norma (De Vliegheer, Carlier, 2008; Meripold *et al.*, 2016). Savukārt citos pētījumos konstatēts nozīmīgs kopproteīna satura pieaugums N mēslojuma ietekmē, bet sugu vai zālaugu maisījuma faktors minēts kā nebūtisks (Moloney *et al.*, 2016).

Pētījuma mērķis bija novērtēt slāpekļa mēslojuma ietekmi uz daudzkomponentu stiebrzāļu un tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņu lopbarības kvalitāti trešajā zelmeņa izmantošanas gadā, trijos augsnes tipos.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi tika ierīkoti trīs atšķirīgos augsnes tipos. LLU MPS „Vecauce” – velēnu podzolēta, smilšmāla, vidēji iekultivēta augsne, pH KCl 7.1, P 253 mg kg⁻¹, K 198 mg kg⁻¹, organisko vielu saturs 31 g kg⁻¹. LLU MPS „Pēterlauki” – velēnu karbonātu, vidēji smaga smilšmāla, labi iekultivēta, drenēta augsne, pH KCl 6.7, P 60 mg kg⁻¹, K 144 mg kg⁻¹, organisko vielu saturs 24–28 g kg⁻¹. LLU Zemkopības zinātniskajā institūtā Skrīveros – virsēji velēnglejota, putekļaina smilšmāla, vidēji iekultivēta, drenēta augsne, pH KCl 6.33, P 93 mg kg⁻¹, K 111 mg kg⁻¹, organisko vielu saturs 23 g kg⁻¹. Visās zinātniskajās institūcijās izmēģinājumi sēti 2014. gada jūnija sākumā pēc vienotas variantu shēmas 3 atkārtojumos ar uzskaites platību 10 m². Kopumā iesēti 12 sēklu maisījumi (autors A. Adamovičs) (1. tab.).

1.tabula Table 1

Maisījuma numurs un sastāvs
Number and content of the mixture

Nr. 5 (Kamolzāle <i>Dactylis glomerata</i> 'Priekuļu 30' 60%, Sarkanā auzene <i>Festuca rubra</i> (F.r.) 'Vaive' 25%, Pļavas skarene <i>Poa pratensis</i> (P.p.) 'Gatve' 15%)	Nr. 6 (Timotiņš <i>Phleum pratensis</i> (Ph.p.) 'Varis' 15%, Pļavas auzene <i>Festuca pratensis</i> (F.p.) 'Arita' 20%, Pļavas auzene F.p. 'Vaira' 20%, Niedru auzene <i>Festuca arundinacea</i> (F.a.) 'Fawn' 25%, Pļavas skarene P.p. 'Gatve' 20%)	Nr. 12 (Baltais āboliņš <i>Trifolium repens</i> (T.r.) 'Daile' 10%, Baltais āboliņš T.r. 'Nemunai' 10%, Pļavas auzene F.p. 'Patra' 30%, Timotiņš Ph.p. 'Jumis' 20%, Ganību airene L.p. 'Spīdola' 20%, Pļavas skarene P.p. 'Gatve' 10%)
Nr. 13 (Baltais āboliņš T.r. 'Daile' 5%, Baltais āboliņš T.r. 'Nemunai' 15%, Pļavas auzene F.p. 'Arita' 20%, Pļavas auzene F.p. 'Vaira' 20%, Ganību airene L.p. 'Spīdola' 25%, Pļavas skarene P.p. 'Gatve' 15%)	Nr. 14 (Baltais āboliņš T.r. 'Daile' 5%, Baltais āboliņš T.r. 'Nemunai' 5%, Timotiņš Ph.p. 'Teicis' 20%, Ganību airene L.p. 'Verseka' 70%)	Nr. 15 (Baltais āboliņš T.r. 'Daile' 5%, Baltais āboliņš T.r. 'Nemunai' 5%, Bastarda āboliņš <i>Trifolium hybridum</i> 'Namejs' 20%, Auzeņairene × <i>Festulolium</i> (× F) 'Vizule' 40%, Hibrīda airene <i>Lolium</i> × <i>hybridum</i> (L. × h.) 'Saikava' 30%)
Nr. 16 (Baltais āboliņš T.r. 'Daile' 5%, Baltais āboliņš T.r. 'Nemunai' 5%, Sarkanais āboliņš <i>Trifolium pratense</i> (T.p.) 'Ārija' 20%, Auzeņairene × F 'Vizule' 40%, Hibrīda airene L. × h. 'Saikava' 30%)	Nr. 17 (Baltais āboliņš T.r. 'Daile' 5%, Baltais āboliņš T.r. 'Nemunai' 5%, Ragainie vanagnadziņi <i>Lotus corniculatus</i> (L.c.) 'Skrzeszowicka' 20%, Auzeņairene × F 'Vizule' 40%, Hibrīda airene L. × h. 'Saikava' 30%)	Nr. 18 (Ragainie vanagnadziņi L.c. 'Skrzeszowicka' 30%, Auzeņairene × F 'Vizule' 40%, Hibrīda airene L. × h. 'Saikava' 30%)
Nr. 26 (Sarkanais āboliņš T.p. 'Jancis' 13%, Baltais āboliņš T.r. 'Nemunai' 10%, Pļavas auzene F.p. 'Arita' 17%, Timotiņš Ph.p. 'Jumis' 20%, Ganību airene L.p. 'Spīdola' 20%, Sarkanā auzene F.r. 'Vaive' 13%, Pļavas skarene P.p. 'Gatve' 7%)	Nr. 27 (Baltais āboliņš T.r. 'Nemunai' 20%, Pļavas auzene F.p. 'Vaira' 13%, Ganību airene L.p. 'Spīdola' 30%, Hibrīda airene L. × h. 'Saikava' 24%, Timotiņš Ph.p. 'Teicis' 13%)	Nr. 29 (Sarkanais āboliņš T.p. 'Raunis' 9%, Baltais āboliņš T.r. 'Daile' 9%, Pļavas auzene F.p. 'Vaira' 19%, Timotiņš Ph.p. 'Teicis' 16%, Ganību airene L.p. 'Spīdola' 22%, Sarkanā auzene F.r. 'Vaive' 16%, Pļavas skarene P.p. 'Gatve' 9%)

Ganību zelmeņiem lietoti trīs mēslojumu varianti: pamatmēslojums (P78, K90) + N0, pamatmēslojums + N60 (30+30) un pamatmēslojums + N120 (60+60) kg ha⁻¹. Raža uzskaitīta no katra lauciņa ar tiešo pļaušanu visiem atkārtojumiem 4–5 plāvumos veģetācijas sezonā. No katra varianta noņēma 1.0 kg lielu paraugu vidējā zelmeņa botāniskā sastāva un sausnas satura noteikšanai, kā arī ķīmisko analīžu veikšanai.

Trešā zelmeņa izmantošanas gada sausnas ražai LLU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas Agronomisko analīžu nodaļā noteikti šādi kvalitātes rādītāji: kopslāpekļs (LVS EN ISO 5983-2: 2009), rezultātu reizinot ar koeficientu 6.25, iegūts kopproteīna saturs sausnā; kokšķiedra (ISO 5498: 1981); neitrāli skalotā kokšķiedra NDF (LVS EN ISO 16472:2006); skābi skalotā kokšķiedra ADF (LVS EN ISO 13906:2008); koppelni (ISO 5984:2002/Cor1:2005); kalcijs (LVS EN ISO

6969:2002); fosfors (ISO 6491:1998) un aprēķināta neto enerģija laktācijai. Paraugu sagatavošana veikta saskaņā ar LVS EN ISO 6498: 2012.

Iegūtie rezultāti statistiski apstrādāti, izmantojot „Microsoft Excel for Windows 2013” programmas paketi.

Rezultāti un diskusijas

Zelmeņa izmantošana pļaušanai vai ganībām, defoliācijas biežums un laiks ietekmē ne tikai zelmeņa produktivitāti, bet arī saunas ražas kvalitāti. Ganību zelmeni pamatā veido veģetatīvie dzinumi, jo tie tiek novākti līdz stiebrzāļu vārpošanas sākumam, tāpēc ganību zelmeņiem lopbarības kvalitāte parasti ir labāka salīdzinājumā ar pļaušanas zelmeņiem. Arī zelmeņa botānisko sastāvu veidojošo sugu un šķirņu bioekoloģiskās īpašības ir svarīgs lopbarības kvalitāti ietekmējošs faktors.

Ganību zelmeņu trešajā izmantošanas gadā virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē Skrīveros augstāki saunas ražas kvalitātes rādītāji konstatēti jauktajiem stiebrzāļu-tauriņziežu maisījumiem, salīdzinot ar stiebrzāļu zelmeņiem (5. un 6. maisījums). Tauriņziežus saturošiem maisījumiem augstāki kvalitātes rādītāji konstatēti variantā bez slāpekļa papildmēslojuma, kā arī N120 mēslotajā variantā. Šiem maisījumiem bija augstāks vidējais kopproteīna saturs, augstāka neto enerģija laktācijā (NEL) un saunas sagremojamība. Kopējās kokšķiedras, neitrāli skalotās kokšķiedras (NDF) un skābi skalotās kokšķiedras (ADF) saturs bija zemāks (2. tab.).

2. tabula Table 2

Ganību zelmeņu saunas ražas kvalitāte virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē Quality of grass swards for grazing on sod stagnogley soil (Skriveri)

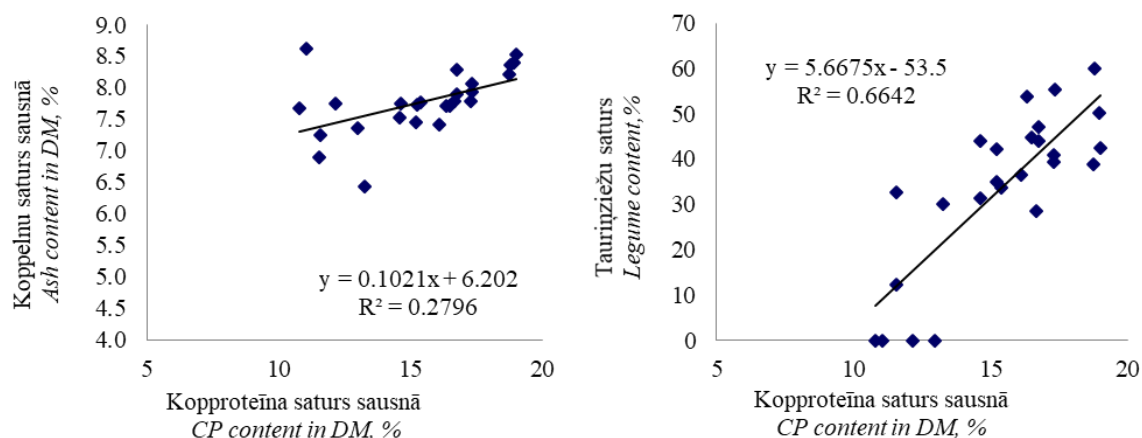
Maisījuma / Mixture Nr.	Kopproteīna saturs saunā / Crude protein content in DM, %		NDF saturs saunā / NDF content in DM, %		ADF saturs saunā / ADF content in DM, %		NEL, MJ kg ⁻¹ saunas		Sagremojamība / Digestibility, %	
	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120
5	11.05	10.80	56.07	57.58	31.21	33.14	6.12	5.96	64.6	63.1
6	12.15	12.97	52.09	52.23	29.68	28.24	6.24	6.36	65.8	66.9
12	16.33	18.93	42.80	43.15	26.41	27.34	6.50	6.43	68.3	67.6
13	16.75	18.75	44.32	39.13	26.30	26.84	6.51	6.47	68.4	68.0
14	17.33	17.28	41.15	37.39	24.06	25.66	6.69	6.56	70.2	68.9
15	16.75	19.00	38.67	41.22	25.19	25.07	6.60	6.61	69.3	69.4
16	15.23	14.60	39.52	40.43	24.01	24.43	6.69	6.66	70.2	69.9
17	14.61	17.31	39.99	38.21	24.42	24.71	6.66	6.64	69.9	69.7
18	11.56	11.55	41.63	42.76	24.09	24.58	6.69	6.65	70.1	69.8
26	16.49	16.08	39.37	43.81	24.54	25.30	6.65	6.59	69.8	69.2
27	18.77	16.67	34.77	41.77	25.79	26.91	6.55	6.46	68.8	67.9
29	15.19	13.27	41.29	49.66	25.23	28.14	6.60	6.36	69.2	67.0
Vidējais/ Average	15.18	15.60	42.64	43.94	25.91	26.69	6.54	6.48	68.7	68.1
Sx	0.70	0.84	1.70	1.77	0.66	0.71	0.05	0.06	0.52	0.55

Zemais kopproteīna saturs maisījumam Nr. 18 ar vanagnadziņiem, iespējams, saistīts ar zemo tauriņziežu īpatsvaru zaļās masas ražā. Vanagnadziņi slikti auga virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē, un to īpatsvars zelmenī bija ļoti zems. Otram maisījumam ar vanagnadziņiem Nr. 17 zelmenī bija iekļauts baltais āboliņš, tādējādi nodrošinot šim maisījumam labāku tauriņziežu īpatsvaru zaļās masas ražā un augstāku kopproteīna saturu. Kaut arī kopproteīna saturs maisījumiem ar vanagnadziņiem bija zemākais starp tauriņziežu-stiebrzāļu maisījumiem, pārējie saunas kvalitātes rādītāji (NDF, ADF, NEL un saunas sagremojamība) bija līdzvērtīgi. Baltā āboliņa-stiebrzāļu maisījumiem (12., 13., 14. un 27. maisījums) konstatēts nedaudz augstāks vidējais kopproteīna saturs (17.6%) salīdzinājumā ar tauriņziežu-stiebrzāļu maisījumiem (15.8%),

kuru sastāvā ietilpst dažādi tauriņzieži – baltais, sarkanais un bastarda āboliņš (15., 16., 26. un 29. maisījums).

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšanai no N0 uz N120 kg ha⁻¹ pozitīva ietekme uz sausas kvalitātes rādītājiem virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē netika konstatēta.

Kopproteīna saturs sausnā ir viens no galvenajiem zāles lopbarības kvalitātes kritērijiem. Analizējot ganību zelmeņu kopproteīna satura korelatīvās sakarības ar citiem sausas kvalitātes rādītājiem virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē, konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija ar koppelnu saturu sausnā un tauriņziežu saturu zaļajā masā (skat. 1. att.).



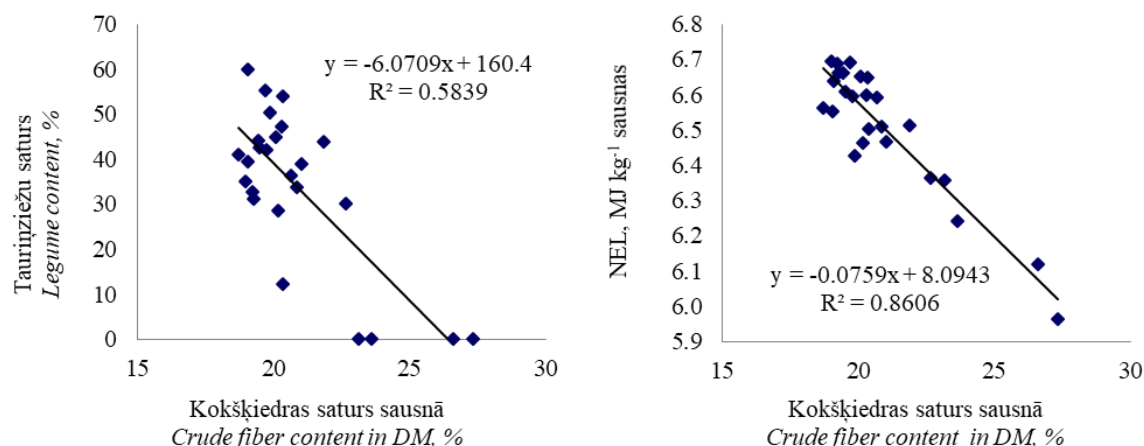
1. att. **Korelatīvā sakarība starp tauriņziežu saturu, koppelnu saturu sausnā un kopproteīna saturu sausnā.**

Fig. 1. Relationship between ash content in herbage DM, proportion of legumes in the sward and the CP content in herbage DM.

Kopproteīna saturs būtiski ($p < 0.01$) pozitīvi korelēja ar Ca ($r = 0.95$) un P ($r = 0.84$) saturu sausnā, kā arī ($p < 0.05$) ar NEL ($r = 0.47$) un sausas sagremojamību ($r = 0.47$). Konstatēta būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija starp kopproteīna saturu un kopējās kokšķiedras saturu ($r = -0.63$), kā arī kokšķiedras frakciju NDF ($r = -0.72$) un ($p < 0.05$) ar ADF ($r = -0.43$) saturu sausnā.

Kokšķiedras saturs sausnā ir svarīgs zāles lopbarības kvalitātes rādītājs. Ganību zelmeņos virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē konstatēta būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija starp tauriņziežu saturu zaļajā masā, NEL un kokšķiedras saturu sausnā (skat. 2. att.). Kokšķiedras saturs būtiski ($p < 0.01$) negatīvi korelēja ar sausas sagremojamību ($r = -0.93$). Konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija starp kopējās kokšķiedras saturu, kokšķiedras frakciju NDF ($r = -0.94$) un ADF ($r = -0.93$) saturu sausnā.

Kokšķiedras frakcijai NDF konstatēta būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija ar sausas sagremojamību ($r = -0.87$) un NEL ($r = -0.87$). Kokšķiedras frakcija ADF ļoti ($p < 0.01$) pozitīvi korelēja ar NDF ($r = 0.87$) saturu sausnā.



2. att. Korelatīvā sakarība starp NEL, tauriņziežu saturu un kokšķiedras saturu saussnā.

Fig. 2. Relationship between proportion of legumes in the sward, NEL and the crude fiber content in DM.

Arī velēnu podzolētā smilšmāla augsnē „Vecaucē” trešajā ganību zelmeņu izmantošanas gadā augstāki saussnas ražas kvalitātes rādītāji konstatēti jauktajiem stiebrzāļu-auriņziežu maisījumiem salīdzinājumā ar stiebrzāļu zelmeņiem (5. un 6. maisījums). Tauriņziežus saturošiem maisījumiem augstāki kvalitātes rādītāji novēroti variantā bez slāpekļa papildmēslojuma, kā arī ar N120 mēslotajā variantā. Šiem maisījumiem bija augstāks vidējais kopproteīna saturs saussnā, augstāka neto enerģija laktācijā (NEL) un saussnas sagremojamība. Kopējās kokšķiedras, neitrāli skalotās kokšķiedras (NDF) un skābi skalotās kokšķiedras (ADF) saturs bija zemāks (3. tab.).

3. tabula Table 3

Ganību zelmeņu saussnas ražas kvalitāte velēnu podzolētā smilšmāla augsnē

Quality of grass swards for grazing on sod-podzolic soil

Maisījuma / Mixture Nr.	Kopproteīna saturs saussnā / Crude protein content in DM, %		NDF saturs saussnā / NDF content in DM, %		ADF saturs saussnā / ADF content in DM, %		NEL, MJ kg ⁻¹ saussnas		Sagremojamība / Digestibility, %	
	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120
5	10.27	12.07	56.44	57.49	31.03	30.85	6.13	6.15	64.7	64.9
6	12.41	14.58	49.49	52.87	26.38	26.50	6.50	6.49	68.3	68.3
12	14.81	18.44	38.77	39.54	22.27	27.71	6.83	6.40	71.6	67.3
13	15.63	19.03	36.57	41.32	23.08	26.71	6.77	6.48	70.9	68.1
14	15.63	18.63	34.68	40.45	25.69	22.80	6.56	6.79	68.9	71.1
15	15.10	19.16	35.51	37.13	21.06	24.97	6.93	6.62	72.5	69.4
16	17.22	20.69	33.52	34.24	21.23	20.80	6.92	6.95	72.4	72.7
17	15.44	19.20	34.29	34.19	20.70	28.37	6.96	6.35	72.8	66.8
18	12.71	16.27	35.13	39.22	21.12	24.13	6.92	6.68	72.4	70.1
26	15.09	19.33	39.44	42.80	24.79	24.98	6.63	6.62	69.6	69.4
27	15.21	17.46	32.83	41.40	18.97	23.62	7.10	6.72	74.1	70.5
29	14.33	17.64	37.65	42.30	22.62	26.30	6.80	6.51	71.3	68.4
Vidējais / Average	14.49	17.71	38.69	41.91	23.25	25.65	6.75	6.56	70.8	68.9
Sx	0.53	0.69	2.05	1.99	0.95	0.78	0.08	0.06	0.74	0.61

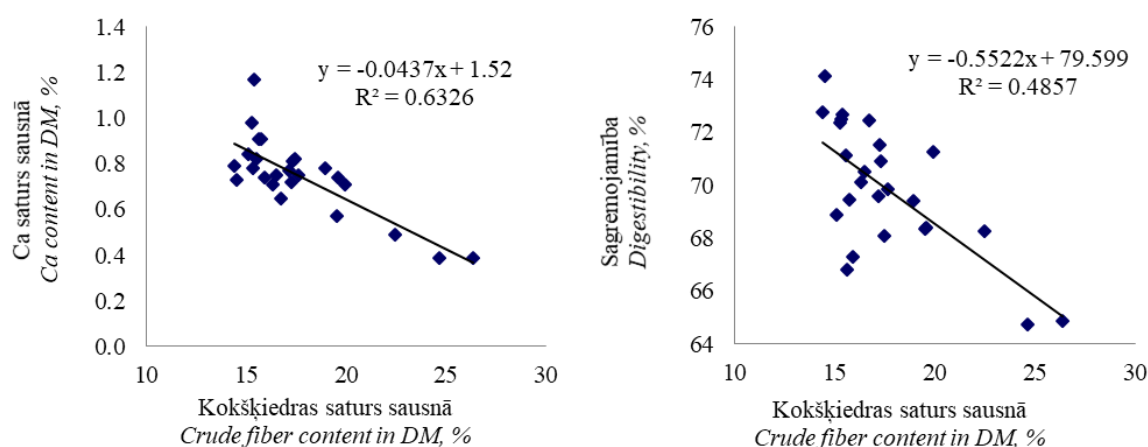
Vanagnadziņi slikti auga velēnu podzolētā smilšmāla augsnē, un to īpatsvars zelmenī bija ļoti zems. Arī šeit maisījumam Nr. 18 ar vanagnadziņiem konstatēts zemākais vidējais kopproteīna

saturs starp tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņiem. Arī velēnu podzolētā smilšmāla augsnē maisījumiem ar vanagnadziņiem vidējie kokšķiedras un sagremojamības rādītāji bija līdzvērtīgi vidējiem tauriņziežu- stiebrzāļu maisījumu kvalitātes rādītājiem.

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana no N0 uz N120 kg ha⁻¹ nodrošināja augstāku kopproteīna saturu sausas ražā gan stiebrzāļu, gan tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņiem. Slāpekļa mēslojuma pozitīva ietekme uz pārējiem kvalitātes rādītājiem (NDF, ADF, NEL un sagremojamību) netika konstatēta.

Analizējot ganību zelmeņa kopproteīna satura korelatīvās sakarības ar citiem sausas kvalitātes rādītājiem velēnu podzolētā smilšmāla augsnē, konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija starp kopproteīna saturu un minerālvielu Ca ($r = 0.81$), P ($r = 0.79$) un K ($r = 0.70$) saturu sausas ražā. Tāpat novērota būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija starp kopproteīna saturu un kopējās kokšķiedras saturu ($r = -0.58$), kā arī NDF ($r = -0.51$) saturu sausnā.

Kokšķiedras saturam sausnā konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija ar kokšķiedras frakciju NDF ($r = 0.92$) un ADF ($r = 0.70$) saturu sausnā. Novērota būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija starp Ca saturu, sausas sagremojamību un kokšķiedras saturu sausnā (skat. 3. att.). Kokšķiedras saturs ļoti ($p < 0.01$) negatīvi korelēja ar tauriņziežu īpatsvaru ražā ($r = -0.54$) un NEL ($r = -0.70$).



3. att. Korelatīvā sakarība starp Ca saturu, sausas sagremojamību un kokšķiedras saturu sausnā.

Fig. 3. Relationship between Ca content in herbage DM, digestibility and the crude fiber content in DM.

Ganību zelmeņiem velēnu karbonātu augsnē „Pēterlaukos” augstāki sausas ražas kvalitātes rādītāji konstatēti jauktajiem stiebrzāļu-auriņziežu maisījumiem salīdzinājumā ar stiebrzāļu zelmeņiem. Tauriņziežus saturošiem maisījumiem augstāki kvalitātes rādītāji gūti variantā bez slāpekļa papildmēslojuma, kā arī ar N120 mēslotajā variantā. Šiem maisījumiem bija augstāks vidējais kopproteīna saturs, augstāka neto enerģija laktācijā (NEL) un sausas sagremojamība. Kopējās kokšķiedras, neitrāli skalotās kokšķiedras (NDF) un skābi skalotās kokšķiedras (ADF) saturs bija zemāks (4. tab.). Vanagnadziņi labi auga velēnu karbonātu augsnē, un to īpatsvars zelmenī bija augsts. Velēnu karbonātu augsnē augstākais kopproteīna saturs sausnā konstatēts maisījumam Nr. 17, kura sastāvā bija iekļauti vanagnadziņi un baltais āboliņš. Velēnu karbonātu augsnē maisījumi ar vanagnadziņiem uzrādīja augstāku vidējo NEL un sausas sagremojamību, kā arī zemāku NDF un ADF, salīdzinot ar vidējiem kvalitātes rādītājiem baltā āboliņa-stiebrzāļu maisījumiem un dažādu tauriņziežu-stiebrzāļu maisījumiem.

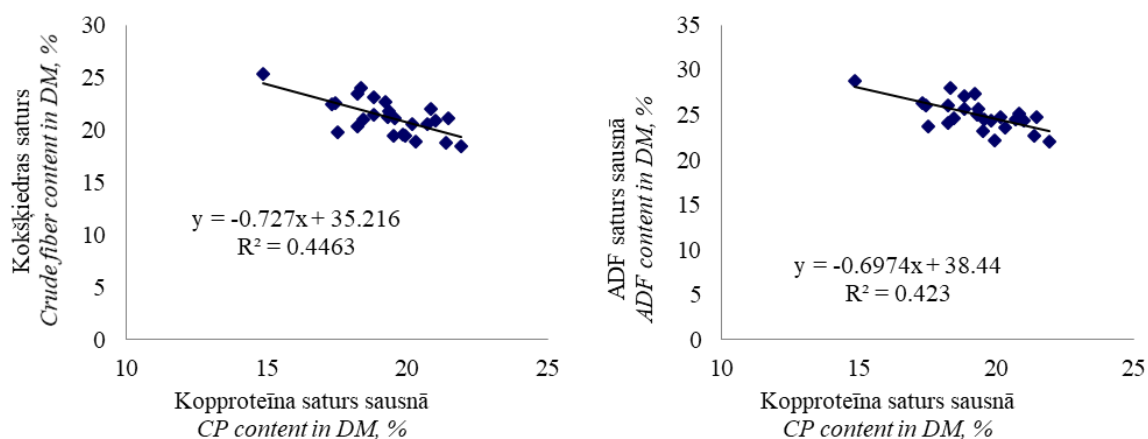
Slāpekļa mēslojuma normas palielināšanai no N0 uz N120 kg ha⁻¹ pozitīva ietekme uz sausas kvalitātes rādītājiem velēnu karbonātu augsnē netika konstatēta.

4. tabula Table 4

Ganību zelmeņu sausnas ražas kvalitāte velēnu karbonātu augsnē
Quality of grass swards for grazing on sod-calcareous soil

Maisījuma / Mixture Nr.	Kopproteīna saturs saussnā / Crude protein content in DM, %		NDF saturs sausnā / NDF content in DM, %		ADF saturs sausnā / ADF content in DM, %		NEL, MJ kg ⁻¹ sausnas		Sagremojamība / Digestibility, %	
	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120
5	18.23	14.87	43.36	50.29	26.02	28.73	6.53	6.32	68.6	66.5
6	18.82	19.24	44.35	46.45	27.05	27.40	6.45	6.42	67.8	67.6
12	21.47	20.16	40.85	43.68	24.69	24.72	6.64	6.64	69.7	69.6
13	20.71	21.00	40.23	41.53	24.54	24.37	6.65	6.66	69.8	69.9
14	19.51	20.83	38.70	40.55	23.16	25.18	6.76	6.60	70.9	69.3
15	17.51	19.94	40.52	36.61	23.69	22.21	6.72	6.84	70.4	71.6
16	20.31	19.82	36.81	39.02	23.64	24.39	6.72	6.66	70.5	69.9
17	21.93	21.37	35.32	36.15	22.02	22.68	6.85	6.80	71.7	71.2
18	18.23	19.56	36.40	38.64	24.12	24.47	6.68	6.66	70.1	69.8
26	17.31	19.36	46.07	41.92	26.36	25.66	6.51	6.56	68.4	68.9
27	18.44	18.82	41.44	41.11	24.66	25.71	6.64	6.56	69.7	68.9
29	17.45	18.33	44.47	48.12	26.08	28.04	6.53	6.37	68.6	67.1
Vidējais / Average	19.16	19.44	40.71	42.00	24.67	25.29	6.64	6.59	69.7	69.2
S $\bar{x}$	0.46	0.49	1.00	1.28	0.43	0.57	0.03	0.05	0.33	0.45

Analizējot ganību zelmeņa kopproteīna satura korelatīvās sakarības ar citiem sausnas kvalitātes rādītājiem, konstatēta būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija starp kopproteīna saturu un kopējās kokšķiedras saturu, kā arī kokšķiedras frakciju ADF (skat. 4. att.) un NDF ($r = -0.66$) saturu saussnā.



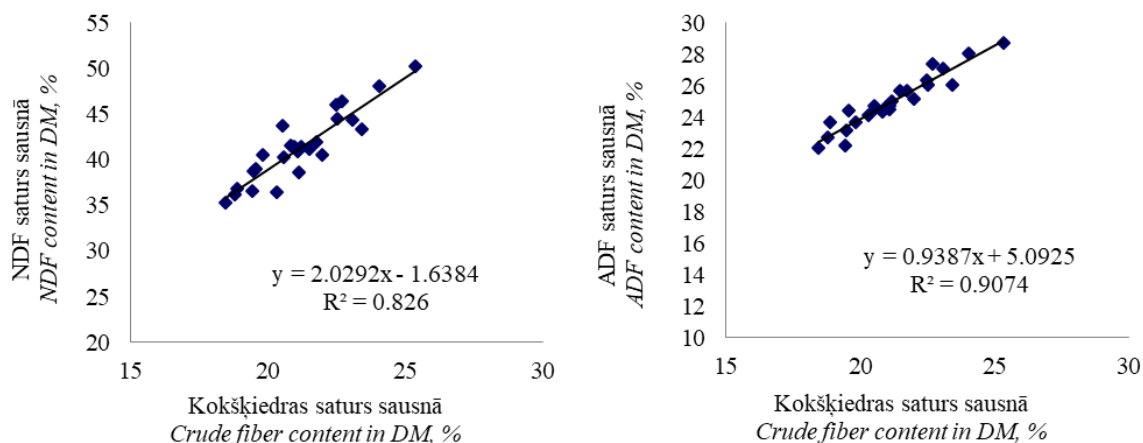
4. att. Korelatīvā sakarība starp košķiedras saturu, ADF saturu saussnā un kopproteīna saturu saussnā.

Fig. 4. Relationship between crude fiber, ADF content in DM and the CP content in herbage DM.

Kopproteīna saturs būtiski ($p < 0.01$) pozitīvi korelēja ar NEL ($r = 0.65$), sausnas sagremojamību ($r = 0.65$) un P ($r = 0.55$) saturu saussnā. Konstatēta būtiska ($p < 0.05$) pozitīva korelācija ar Ca saturu saussnā ($r = 0.47$) un tauriņziežu saturu zaļajā masā ($r = 0.45$).

Ganību zelmeņiem velēnu karbonātu augsnē konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija starp kopējās kokšķiedras saturu un kokšķiedras frakciju NDF un ADF saturu saussnā (skat. 5. att.).

Kokšķiedras saturs būtiski ($p < 0.01$) negatīvi korelēja ar Ca saturu sausnā ($r = -0.53$), tauriņziežu saturu zaļajā masā ($r = -0.66$), NEL ($r = -0.95$) un sausas sagremojamību ($r = -0.95$).



5. att. **Korelatīvā sakarība starp kokšķiedras saturu un kokšķiedras frakciju NDF un ADF saturu sausnā.**

Fig. 5. Relationship between NDF, ADF content in herbage DM and the crude fiber content in DM.

Kokšķiedras frakcijai NDF konstatēta būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija ar sausas sagremojamību ($r = -0.93$) un NEL ($r = -0.93$). Kokšķiedras frakcija ADF būtiski ($p < 0.01$) pozitīvi korelēja ar NDF ($r = 0.93$) saturu sausnā.

Secinājumi

Ganību zelmeņu trešajā izmantošanas gadā visos augsnes tipos labāki sausas ražas kvalitātes rādītāji konstatēti jauktajiem stiebrzāļu-tauriņziežu maisījumiem salīdzinājumā ar stiebrzāļu zelmeņiem abos slāpekļa mēslojuma variantos.

Vanagnadziņi slikti auga velēnu podzolētā smilšmāla augsnē un virsēji velēnglejotā smilšmāla augsnē, to īpatsvars zelmenī bija ļoti zems, tāpēc šajos augsnes tipos maisījumiem ar vanagnadziņiem konstatēts zemākais vidējais kopproteīna saturs starp tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņiem.

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšanai no N0 uz N120 kg ha⁻¹ pozitīva ietekme uz sausas kvalitātes rādītājiem virsēji velēnglejotā smilšmāla augsnē un velēnu karbonātu augsnē netika konstatēta. Velēnu podzolētā smilšmāla augsnē slāpekļa mēslojuma normas palielināšana nodrošināja augstāku kopproteīna saturu sausas ražā gan stiebrzāļu, gan tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņiem. Slāpekļa mēslojuma pozitīva ietekme pārējiem kvalitātes rādītājiem (NDF, ADF, NEL un sagremojamību) netika konstatēta.

Visos augsnes tipos kopproteīna saturam ganību zelmeņu sausas ražā konstatēta būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija ar kopējo kokšķiedras saturu un NDF. Kopproteīna saturs būtiski ($p < 0.01$) pozitīvi korelēja ar P un Ca ($p < 0.05$) saturu sausnā. Kopējās kokšķiedras un NDF saturs sausas ražā būtiski ($p < 0.01$) negatīvi korelēja ar Ca saturu sausnā, tauriņziežu saturu zaļajā masā, NEL un sausas sagremojamību. Konstatēta būtiska pozitīva ($p < 0.01$) kopējās kokšķiedras, NDF un ADF savstarpējā korelācija.

Izmantotā literatūra

1. De Vliegher A., Carlier L. (2008). Potential of fodder legumes under intensive farming conditions in Flanders. *Grassland Science in Europe*, Vol. 13, p. 236–238.
2. Meripold H., Tamm U., Tamm S., Vosa T., Edesi L. (2016). Yields and feed value of different fodder galega-grass mixtures. *Grassland Science in Europe*, Vol. 21, p. 464–466.
3. Moloney T., Sheridan H., O'Riordan E. G., O'Kiely P. (2016). Nitrogen fertilisation effects on multi-species and *Lolium perenne* yields and composition under silage management. *Grassland Science in Europe*, Vol. 21, p. 188–190.

4. Soegaard K., Nielsen K. A. (2012). White and red clover in highly productive short-lasting grassland mixtures. *Grassland Science in Europe*, Vol. 17, p. 172–174.

MINERĀLVIELU SATURS GANĪBU ZELMEŅU SAUSNAS RAŽĀ THE MINERAL ELEMENT CONTENT IN THE DRY MATTER YIELD OF THE GRAZING SWARDS

Aleksandrs Adamovičs¹, Iveta Gūtmane²

¹LLU, Lauksaimniecības fakultāte, ²LLU Zemkopības institūts
aleksandrs.adamovics@llu.lv

Abstract. Field trials were carried out with the aim to study the herbage mineral element content of multi-species grass and legume–grass swards for grazing on three types of soil: sod-calcareous, sod-podzolic and sod stagnogley soil. The following two nitrogen fertilisation rates were used: N0 and N120. Data from the third production year were analysed for the following content of minerals in dry matter (DM) yield: crude ash, calcium (Ca), phosphorus (P) and potassium (K). Legume-containing mixtures achieved a higher Ca content in comparison with grass-only swards. Higher K content for grasses only swards was determined on sod-calcareous and sod stagnogley soils. Higher K content in legume containing swards was determined on sod-podzolic soil. A positive influence of N fertilisation on the mineral element content on sod stagnogley soils was not determined. The N-fertilizer rate increase from 0 to 120 kg ha⁻¹ contributed to a significant ash and K content increase on sod-podzolic soil, and significant K content increase on sod-calcareous soil. The results of the third production year on all soil types showed a significant ($p < 0.01$) positive Ca content correlation with the proportion of legumes in swards, NEL and DM digestibility. Ca content had a significant ($p < 0.01$) negative correlation with crude fiber, NDF and ADF content in DM yield. P content had a significant ($p < 0.01$) positive correlation with the crude protein content and ($p < 0.05$) with ash content in DM yield.

Key words: mineral content, soil types, grass–legume mixture, nitrogen fertilisation.

Ievads

Minerālvielām ir būtiska nozīme gan augu, gan dzīvnieku normālā augšanā un funkcionēšanā, savukārt zāles lopbarība ir nozīmīgs minerālvielu un vitamīnu avots.

Zālaugu lopbarības kvalitāti ietekmē daudzas augu īpašības. Minerālelementu saturu ietekmē zālaugu sugu atšķirīgā spēja asimilēt minerālelementus. Kaut arī pētījumu dati par minerālvielu saturu dažādās zālaugu sugās ir atšķirīgi, tomēr vairums autoru norāda, ka tauriņziežiem raksturīgs augstāks minerālvielu saturs. Lucernai, vanagnadziņiem, baltajam āboliņam un sarkanajam āboliņam konstatēts augstāks minerālvielu saturs salīdzinājumā ar stiebrzālēm (Pirhofer-Walzl *et al.* 2011). Tauriņziežiem novērots augstāks kalcija (Ca), magnija (Mg) un citu minerālelementu saturs, salīdzinot ar stiebrzālēm (Juknevičius, Sabiene, 2007). Lucernā konstatēts augstāks Ca, Mg un vara (Cu) saturs salīdzinājumā ar ganību aireni (Raeside *et al.*, 2012). Augstāks Ca, Mg un mikroelementu saturs atklāts arī āboliņos (Leaver, 1985). Somijā veiktajos izmēģinājumos tauriņziežiem novērots arī augstāks Ca un Mg saturs, bet stiebrzālēm fosfora (P) saturs. Baltā āboliņa-stiebrzāļu maisījumiem Ca saturs bija par 15–25% augstāks salīdzinājumā ar citu tauriņziežu (sarkanā āboliņa, bastarda āboliņa) – stiebrzāļu maisījumiem (Kuusela, 2006). Vanagnadziņiem atšķirībā no citiem tauriņziežiem konstatēts augsts kālija (K) saturs, bet zems nātrijs (Na) un Ca saturs (Soegaard *et al.*, 2010). Īpaši tiek uzsvērts tauriņziežu pārkums Ca saturā ziņā salīdzinājumā ar stiebrzālēm (Juknevičius, Sabiene, 2007).

Minerālelementu saturs zālaugos ir cieši saistīts ar minerālvielu nodrošinājumu augsnē. Līdz ar to augsnes pH, organiskās vielas saturam un citām tās īpašībām, kā arī mēslošanas un citiem augsnes auglību ietekmējošiem agrotehniskiem faktoriem ir nozīmīga ietekme uz minerālvielu saturu zālaugos (Corah, 1996; Kuusela, 2006).

Minerālmēslojums, kā arī atsevišķu minerālelementu saturs augsnē būtiski ietekmē minerālelementu saturu zāles lopbarībā. Lietuvas zinātnieku darbos atzīmēts, ka bagātīga fosfora un kālija mēslojumu lietošana ilgtermiņā izraisa šo elementu pārmērīgu uzkrāšanos augsnē, kas savukārt kalpo par iemeslu augstam P un K saturam ganību zālē (Gutauskas, Slepetiene, 2000). Palielinoties K un N mēslojuma normai, pieaug K saturs zālaugu sausnā. Ganību zālājam

konstatēta arī atšķirīga stiebrzāļu un tauriņziežu atsaucība uz K mēslojumu (Daugeliene, Butkuvienē, 2005).

Pētījuma mērķis bija novērtēt slāpekļa mēslojuma ietekmi uz minerālvielu saturu daudzkomponentu stiebrzāļu un tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņu sausnas ražā trešajā zelmeņa izmantošanas gadā, trijos augsnes tipos.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi tika ierīkoti trīs atšķirīgos augsnes tipos. LLU MPS „Vecauce” – velēnu podzolēta, smilšmāla, vidēji iekultivēta augsne, pH KCl 7.1, P 253 mg kg⁻¹, K 198 mg kg⁻¹, organisko vielu saturs 31 g kg⁻¹. LLU MPS „Pēterlauki” – velēnu karbonātu, vidēji smaga smilšmāla, labi iekultivēta, drenēta augsne, pH KCl 6.7, P 60 mg kg⁻¹, K 144 mg kg⁻¹, organisko vielu saturs 24–28 g kg⁻¹. LLU Zemkopības zinātniskais institūts Skrīveros – virsēji velēnglejota, puteklaina smilšmāla, vidēji iekultivēta, drenēta augsne, pH KCl 6.33, P 93 mg kg⁻¹, K 111 mg kg⁻¹, organisko vielu saturs 23 g kg⁻¹. Visās zinātniskajās institūcijās izmēģinājumi sēti 2014. gada jūnija sākumā pēc vienotas variantu shēmas 3 atkārtojumos ar uzskaites platību 10 m². Iesēti 12 sēklu maisījumi (autors A. Adamovičs) (1. tab.).

1. tabula Table 1

Zālaugu maisījuma numurs un sastāvs

Nr. 5 (Kamolzāle <i>Dactylis glomerata</i> ‘Priekuļu 30’ 60%, Sarkanā auzene <i>Festuca rubra</i> (F.r.) ‘Vaive’ 25%, Pļavas skarene <i>Poa pratensis</i> (P.p.) ‘Gatve’ 15%)	Nr. 6 (Timotiņš <i>Phleum pratensis</i> (Ph.p.) ‘Varis’ 15%, Pļavas auzene <i>Festuca pratensis</i> (F.p.) ‘Arita’ 20%, Pļavas auzene F.p. ‘Vaira’ 20%, Niedru auzene <i>Festuca arundinacea</i> (F.a.) ‘Fawn’ 25%, Pļavas skarene P.p. ‘Gatve’ 20%)	Nr. 12 (Baltais āboliņš <i>Trifolium repens</i> (T.r.) ‘Daile’ 10%, Baltais āboliņš T.r. ‘Nemunai’ 10%, Pļavas auzene F.p. ‘Patra’ 30%, Timotiņš Ph.p. ‘Jumis’ 20%, Ganību airene L.p. ‘Spīdola’ 20%, Pļavas skarene P.p. ‘Gatve’ 10%)
Nr. 13 (Baltais āboliņš T.r. ‘Daile’ 5%, Baltais āboliņš T.r. ‘Nemunai’ 15%, Pļavas auzene F.p. ‘Arita’ 20%, Pļavas auzene F.p. ‘Vaira’ 20%, Ganību airene L.p. ‘Spīdola’ 25%, Pļavas skarene P.p. ‘Gatve’ 15%)	Nr. 14 (Baltais āboliņš T.r. ‘Daile’ 5%, Baltais āboliņš T.r. ‘Nemunai’ 5%, Timotiņš Ph.p. ‘Teicis’ 20%, Ganību airene L.p. ‘Verseka’ 70%)	Nr. 15 (Baltais āboliņš T.r. ‘Daile’ 5%, Baltais āboliņš T.r. ‘Nemunai’ 5%, Bastarda āboliņš <i>Trifolium hybridum</i> ‘Namejs’ 20%, Auzeņairene × <i>Festulolium</i> (× F) ‘Vizule’ 40%, Hibrīda airene <i>Lolium</i> × <i>hybridum</i> (L. × h.) ‘Saikava’ 30%)
Nr. 16 (Baltais āboliņš T.r. ‘Daile’ 5%, Baltais āboliņš T.r. ‘Nemunai’ 5%, Sarkanais āboliņš <i>Trifolium pratense</i> (T.p.) ‘Ārija’ 20%, Auzeņairene × F ‘Vizule’ 40%, Hibrīda airene L. × h. ‘Saikava’ 30%)	Nr. 17 (Baltais āboliņš T.r. ‘Daile’ 5%, Baltais āboliņš T.r. ‘Nemunai’ 5%, Ragainie vanagnadziņi <i>Lotus corniculatus</i> (L.c.) ‘Skrzeszowicka’ 20%, Auzeņairene × F ‘Vizule’ 40%, Hibrīda airene L. × h. ‘Saikava’ 30%)	Nr. 18 (Ragainie vanagnadziņi L.c. ‘Skrzeszowicka’ 30%, Auzeņairene × F ‘Vizule’ 40%, Hibrīda airene L. × h. ‘Saikava’ 30%)
Nr. 26 (Sarkanais āboliņš T.p. ‘Jancis’ 13%, Baltais āboliņš T.r. ‘Nemunai’ 10%, Pļavas auzene F.p. ‘Arita’ 17%, Timotiņš Ph.p. ‘Jumis’ 20%, Ganību airene L.p. ‘Spīdola’ 20%, Sarkanā auzene F.r. ‘Vaive’ 13%, Pļavas skarene P.p. ‘Gatve’ 7%)	Nr. 27 (Baltais āboliņš T.r. ‘Nemunai’ 20%, Pļavas auzene F.p. ‘Vaira’ 13%, Ganību airene L.p. ‘Spīdola’ 30%, Hibrīda airene L. × h. ‘Saikava’ 24%, Timotiņš Ph.p. ‘Teicis’ 13%)	Nr. 29 (Sarkanais āboliņš T.p. ‘Raunis’ 9%, Baltais āboliņš T.r. ‘Daile’ 9%, Pļavas auzene F.p. ‘Vaira’ 19%, Timotiņš Ph.p. ‘Teicis’ 16%, Ganību airene L.p. ‘Spīdola’ 22%, Sarkanā auzene F.r. ‘Vaive’ 16%, Pļavas skarene P.p. ‘Gatve’ 9%)

Ganību zelmeņiem lietoti trīs mēslojumu varianti: pamatmēslojums (P78, K90) + N0, pamatmēslojums + N60 (30+30) un pamatmēslojums + N120 (60+60) kg ha⁻¹. Raža uzskaitīta no katra uzskaites lauciņa ar tiešo plaušanu visiem atkārtojumiem 4–5 plājumos veģetācijas sezonā. No katra varianta noņēma 1.0 kg lielu paraugu vidējā zelmeņa botāniskā sastāva, sausnas satura noteikšanai un ķīmisko analīžu veikšanai.

Trešā zelmeņa izmantošanas gada sausnas ražai LLU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas Agronomisko analīžu nodaļā noteikti šādi kvalitātes rādītāji: koppelni (ISO 5984:2002/Cor1:2005); kalcijs (LVS EN ISO 6969:2002); fosfors (ISO 6491:1998); kālijs (LVS EN ISO 6969: 2002). Paraugu sagatavošana veikta saskaņā ar LVS EN ISO 6498: 2012.

Iegūtie rezultāti statistiski apstrādāti, izmantojot „Microsoft Excel for Windows 2013” programmas paketi.

Rezultāti un diskusijas

Ganību zelmeņu trešajā izmantošanas gadā virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē Skrīveros konstatētas atšķirības minerālvielu satura ziņā starp dažādiem maisījumiem. Pētījuma rezultāti apstiprināja literatūrā pieejamos datus, kas norāda, ka tauriņziežiem ir raksturīgs augstāks Ca saturs. Jauktajiem stiebrzāļu-tauriņziežu maisījumiem sausnas ražā konstatēts augstāks Ca saturs salīdzinājumā ar stiebrzāļu zelmeņiem (5. un 6. maisījums).

Zemais Ca saturs maisījumam Nr. 18 ar vanagnadziņiem, iespējams, saistīts ar zemo tauriņziežu īpatsvaru zaļās masas ražā. Vanagnadziņi slikti auga virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē, un to īpatsvars zelmenī bija ļoti zems. Otram maisījumam ar vanagnadziņiem Nr. 17 zelmenī bija iekļauts baltais āboliņš, tādējādi nodrošinot šim maisījumam labāku tauriņziežu īpatsvaru zaļās masas ražā un augstāku Ca saturu. Augstāks fosfora saturs tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņiem konstatēts tikai N0 variantā. Maisījumiem ar vanagnadziņiem konstatēts arī zemākais P saturs starp tauriņziežus saturošiem zelmeņiem virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē. Augstāks kālija saturs sausnas ražā konstatēts maisījumam Nr. 5, kura sastāvā ietilpst kamolzāle (2. tab.).

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšanai no N0 uz N120 kg ha⁻¹ pozitīva ietekme uz minerālvielu saturu sausnas ražā virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē netika konstatēta.

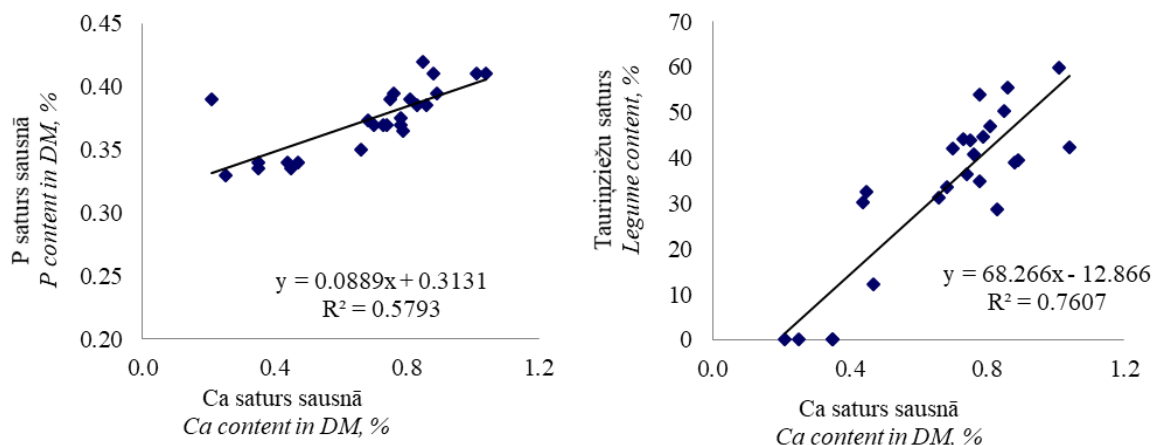
2. tabula Table 2

Minerālvielu saturs ganību zelmeņu sausnā virsēji velēnglejtā smilšmāla augsnē

Mineral elements content in a grazing sward on sod stagnogley soil

Maisījuma Mixture Nr.	Koppelnu saturs sausnā Ash content in DM, %		Ca saturs sausnā Ca content in DM, %		P saturs sausnā P content in DM, %		K saturs sausnā K content in DM, %	
	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120
5	8.62	7.68	0.25	0.21	0.33	0.39	3.04	2.84
6	7.76	7.36	0.35	0.35	0.34	0.34	2.75	2.50
12	7.71	8.40	0.78	0.85	0.37	0.42	2.50	2.70
13	8.29	8.22	0.75	0.88	0.39	0.41	2.65	2.55
14	7.93	7.79	0.86	0.76	0.39	0.40	2.48	2.45
15	7.91	8.54	0.81	1.04	0.39	0.41	2.63	2.76
16	7.74	7.54	0.78	0.66	0.38	0.35	2.33	2.57
17	7.75	8.07	0.73	0.89	0.37	0.40	2.53	2.64
18	7.24	6.90	0.45	0.47	0.34	0.34	2.56	2.60
26	7.72	7.43	0.79	0.74	0.37	0.37	2.62	2.41
27	8.36	7.79	1.01	0.83	0.41	0.39	2.55	2.54
29	7.45	6.44	0.70	0.44	0.37	0.34	2.37	2.09
Vidējais Average	7.87	7.68	0.69	0.68	0.37	0.38	2.58	2.55
Sx	0.11	0.18	0.06	0.07	0.01	0.01	0.05	0.06

Koppelnu saturam sausnā konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija ar kopproteīna saturu ($r = 0.53$) sausas ražas. Analizējot koppelnu satura korelatīvās sakarības ar citiem ganību zelmeņa minerālvielu satura rādītājiem, novērota būtiska pozitīva ($p < 0.01$) korelācija ar P ($r = 0.61$), K ($r = 0.65$) un ($p < 0.05$) Ca saturu sausnā ($r = 0.45$).



1. att. Korelatīvā sakarība starp P saturu sausnā, tauriņziežu saturu un Ca saturu sausnā.

Fig. 1. Relationship between P content in herbage dry matter (DM), proportion of legumes in the sward and the Ca content in herbage DM.

Kalcija saturam sausnā konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija ar tauriņziežu īpatsvaru ganību zelmeņos un P saturu sausnā (skat. 1. att.). Tā kā Ca saturam sausnā novērota būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija ar kokšķiedras frakciju ADF ($r = -0.66$), tad likumsakarīgi konstatēta Ca satura būtiska pozitīva korelācija ($r = 0.66$) ar rādītājiem, kas aprēķināti no ADF sausas sagremojamības un NEL. Kalcija saturs sausnā būtiski ($p < 0.01$) negatīvi korelē ar kokšķiedras saturu sausnā ($r = -0.78$) un kokšķiedras frakcijām NDF ($r = -0.86$) un ADF ($r = -0.66$).

3. tabula Table 3

Minerālvielu saturs ganību zelmeņu sausnā velēnu podzolētā smilšmāla augsnē
Mineral elements content in a grazing sward on sod-podzolic soil

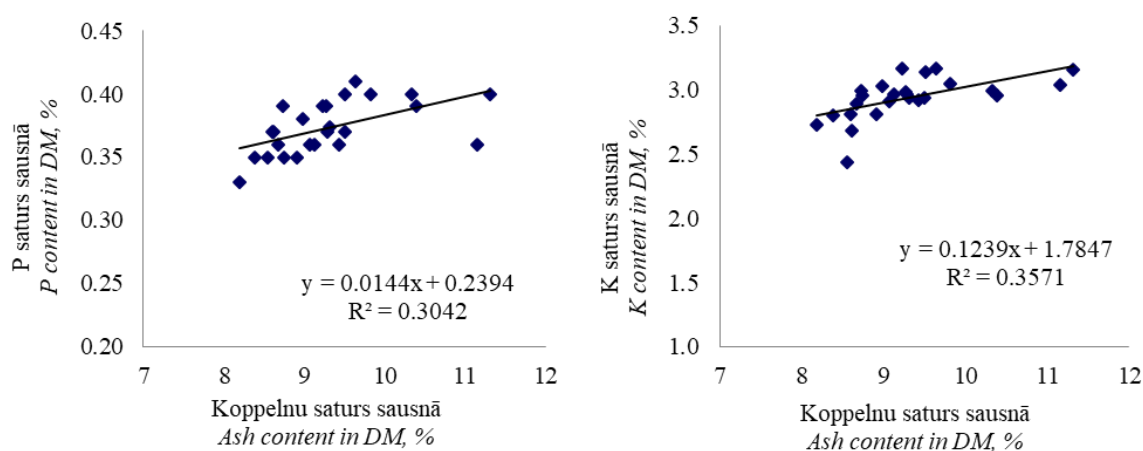
Maisījuma Mixture Nr.	Koppelnu saturs sausnā Ash content in DM, %		Ca saturs sausnā Ca content in DM, %		P saturs sausnā P content in DM, %		K saturs sausnā K content in DM, %	
	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120
5	8.61	11.15	0.39	0.39	0.37	0.36	2.68	3.04
6	8.55	8.91	0.57	0.49	0.35	0.35	2.44	2.81
12	8.74	9.23	0.72	0.74	0.35	0.39	2.96	3.17
13	9.50	11.31	0.81	0.82	0.37	0.40	2.94	3.16
14	9.13	9.64	0.84	0.82	0.36	0.41	2.97	3.17
15	9.43	10.33	0.78	0.91	0.36	0.40	2.92	2.99
16	9.28	10.39	0.98	1.17	0.37	0.39	2.97	2.96
17	9.07	9.82	0.79	0.91	0.36	0.40	2.91	3.05
18	8.19	8.98	0.65	0.71	0.33	0.38	2.73	3.03
26	8.60	9.27	0.77	0.78	0.37	0.39	2.81	2.98
27	8.67	9.51	0.73	0.75	0.36	0.40	2.89	3.14
29	8.38	8.73	0.71	0.74	0.35	0.39	2.80	2.99
Vidējais Average	8.85	9.77	0.73	0.77	0.36	0.39	2.84	3.04
S $\bar{x}$	0.12	0.25	0.04	0.06	0.00	0.01	0.05	0.03

Ganību zelmeņu trešajā izmantošanas gadā velēnu podzolētā smilšmāla augsnē „Vecaucē” tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņos kalcija un kālija saturs bija augstāks salīdzinājumā ar stiebrzāļu maisījumiem (2. tab.).

Vanagnadziņi slikti auga arī velēnu podzolētā smilšmāla augsnē, un to īpatsvars zelmenī bija ļoti zems. Arī šeit maisījumiem ar vanagnadziņiem konstatēts zemākais vidējais Ca un P saturs starp tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņiem.

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana no N0 uz N120 kg ha⁻¹ nodrošināja augstāku koppelnu saturu, kā arī K saturu sausnas ražā gan stiebrzāļu, gan tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņiem. Būtisks P satura palielinājums sausnas ražā N mēslojuma ietekmē konstatēts tikai tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņos. Slāpekļa mēslojuma pozitīva ietekme uz Ca saturu sausnā netika konstatēta.

Analizējot ganību zelmeņa koppelnu satura korelatīvās sakarības ar minerālvielu satura rādītājiem velēnu podzolētā smilšmāla augsnē, konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija starp P, K un koppelnu saturu sausnas ražā (skat 2. att.).

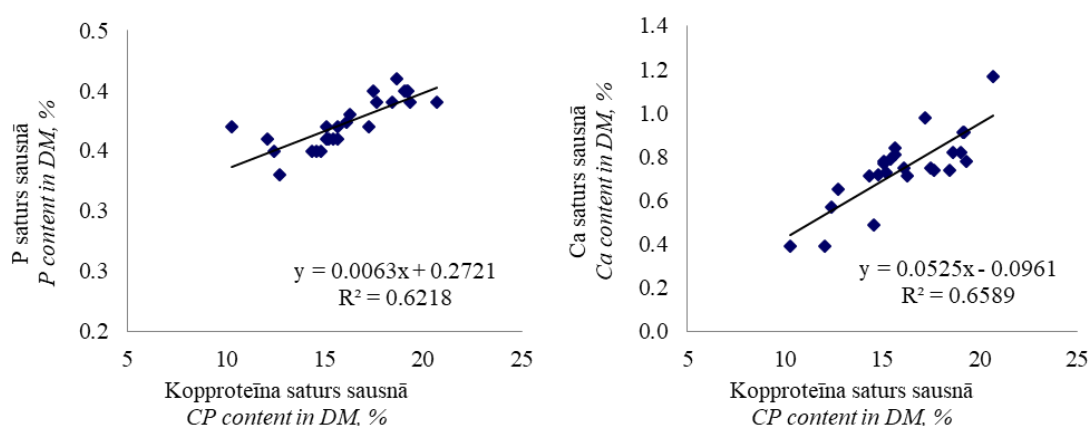


2. att. **Korelatīvā sakarība starp P saturu, K saturu un koppelnu saturu sausnā.**

Fig. 2. Relationship between P content, K content and the ash content in herbage DM.

Ca saturam sausnā konstatēta būtiska ($p < 0.05$) pozitīva korelācija ar P ($r = 0.47$) un K ($r = 0.41$) saturu sausnā, kā arī ar tauriņziežu īpatsvaru ganību zelmeņos ($r = 0.59$). Tā kā Ca saturam sausnā novērota būtiska ($p < 0.01$) negatīva korelācija ar kokšķiedras frakciju ADF ($r = -0.54$), tad likumsakarīgi konstatēta Ca satura būtiska pozitīva korelācija ar sausnas sagremojamību ($r = 0.54$) un NEL ($r = 0.54$). Kalcija saturs sausnā būtiski ($p < 0.01$) negatīvi korelēja ar kokšķiedras saturu sausnā ($r = -0.80$) un kokšķiedras frakcijām NDF ($r = -0.81$) un ADF ($r = -0.54$).

Minerālvielu P un K saturam sausnā konstatēta būtiska ($p < 0.01$) pozitīva korelācija ar ganību zelmeņu kopproteīna saturu sausnas ražā (skat. 3. att.).



3. att. Korelatīvā sakarība starp P saturu, Ca saturu un kopproteīna saturu saussnā.

Fig. 3. Relationship between P content, Ca content and the crude protein (CP) content in herbage DM.

Ganību zelmeņu trešajā izmantošanas gadā velēnu karbonātu augsnē „Pēterlaukos” augstais Ca saturs stiebrzāļu zelmeņos (5. un 6. maisījums) saistīts ar tauriņziežu invāziju no blakus esošajiem izmēģinājumu lauciņiem. Stiebrzāļu zelmeņiem konstatēts augstāks vidējais koppelnu un K saturs saussnā salīdzinājumā ar tauriņziežu-stiebrzāļu maisījumiem (4. tab.).

Vanagnadziņi labi auga velēnu karbonātu augsnē, un to īpatsvars zelmenī bija augsts. Maisījumi ar vanagnadziņiem uzrādīja augstāku vidējo koppelnu Ca un K saturu saussnā salīdzinājumā ar vidējiem minerālvielu satura rādītājiem baltā āboliņa-stiebrzāļu maisījumiem un dažādu tauriņziežu-stiebrzāļu maisījumiem.

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana no N0 uz N120 kg ha⁻¹ nodrošināja augstāku K saturu saussnā gan stiebrzāļu, gan tauriņziežu-stiebrzāļu zelmeņiem. Slāpekļa mēslojuma negatīva ietekme uz tauriņziežu īpatsvaru zelmenī bija par cēloni zemākam Ca saturam N120 mēslotajā variantā velēnu karbonātu augsnē.

4. tabula Table 4

Minerālvielu saturs ganību zelmeņu saussnā velēnu karbonātu augsnē
Mineral elements content in a grazing sward on sod - calcareous soil

Maisījuma Mixture Nr.	Koppelnu saturs sausnā Ash content in DM, %		Ca saturs saussnā Ca content in DM, %		P saturs saussnā P content in DM, %		K saturs saussnā K content in DM, %	
	N0	N120	N0	N120	N0	N120	N0	N120
5	9.85	9.27	1.08	0.70	0.40	0.39	2.93	2.95
6	10.66	9.82	1.05	0.69	0.39	0.39	2.95	3.03
12	9.59	8.68	1.15	0.75	0.40	0.38	2.67	2.88
13	9.58	9.34	1.13	0.93	0.41	0.41	2.63	2.94
14	8.66	8.77	1.02	0.93	0.38	0.38	2.53	2.66
15	9.45	9.32	1.02	0.90	0.38	0.41	2.70	2.91
16	9.49	9.33	1.16	0.86	0.40	0.40	2.64	2.94
17	9.59	9.62	1.16	1.08	0.41	0.40	2.64	2.80
18	9.64	8.82	1.04	0.90	0.39	0.40	2.90	2.92
26	8.50	9.14	0.90	0.95	0.36	0.41	2.45	2.87
27	8.67	9.13	0.88	0.88	0.39	0.40	2.62	2.93
29	9.15	8.82	0.95	0.74	0.37	0.39	2.57	2.90
Vidējais Average	9.40	9.17	1.04	0.86	0.39	0.39	2.68	2.89
S $\bar{x}$	0.17	0.10	0.03	0.03	0.00	0.00	0.05	0.03

Koppelnu saturam sausnā konstatēta būtiska ($p<0.05$) pozitīva korelācija ar Ca ($r=0.43$) un P ($r=0.43$) saturu sausnā.

Ca saturam sausnā konstatēta būtiska ($p<0.01$) pozitīva korelācija ar tauriņziežu īpatsvāru zelmeņos ($r=0.70$), sausnas sagremojamību ($r=0.58$) un NEL ($r=0.58$). Kalcija saturs sausnā būtiski ($p<0.01$) negatīvi korelē ar kokšķiedras saturu sausnā ($r=-0.53$) un kokšķiedras frakcijām NDF ($r=-0.65$) un ADF ($r=-0.58$). Minerālvielu Ca ($p<0.05$) un P ($p<0.01$) saturam sausnā konstatēta būtiska pozitīva korelācija ar ganību zelmeņu kopproteīna saturu sausnas ražā (attiecīgi $r=0.47$ un $r=0.55$).

Secinājumi

Minerālvielu saturu ganību zelmenī trešajā izmantošanas gadā ietekmē zālaugu maisījums un augsnes tips. Jauktajiem stiebrzāļu-auriņziežu maisījumiem sausnas ražā konstatēts augstāks Ca saturs salīdzinājumā ar stiebrzāļu zelmeņiem. Virsēji velēnglejotā smilšmāla augsnē un velēnu karbonātu augsnē augstāks vidējais K saturs sausnā novērots stiebrzāļu zelmeņiem, bet velēnu podzolētā smilšmāla augsnē – auriņziežus saturošiem zelmeņiem.

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšanai no N0 uz N120 kg ha⁻¹ pozitīva ietekme uz minerālvielu saturu sausnā virsēji velēnglejotā smilšmāla augsnē netika konstatēta. Velēnu podzolētā smilšmāla augsnē slāpekļa mēslojuma normas palielināšana nodrošināja augstāku koppelnu un K saturu sausnas ražā, bet velēnu karbonātu augsnē – augstāku K saturu sausnas ražā.

Visos augsnes tipos Ca saturam ganību zelmeņu sausnas ražā konstatēta būtiska ($p<0.01$) negatīva korelācija ar kopējo kokšķiedras, NDF un ADF saturu. Kalcija saturs būtiski ($p<0.01$) pozitīvi korelē ar auriņziežu saturu zaļajā masā, NEL un sausnas sagremojamību. Fosfora saturs būtiski ($p<0.01$) pozitīvi korelē ar kopproteīna un ($p<0.05$) koppelnu saturu sausnā.

Izmantotā literatūra

1. Corah L. (1996). Trace mineral requirements of grazing cattle. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 59(1–3), p. 61–70.
2. Daugeliene N., Butkuvienė E. (2005) The influence of fertilizing on the variation of potassium concentrations in grass pastures. *In: Grassland Science in Europe*, Vol. 10, Tartu, Estonia, p. 597–600.
3. Gutasakas J., Slepetiene A. (2000). Long term effects of potassium and phosphorus surplus in pasture ecosystem. Potassium and phosphorus: Fertilization effect on soil and crops. *In: Proceedings of the Regional IPI Workshop*, Lithuania, p. 218–222.
4. Juknevičius S., Sabienė N. (2007). The content of mineral elements in some grasses and legumes. *Ekologija*. Vol. 53, No. 1. p. 44–52.
5. Kuusela E. (2006). Annual and seasonal changes in mineral contents (Ca, Mg, P, K and Na) of grazed clover-grass mixtures in organic farming. *Agricultural and Food Science*. Vol. 15, p. 23–34.
6. Leaver J.D. (1985). Milk production from grazed temperate grassland. *Journal of Dairy Research*. Vol. 52, p. 313–344.
7. Pirhofer-Walzl K., Soegaard K., Høgh-Jensen H., Eriksen J., Sanderson M.A., Rasmussen J., Rasmussen J. (2011). Forage herbs improve mineral composition of grassland herbage. *Grass and Forage Science*. Vol. 66, p. 415–423.
8. Raeside M., Nie Z., Behrendt R. (2012). Improving mineral availability for grazing livestock in Australian pasture systems by using plantain and lucerne. *In: Proceedings of 16th Australian Agronomy Conference* 14–18 October, 2012. Ed. by Yunusa I. Armidale, NSW.
9. Soegaard K., Sehested J., Jensen S.K. (2010). Vitamin and mineral content and feeding value of different legumes and grass species grown in seven legume-grass mixtures. *In: The potential of forage legumes to sustain a high agricultural productivity - a Nordic perspective*. Ed. by Rasmussen J., Schacht M., Helgadottir A., p. 141–144.

DAUDZGADĪGO STIEBRZĀĻU SUGU UN ŠĶIRŅU SAUSUMIZTURĪBAS VĒRTĒJUMS THE ASSESMENT OF DROUGHT RESISTANCE OF SPECIES AND CULTIVARS OF PERENNIAL GRASSES

Pēteris Bērziņš, Sarmīte Rancāne, Vija Stesele, Aldis Jansons, Ivo Vēzis

LLU Zemkopības zinātniskais institūts

sarmite.rancane@inbox.lv

Abstract. Latvia is increasingly affected by the climate change and it is important for grass breeders to follow these processes. 2018 was the driest year in the history of Latvian weather observations. In 2018 in general, the precipitation was by 30% lower, but in summer months it was even 2-3 times lower than the long-term average. It means that during the entire vegetation period there was an increased drought, which was combined with elevated air temperatures. While the previous 2017 was very rich in precipitation (in summer months it exceeded by more than 40%). The challenge of grass breeders is to develop varieties more resistant to these changes. This article summarizes data on dry matter yields (DMY), regrowth, winterhardiness, drought resistance and grass coverage in three ley years (2015-2017) of three field experiments in light to medium loamy sand soils for species: *Lolium perenne* L., *Dactylis glomerata* L., *Festulolium*, *Phleum pratense* L., *Festuca pratensis* Huuds, *Festuca arundinacea* Schreb. After the 1st cut in late May - early June some of species and varieties showed no signs of re-growth for a very long time. Regrowth was strongly affected by the species, variety and the ley year. Higher DMY was demonstrated by the swards of the 1st ley year. If in the rainy year of 2017 an average DMY was 7-8 t ha⁻¹, then in the dry year of 2018 it was only 2-5 t ha⁻¹ or 30% - 60%. The assessment of the total DMY and regrowth capacity ranked the grass species in our experimet in the following descending drought-resistance sequence: *F.arundinacea*; >*F.rubra*; > *D.glomerata*; > *Ph.pratense*; > *F.pratensis*; > *xFestulolium*; > *L.perenne*. There were differences between varieties within each species.

Key words: perennial ryegrasses, species, variety, drought resistance, dry matter yield.

Ievads

LLU Zemkopības institūtā Skrīveros veic daudzgadīgo zālaugu selekciju, tādējādi veidojas plašs izmēģinājumu lauciņu klāsts. Šajos izmēģinājumos – šķirņu un perspektīvo numuru salīdzinājumos – veic daudzpusīgus novērojumus visā veģetācijas periodā. Būtiskas klimata izmaiņas arvien biežāk skar arī Latviju, un daudzgadīgo zālaugu selekcionāriem ir svarīgi sekot līdzi šiem procesiem.

Daudzgadīgo stiebrzāļu hibrīdus var iedalīt divās lielās grupās: auzeņveidīgie un aireņveidīgie hibrīdi. Abu grupu augiem piemīt augsta jutība pret izslīkšanu un inficēšanos ar rūsām un lapu plankumainību. Aireņveidīgajiem hibrīdiem ir nepietiekama ziemcietība, stipra inficēšanās ar sniega pelējumu, augsta jutība pret kailsalu, temperatūras svārstībām pavasarī, kā arī ilgstošiem sausuma periodiem vasarā (Kassioui *et al.*, 2002.).

Skrīveros pēdējos gados tiek veikts aktīvs darbs starpsugu hibrīdu veidošanā. Hibrizācijas rezultāti liecina, ka ir izveidoti labi ziemojošas un sausumizturīgas formas. Ar šīm formām darbs tiek turpināts.

Selekcijas darbs pie pļavas timotiņa (*Phleum pratense* L.) šķirņu veidošanas nenotiek, bet, tā kā ir izveidojusies kolekcija ar Latvijas, Lietuvas un Igaunijas jaunākajām un populārākajām komercšķirnēm, tad pēc ilgāka laika posma ir ierīkots šķirņu salīdzinājums arī šai lopbarības sagatavošanā tik svarīgajai sugai. **Pētījuma mērķis** – noskaidrot sausumizturīgākās daudzgadīgo stiebrzāļu sugas un šķirnes LLU Zemkopības zinātniskā institūta šķirņu salīdzinājumos.

Materiāli un metodes

Aukstā 2014. gada ziema ar ilgstošu kailsalu daudzām ziemojošām kultūrām bija postoša, taču saskaņā ar selekcionāru viedokli tā veica dabisko atlasī starp šķirnēm un jo sevišķi – selekcijas numuriem. Darbs ar tiem perspektīvajiem selekcijas numuriem, kuri slikti ziemoja, tika pārtraukts. 2017. gada nokrišņiem bagātā vasara veicināja augstas daudzgadīgo zālaugu zaļās masas ražas un ataugšanu, bet radīja problēmas lopbarības sagatavošanā un kvalitatīva sēklu materiāla iegūšanā.

2018. gads bija sausākais gads Latvijas klimatisko laika apstākļu novērojumu vēsturē. Visa gada laikā kopumā nolija par 30% mazāk nokrišņu nekā ierasts, bet Skrīveros aktīvās veģetācijas mēnešos nokrišņu daudzums bija divas līdz trīs reizes mazāks par ilggadīgo vidējo normu. Sausuma ietekmi uz augiem pastiprināja paaugstināta temperatūra. Laika posmā no aprīļa līdz septembrim mēneša vidējā gaisa temperatūra bija 2–3 °C augstāka par normu. Šajā rakstā apkopoti dati par sausnas ražām, ataugšanu, sausumizturību un slimību izturību pirmā, otrā un trešā izmantošanas gada sējumā šādām zālaugu sugām: ganību airene (*Lolium perenne* L.), kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.), auzeņairene (x *Festulolium*), pļavas timotiņš (*Phleum pratense* L.), pļavas auzene (*Festuca pratensis* Huds.), niedru auzene (*Festuca arundinacea* Schreb.).

Šķirņu salīdzinājumi ierīkoti 2015., 2016. un 2017. gadā. Izmēģinājumi izvietoti vieglās (2015., 2017. gadā) līdz vidējās mālsmits (2016. gadā) augsnes. Tās nav piemērotākās augsnes ganību airenei un auzeņairenei, tomēr šādas augsnes Latvijā ir pietiekami izplatītas (Nikodēmus, 2018). Augsnes agroķīmiskie rādītāji: pH KCl 5.1–5.7, organiskās vielas saturs 18–25 g kg⁻¹, augiem izmantojamais kālijs K₂O 59–94 mg kg⁻¹, fosfors P₂O₅ 60–104 mg kg⁻¹.

Sugu un variantu skaits izmēģinājumos ir atšķirīgs, tomēr, izmantojot papildu datus no kolekcijām, varam iegūt zināmus secinājumus.

Pamatmēslojumam augsnē iestrādāti 300 kg amofoskas (5 N: 10 P₂O₅: 25 K₂O), un pēc katra pļāvuma lietots amonija salpetris (34.4 N) N 60 kg ha⁻¹. Sējas gadā un turpmāk pēc vajadzības nezāļu ierobežošanai lietots herbicīds MCPA (750) 1.5 L ha⁻¹.

Izmēģinājums iekārtots 2015. gadā un 2017. gadā 4 atkārtojumos, 2016. gadā 2 atkārtojumos. Ik pēc 5 variantiem izvietota standartšķirne. Uzskaites lauciņa lielums – 10 m². Sausnas uzskaitē izmantots zaļās masas novākšanas kombains „HEGE212”. Katram variantam pļaušanas laikā tika noņemts paraugs sausnas satura noteikšanai. Veģetācijas perioda sākumā tika vērtēta ziemcietība 9 ballu sistēmā no 1 līdz 9, kur 1 – slikti pārziemojis, 9 – ļoti labi pārziemojis. Sausuma izturība tika novērtēta, ņemot vērā tādu parametru kopumu kā lapu krāsas intensitāte, atāla ataugšana pēc pļaušanas un augums. Vērtēšana katram parametram notika patstāvīgi 9 ballu sistēmā, kur 1 – zemākais vērtējums, 9 – augstākais. Aprēķini veikti visām izmēģinājumos iekļautajām šķirnēm, bet tabulā atainotas tikai dažas no tām.

Iegūtajiem rezultātiem veikta datu matemātiskā apstrāde, izmantojot dispersijas analīzes („Excel 2003”). Pamatojoties uz faktu, ka LLU Zemkopības institūtā galvenā uzmanība stiebrzāļu selekcijas darbā šobrīd tiek veltīta starpsugu hibrīdu un kamolzāles selekcijai, šīm sugām ir sējumi un dati par visiem trim izmantošanas gadiem. Atsevišķām sugām šajā rakstā būs apskatāmi tikai pirmā vai otrā izmantošanas gada rezultāti.

Rezultāti un diskusijas

2018. gada sausie klimatiskie apstākļi ļāva novērtēt stiebrzāļu sugu un šķirņu izturību pret pastiprināto sausumu. No atsevišķu sugu šķirnēm tabulās iekļauti dati tikai par standartšķirnēm, Latvijā selekcionētām un plašāk izmantojamām šķirnēm, kā arī perspektīviem selekcijas numuriem. Kā kritēriji izmantoti ražu atšķirības mitrajā 2017. gadā, sausajā 2018. gadā un atālu īpatsvars kopražā, kā arī zelmeņu ataugšanas spēja. 2018. gada vasarā un rudenī daļai no izmēģinājumu laucieniem pēc pirmās pļaušanas vispār nebija novērojamas zaļās zāles ataugšanas pazīmes.

Stiebrzāļu ziemošanas apstākļi 2017./2018. gada ziemā bija labvēlīgi. Ganību airenes un auzeņairenes attīstība 2018. gada pavasarī – 2015. gada sējuma trešajā izmantošanas gadā – bija vāja. Parasti visas šīs stiebrzāles pirmajā izmantošanas gadā ziemo ļoti labi, otrajā un turpmākajos gados to pārziemošanu stipri ietekmē laika apstākļi un zelmeņa vecums (Berzins *et al.*, 2018). Dažkārt zelmeņa izretošanās sākas jau otrā izmantošanas gada pavasarī, visbiežāk trešā izmantošanas gada pavasarī, taču, ja ziemošanai bijuši labvēlīgi apstākļi, ievērojama zelmeņu izretināšanās var notikt arī vēlākos gados (Bothe *et al.*, 2018). Vizuāli vērtējot sausumizturību 9 ballu skalā (1 – ļoti vāja sausumizturība, 9 – ļoti laba sausumizturība) 2018. gada 11. oktobrī, lielākās atšķirības bija novērojamas starpsugu hibrīdiem 2016. gada sētajā izmēģinājumā (1. tab.).

1. tabula Table 1

Auženairenes un ganību airesnes sausas ražas un vērtējumi
Dry matter yields and assessments of Festulolium and Lolium perenne in 2018

Šķirne / perspektīvais numurs / Variety	Sausna/ Dry matter yield			Atāli/ Aftergrass			Ziemošana, ballēs / Winterhardness	Sugas īpatsvars, ballēs / Grass coverage	Sausuma izturība, ballēs / Drought resistance
	t ha ⁻¹ / t ha ⁻¹	2018. g. % no 2017. g. / 2018 % from 2017	% no kopražas / % from total yield	2018. g. % no 2017. g. / 2018 % from 2017					
	2017. g.	2018. g.		2017. g.	2018. g.				
1	2	3	4	5	6	7	8		
Auženaīrenes, 2015. gada sēja									
Saikava (LV)	7.22	1.60	22.16	42.52	—	×	3.25	5.83	4.96
Vizule (LV)	6.59	1.52	23.07	39.15	—	×	4.00	5.75	4.50
Vetra (LT)	7.18	1.41	19.64	44.01	—	×	1.75	5.50	2.50
Lofa (CZ)	6.63	1.25	18.85	47.06	—	×	1.67	4.00	2.33
Felopa (DK)	7.50	1.49	19.87	42.67	—	×	2.50	4.50	2.25
PSP 46,61,63(LV)	7.30	1.68	23.01	37.53	—	×	3.75	6.50	5.25
Vidēji no 16 šķirnēm*	6.83	1.38	20.05	43.92	—	×	3.19	5.55	4.40
Max/min	7.5/5.9	1.7/0.7	23.4/12.2	58.5/37.5	—	×	4.5/1.0	6.5/4.0	7.0/2.3
Rs1/4atk.1/2var.	0.52	0.23	44.2	26.92	—	×	0.8	1.67	1.35
Auženaīrenes, 2016. gada sēja									
Saikava (LV)	8,03	4.24	52.80	60.52	20.75	34.29	6.43	—	6.93
Vizule (LV)	7.71	4.62	59.92	60.70	21.43	35.30	7.00	—	6.50
Vetra (LT)	11.11	3.97	35.73	64.95	24.43	37.62	6.00	—	3.00
Puga (LT)	8.38	4.05	48.33	67.42	22.47	33.33	6.00	—	5.50
PSP 67 (LV)	8.70	4.88	56.09	66.09	19.67	29.76	8.00	—	7.00
Vid.17	8.79	4.63	56.01	63.22	18.07	28.58	7.28	—	5.80
Max/min	11.1/7.2	5.4/4.0	68.3/35.7	68.6/58.8	24.4/13.1	37.6/20.9	8.5/6.0	—	7.5/3.0
Rs1/4atk.1/2var.	0.54	0.36	66.7	40.7	5.5	66.7	0.62	—	1.4
Auženaīrenes, 2017. gada sēja									
Saikava (LV)	—	7.17	×	—	27.06	×	—	—	5.85
Vizule (LV)	—	8.17	×	—	25.09	×	—	—	6.33
Vetra (LT)	—	8.19	×	—	26.86	×	—	—	4.33
Punia (LT)	—	7.59	×	—	23.85	×	—	—	4.33
Puga (LT)	—	8.07	×	—	28.38	×	—	—	5.00
PSPJ17 (LV)	—	8.76	×	—	15.41	×	—	—	5.33
Vizule 16XX (LV)	—	7.04	×	—	24.57	×	—	—	7.00
PSP14 15/16 (LV)	—	6.22	×	—	24.92	×	—	—	6.00
Vid.24	—	7.61	×	—	21.81	×	—	—	5.72
Max/min	—	11.9/5.1	×	—	28.4/14.2	×	—	—	8.0/3.0
Rs1/4atk.1/2var.	—	0.36	×	—	—	×	—	—	2.27
Ganību airene, 2015. gada sēja									
Spīdola (LV)	6.80	1.34	19.71	49.12	—	×	2.80	4.10	3.45
Gunta (LV)	5.73	1.05	18.32	47.12	—	×	2.75	3.25	2.75
Prana (LT)	6.66	1.37	20.57	45.20	—	×	3.00	4.00	4.00
SL13 (LV)	6.80	1.39	20.44	48.24	—	×	2.80	5.00	4.60
Vid.10	6.21	1.26	20.22	52.52	—	×	2.44	3.91	3.38
Max/min	7.5/4.9	1.7/1.0	22.6/18.3	77.6/45.2	—	×	3.0/1.5	5.0/2.0	5.0/2.0
Rs1/4atk.1/2var.	0.58	0.18	×	41.4	—	×	0.83	1.48	1.35
Ganību airene, 2016. gada sēja									
Spīdola (LV)	7.67	5.08	66.23	62.45	16.73	26.79	7.21	—	7.36
Gunta (LV)	7.71	3.89	50.45	61.35	17.22	28.07	7.00	—	7.50
Raminta (EE)	7.68	4.39	57.16	64.06	22.10	34.49	8.00	—	8.00
Elena (LT)	10.32	5.05	48.93	52.04	17.23	33.11	8.00	—	3.00
SL13 (LV)	9.21	5.15	55.92	62.87	18.83	29.96	7.50	—	7.25
Vid.11	8.74	4.41	53.91	61.33	18.05	×	7.38	—	7.01
Max/min	10.3/6.2	5.4/2.6	67.0/37.4	66.8/52.0	22.1/15.4	×	9.0/6.0	—	8.3/3.0
Rs1/4atk.1/2var.	0.60	0.58	×	18.33	1.72	×	1.16	—	1.01

1. tabulas nobeigums								
1	2	3	4	5	6	7	8	
Ganību airene, 2017. gada sēja								
Spīdola (LV)	—	4.98	×	—	14.06	×	—	6.20
Gunta (LV)	—	4.54	×	—	11.23	×	—	7.00
Raite (EE)	—	5.33	×	—	15.57	×	—	6.67
Raminta (EE)	—	5.64	×	—	12.77	×	—	6.33
Elena (LT)	—	7.55	×	—	23.18	×	—	4.67
13 sleja (LV)	—	7.36	×	—	16.85	×	—	6.67
Vid.12	—	5.63	×	—	12.62	×	—	6.60
Max/min		7.6/ 3.4	×	—	23.2/ 6.1	×	—	7.5/4.7
Rs1/4atk.1/2var.	—	0.76						1.75

Plāvas auzenei ievērojama zelmeņa izretošanās Skrīveros parasti sākas 4. vai 5. izmantošanas gadā, bet dažkārt arī jau 3. izmantošanas gadā. Nelielā daudzumā šīs stiebrzāles zelmenī var saglabāties daudzus gadus.

Tādi daudzgadīgie zālaugi kā timotiņš, kamolzāle un niedru auzene nemainīgā daudzumā zelmenī var saglabāties daudzus gadus (Berzins *et al.*, 2015). Daudzgadīgā izmēģinājumā Skrīveru stacionārā Līčos kamolzāles īpatsvars, saņemot līdzsvarotu mēslojumu, saglabājās augsts vairāk nekā 30 gadu vecā zelmenī, bet, trūkstot kālijam, tas izretojās jau pēc 4–5 gadiem. Trūkstot fosforam, kamolzāle zelmenī sāk izretoties pēc 12–15 gadiem (Berzins *et al.*, 2011).

Vismazākais sausas ražu kritums 2018. gadā tika novērots niedru auzenei un kamolzālei – ap 60% no iepriekšējās gada ražas, savukārt plāvas auzenei – ap 50%. Auzuņairenei un ganību airenei atkarībā no izmantošanas gada šie rādītāji veido ap 50% otrajā un tikai ap 20% trešajā izmantošanas gadā no iepriekšējā gada ražas. Atkarībā no šķirnes un perspektīvo numuru īpatnībām šī starpība variēja 10–20% robežās.

Ja atālu īpatsvars kopražā parasti bija 40–60%, tad kamolzālei 2018. gadā tas saruka līdz 35%, atsevišķām šķirnēm sasniedzot pat līdz 73%, bet ganību airenei un auzuņairenei 3. izmantošanas gadā tas nemainījās (2. tab.).

2. tabula Table 2

Dažādu stiebrzāļu sugu un šķirņu sausas ražas un vērtējumi
Dry matter yield and assessment of various species and varieties of perennial grasses

Šķirne / perspektīvais numurs/ Variety	Sausna / Dry matter yield			Atāli / Aftergrass			Ziemošana, ballēs / Winterhardiness	Sugas īpatsvars, ballēs / Grass coverage	Sausuma izturība, ballēs / Drought resistance
	t ha ⁻¹ / t ha ⁻¹		2018. g. % no 2017.g. / 2018 % from 2017	% no kopražas / % from total yield		2018.g. atāli % no 2017.g. / 2018 % aftergrass from 2017			
				2017. gads	2018. gads				
1	2		3	4		5	6	7	8
Niedru auzene, 2015. gada sēja									
Fawn (US)	7.67	4.90	63.89	52.02	29.39	56.49	8.00	—	5.75
Starlet (DK)	6.20	4.27	68.87	53.71	22.72	42.30	8.00	—	3.00
Šaurlapu (LV)	8.36	5.48	65.55	60.04	33.57	55.91	8.00	—	5.50
Vidēji no 6 šķirnēm	7.53	4.42	59.02	57.63	33.10	57.27	8.00	—	4.38
Max/min	8.4/ 6.2	5.5/ 3.6	68.9/ 44.1	66.0/ 52.0	43.1/22.7	72.3/ 42.3	8.0/8.0	—	6/1.35
Rs1/4atk.1/2var.	0.57	0.98	×	29.8	8.16	89.1	0.00	—	1.35
Kamolzāle, 2015. gada sēja									
Priekuļu 30 (LV)	7.91	4.95	62.58	54.24	29.29	54.01	6.90	—	7.35
Amba (DK)	7.52	4.82	64.10	58.64	35.68	60.85	6.00	—	8.50
Kz Šaurlapu (LV)	8.49	4.79	56.42	59.84	35.28	58.97	6.25	—	7.50
Kz Con. (LV)	9.00	5.70	63.33	55.22	32.81	59.41	6.50	—	7.00

2. tabulas nobeigums									
Kz Priekš30.x Šaurlapu (LV)	9.01	5.12	56.83	55.60	34.18	61.47	7.00	–	7.00
Vid.19	7.95	4.90	61.71	57.78	34.14	59.05	6.17	–	6.54
Max/min	9.4/ 6.7	6.0/ 3.8	73.3/ 52.7	69.4/ 48.1	42.5/27.0	73.1/ 46.8	7.0/4.5	–	9.0/5.0
Rs1/4atk.1/2var.	0.60	0.58	×	28.3	8.62	71.6	0.53	–	3.7
Kamolzāle, 2017. gada sēja									
Priekuļu 30 (LV)	–	1.73	×	×	100.00	×	9.00	–	9.00
Anksta (LT)	–	2.03	×	×	100.00	×	9.00	–	9.00
Kz šaurlapu (LV)	–	2.04	×	×	100.00	×	9.00	–	9.00
KzMJ (LV)	–	2.09	×	×	100.00	×	9.00	–	9.00
Vid.17	–	1.80	×	×	100.00	×	8.89	–	9.00
Max/min	–	2.1/ 1.4	×	×	100.0/100.1	×	9.0/7.7	–	9.0/9.0
Rs1/4atk.1/2var.	–	0.36	×	×	×	×	0.3	–	0
Pļavas timotiņš, 2017. gada sēja									
Teicis (LV)	–	3.89	×	×	15.17	×	9.00	–	7.35
Varis (LV)	–	4.35	×	×	18.39	×	9.00	–	7.25
Jumis (LV)	–	4.83	×	×	13.25	×	9.00	–	8.00
Gintaras (LT)	–	4.73	×	×	17.55	×	9.00	–	7.67
Jaunai (LT)	–	4.86	×	×	14.61	×	9.00	–	6.33
Tia (EE)	–	4.78	×	×	16.95	×	9.00	–	6.67
Jogeva 54 (EE)	–	4.18	×	×	16.03	×	9.00	–	7.67
Vid.10	–	4.45	×	×	17.28	×	9.00	–	7.03
max/min	–	4.9/ 3.8	×	×	22.0/13.4	×	9.0/9.0	–	8.0/5.7
Rs1/4atk.1/2var.	–	0.68	×	×	53.2	×	×	–	2.28
Pļavas auzene, 2015. gada sēja									
Silva (LV)	8.09	3.84	47.47	44.62	11.20	25.09	7.00	–	4.70
Vaira (LV)	7.87	3.58	45.49	45.36	11.17	24.63	7.00	–	4.25
Patra (LV)	7.09	3.52	49.65	40.34	7.67	19.02	6.75	–	3.00
Arita (LV)	7.15	3.61	50.49	40.56	7.20	17.76	6.67	–	2.67
Kaita (LT)	7.62	3.59	47.11	45.28	13.65	30.15	6.33	–	5.00
Raskila (LT)	6.85	3.90	56.93	34.01	5.90	17.34	5.33	–	2.33
Vid.8	7.51	3.78	50.51	43.46	9.83	22.37	5.98	–	3.99
Max/min	8.1/ 6.9	4.2/ 3.5	56.9/ 45.5	49.9/ 34.0	13.6/5.9	30.1/ 17.3	7.0/2.0	–	7.0/2.3
Rs1/4atk.1/2var.	0.63	0.67	×	9.5	×	×	0.46	–	1.25
Pļavas auzene, 2017. gada sēja									
Silva (LV)	–	5.66	×	×	30.92	×	9.00	6.50	5.00
Vaira (LV)	–	5.90	×	×	37.46	×	9.00	7.00	5.33
Patra (LV)	–	6.19	×	×	38.77	×	9.00	6.00	6.33
Arita (LV)	–	6.41	×	×	35.57	×	9.00	7.00	5.00
Kaita (LT)	–	7.69	×	×	35.76	×	9.00	8.00	5.67
Raskila (LT)	–	7.20	×	×	33.33	×	9.00	7.33	7.33
Jogeva (EE)	–	5.93	×	×	34.06	×	9.00	6.67	5.67
Vid.9	–	6.44	×	×	35.58	×	9.00	6.94	6.83
Max/min	–	7.7/ 5.7	×	×	38.8/30.9	×	9.0/9.0	8.0/6.0	7.3/6.3
Rs1/4atk.1/2var.	–	0.5	×	×	×	×	×	1.02	0.6

Pēc ļoti labiem ziemošanas apstākļiem zelmeņu ataugšana pavasarī, sevišķi ganību airenei un auzeņairenei, bija atkarīga no izmantošanas gada. Jaunie sējumi atauga ļoti labi, bet vecākajos sējumos zelmeņi krietni izretojās. Tas jūtami ietekmēja arī atālu ataugšanu vasarā un rudenī. Rudenī vislabāk jutās niedru auzenes un kamolzāles sējumi, kuru sausumizturība rudenī novērtēta ar 7–9 ballēm. Ganību airenes un auzeņairenes izmēģinājumi neatkarīgi no izmantošanas gada spēcīgi izretojās, un atālu ataugšana bija vāja. Pēc šī gada iegūtajiem rezultātiem mūsu izmēģinājumos stiebrzāļu izturību pret sausumu varētu sakārtot šādā secībā: niedru auzene (*Festuca arundinacea* Schreb.), kamolzāle (*Dactylis glomerata* L.), timotiņš (*Phleum pratense* L.), pļavas auzene (*Festuca pratensis* Huds.), auzeņairene (x *Festulolium*), ganību airene (*Lolium perenne* L.).

2015. gadā niedru auzenes sējumā sausnas ražas mūsu selekcijas numuram 'Šaurlapu' niedru auzene nodrošināja lielāku sausnas ražu, bet saskaņā ar sausumizturību raksturojošiem rādītājiem salīdzinājumā ar standartšķirni 'Fawn' šis apjoms daudz neatšķīrās.

Kamolzāles 2015. gada sējumā par standartu 'Priekuļu 30' izmantotā šķirne kā ražības ziņā, tā arī pēc sausumizturību raksturojošajiem rādītājiem bija tuvu Eiropā plaši audzētajai šķirnei 'Amba'. Ar nedaudz augstāku ražību un labu sausumizturību izcelās izlases no 'Priekuļu 30' krustojums ar šaurlapu kamolzāles formām.

Timotiņam bija tikai viens 2017. gada sējums, 1. izmantošanas gads, kur gan lielas atšķirības starp Latvijā un kaimiņvalstīs izveidotajām šķirnēm nevarēja konstatēt.

No pļavas auzenēm 2015. gada sējumā jūtami mazāku sausumizturību demonstrēja izmēģinājumā iekļautās abas tetraploīdās auzeņu šķirnes – mūsu izveidotā 'Patra' un Lietuvas šķirne 'Raskila'. Ar augstāku sausumizturību izcelās Lietuvas šķirne 'Kaita'. Šī šķirne arī jaunajā 2017. gadā ierīkotajā izmēģinājumā uzrādīja labus rezultātus.

No auzeņairenēm ar augstu ražību labos augšanas apstākļos izceļas šķirnes, kurām piemīt izteiktas daudzziēdu airesnes īpašības – 'Vetra', 'Punia', 'Lofa', 'Felopa' u.c., tomēr tās ir ļoti jutīgas pret sausumu un tādējādi ražības ziņā nestabilas. Mūsu izveidotās šķirnes 'Vizule' un 'Saikava' (reģistrēta kā hibrīdā airene) gan nedod tik augstas ražas, taču tās mazāk ietekmē nelabvēlīgi audzēšanas apstākļi, un to ražas ir stabilākas.

Perspektīvas varētu būt uz pļavas auzenes 'Patra' citoplazmas bāzes izveidotās formas (nosaukumos ietverti burti PSP), kas, nodrošinot samērā augstu ražību, vienlaikus ir izturīgas pret sausumu.

Ganību airenei līdzīgi kā auzeņairenei mūsu šķirnes 'Spīdola' un 'Gunta' ražu ziņā un sausumizturībā ir stabilākas par kaimiņvalstīs izveidotajām šķirnēm, lai gan 'Guntas' rādītāji dažkārt ir zemāki salīdzinājumā ar šīs šķirnes izveidoto tetraploīdo formu 'Spīdola'.

Secinājumi

Analizējot ilggadīgus šķirņu salīdzinājumu datus, iespējams secināt, ka sausums vismazāk ietekmēja niedru auzenes un kamolzāles sausnas ražas, kas saistāms ar sugas sausumizturību kopumā.

Stiebrzāļu sugas sausumizturības ziņā varēja sarindot šādā dilstošā secībā: niedru auzene > kamolzāle > timotiņš > pļavas auzene > auzeņairene > ganību airene. Auzeņairenes un ganību airesnes sausumizturību būtiski ietekmēja zelmeņa vecums. Starpsugu hibrīdiem galvenais sausumizturību ietekmējošais faktors bija krustojumā iekļautās sugas.

Izmantotā literatūra

- Berzins P., Jansone S., Rancane S., Stesele V., Dzene I. (2015). The evaluation of perennial grass cultivars in Latvia condition. *In: Proceedings of the 25th NJF Congress "Nordic view to sustainable rural development"*, Riga, Latvia, 16–18 June, 2015, p. 141–147.
- Berzins P., Rancane S., Stesele V., Vezis I. (2018). Performance of *Lolium* spp., *Festuca* spp. and their mutual hybrids in Latvian conditions. Sustainable meat and milk production from grasslands. Edited by B.Horan, D.Hennessy, M.O'Donovan et al. *In: Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation*, Cork, Ireland 17–21 June 2018, p. 123–126.
- Berzins P., Rancane S., Svarta A. (2011). The productive longevity of perennial grasses swards depending of the NPK fertilizer rates. Environment. Technology. Resources. *In: Proceedings of*

- the 8th International Scientific and Practical Conference*, June 20–22, 2011, Volume II, Rezekne, Latvia, p. 24–25.
4. Bothe A., Westermeier P., Wosnitza A. et al. (2018). Drought tolerance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) as assessed by two contrasting phenotyping systems. *J Agro Crop Sci.* 2018; 204:375–389.
 5. Kassioumi M., Veresoglou D., Noitsakis V. (2002). Drought resistance and flowering phenology of five perennial grass species. **In:** *EGF, Grassland Science in Europe*, v. 7, La Rochelle, France, p. 322–323.
 6. Nikodēmus O. (2018). *Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts*. Latvijas Universitāte 2018., 5. nod. Dzīvības sfēra 331.–486. lpp.

NEZĀĻU IZPLATĪBA UN AUGSNES POTENCIĀLĀ NEZĀĻAINĪBA SĒLIJAS SAIMNIECĪBĀS

THE SPREAD OF WEEDS AND WEED SEED BANK IN SELONIA FARMS

Aivars Jermušs², Dainis Lapiņš¹, Agrita Švarta², Gaļina Jermuša², Renāte Sanžarevska¹

¹LLU Lauksaimniecības fakultāte, ²LLU Zemkopības institūts

aivars.jermuss@llu.lv

Abstract. The aim of the study was to analyse and explain the changes in the occurrence of weed species and the weed seed bank in agroecosystem depending on the choice of precrops and agrotechnique in the farm. In order to perform weed monitoring from 2013 to 2017, farms of three different sizes were randomly selected in Selonia, Zemgale region. The number of weeds were measured according to the occurrence method in six specific fields of each farm once in growing season. The weed seed bank was identified in 2018 in two different soil tillage farms with traditional ploughing and minimal soil tillage, as well as in various sloping areas of the terrain in Selonia: the top of the hills and parts of the south-eastern slope. The average soil sample was analysed in 25 places at a depth of 0-0.05 m of the field. In Selonia region such weeds as field pansy (*Viola arvensis* M.), fat-hen (*Chenopodium album* L.), purple deadnettle (*Lamium purpureum* L.), black-bindweed or wild buckwheat (*Fallopia convolvulus* (L.) A.Loeve) and common fumitory (*Fumaria officinalis* L.) were most frequently determined.

The botanical composition of the weed seed bank differed from the monitored weeds in previous years. Annual and hardy-annual weed seeds in soil samples were determined. In the regular ploughing field only four different weed species were represented. Eight weed species in soil samples taken at the top of the hills and nine weed species in soil samples from the south-eastern slopes occurred. The weed seed bank in the field under regular soil ploughing was three times lower than under gentle soil tillage. As a result of minimal soil tillage, the weed seed bank increased due to the concentration of weed seeds in the upper soil horizon, while the ploughing resulted in the weed seeds spreading in the deeper layers of the soil reducing the potential soil weediness. Seeds of weeds with shorter lifespan are destroyed by ploughing the soil, as seed germination conditions are limited over time.

Key words: spread of weeds, weed seed bank.

Ievads

Mūsu klimatiskajā zonā pārtikas izejvielu ražošanā būtiska nozīme ir laukaugu audzēšanai. Agrobiocenozes tiek veidotas noteiktu mērķu sasniegšanai, kur pamatā tiek audzēti attiecīgas sugas vai sugu kultūraugi. Nezāles novērojamas dažādu kultūraugu sējumos un veido tīruma nezāļu jeb segetālo floru. Tās spēcīgi konkurē ar laukaugiem un strauji izplatās. Nezāles patērē laukaugiem nepieciešamās barības vielas, aizēno saules enerģiju, traucē gāzu apmaiņu un apgrūtina ražas novākšanu, kā arī palielina ražas pirmapstrādes izmaksas, rezultātā palielinot SEG emisiju. Noskaidrojot nezāļu botānisko sastāvu, laukaugu audzēšanas agrotehnikas pilnveidošana iespējama atbilstoši nezāļu bioloģiskajām īpašībām.

Materiāli un metodes

Nezāļu monitorings veikts Zemgales reģiona Sēlijā no 2013. līdz 2017. gadam. Nezāļu monitoringa veikšanai randomizēti izvēlētas 3 dažādas specializācijas un lieluma saimniecības. Nezāļu uzskaiti veica pēc sastopamības metodes (Rasiņš, Tauriņa, 1982) katrā saimniecībā sešos noteiktos laukos. Uzskaitē veikta vienreiz veģetācijas periodā (jūnija III dekāde – jūlija II dekāde), nosakot nezāļu populācijas sastāvu, dominējošās sugas un to izplatības līmeni dažādu laukaugu sējumos un stādījumos. Nezāles pēc iespējas identificētas līdz sugas līmenim, bet, kur tas nebija iespējams, līdz dzimtas līmenim. Potenciālā nezāļainība noteikta 2018. gadā saimniecībā ar tradicionālu aršanu un saimniecībā ar augsnes minimālās apstrādes tehnoloģiju jeb neregulāru augsnes apvēršanu. Saimniecībā ar augsnes minimālās apstrādes tehnoloģiju nezāļainība uzskaitīta

dažādās Sēlijas pauguraines reljefa vietās: pauguru virspusē un dienvidaustrumu – dienvidu nogāzes daļās. Monitoringa lauka 25 vietās ar lāpstiņu tika izrakta bedre, un no tās vertikālās sienas 0–0.05 m dziļumā paņemts 0.2–0.3 kg smags augsnes iesvars. Visi 25 paraugi apvienoti un rūpīgi sajaukti. No apvienotā parauga turpmākai analīzei tika iesvērts 1 kg augsnes, kuram klāt pievienota etiķete. Etiķetē ierakstīts monitoringa vietas nosaukums un datums. No vidējā parauga analīzei iesvērti četri paraugi, kas atbilst gaissausas augsnes 100 g masai. Nezāļu sēklu atdalīšanai katrs iesvērtais paraugs uzbērts uz sieta ar 0.25 mm lielām acīm, ar 4 cm augstām malām un skalots ar ūdeni – augsnes smalkās frakcijas aizskalošanai. Nezāļu sēklas saskaitītas un vizuāli identificētas. Noteiktas tikai nebojātās nezāļu sēklas. Augsnes paraugi ņemti bez platības uzskaites, tādēļ vispirms tika rēķināts nezāļu sēklu skaits 1 kg augsnes, tad skaits pārrēķināts uz 1 m² augsnes 0–0.05 m dziļumā.

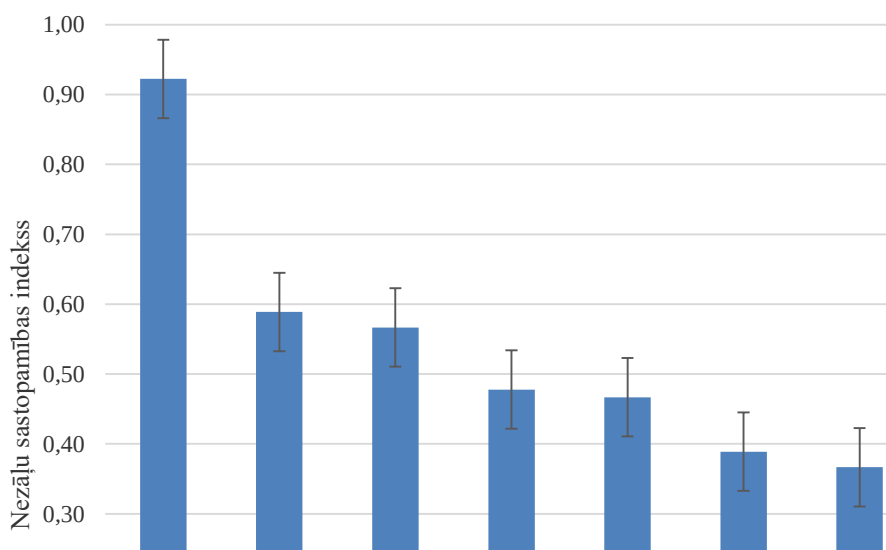
Nezāļu uzskaites datu apstrādē izmantota lietojumprogrammas SPSS 23. versija.

Rezultāti

Pētījuma laikā novērots plašs nezāļu spektrs, tai skaitā īsmūža un daudzgadīgās divdīgļlapju, īsmūža un daudzgadīgās viendīgļlapju nezāles, kā arī daudzgadīgais sakneņu sporaugs – tīruma kosa.

Sēlijas reģionā izplatītākā nezāļu suga sējumos bija tīruma vijolīte. Retāk sastopamas bija tīruma kosa, sārtā panātre, vējagriķis, ķeraīņu madara, bet vēl retāk tika novēroti akļi, ārstniecības matuzāle, baltā balanda, tīruma veronika un maura sūrene. Viendīgļlapju nezāļu grupu galvenokārt pārstāvēja ložņu vārpata un maura skarene (skat. 1. att.). Zemgalē dominējošā nezāle bija tīruma vijolīte, nedaudz retāk sastopams vējagriķis, bet mazāka un salīdzinoši līdzīga bija pārējo nezāļu sastopamība. Galvenokārt novērota tīruma kosa, ķeraīņu madara, sārtā panātre, tīruma veronika, baltā balanda, parastā virza un citas divdīgļlapju nezāļu sugas, kā arī viendīgļlapju nezāles – ložņu vārpata un maura skarene (skat. 2. att.).

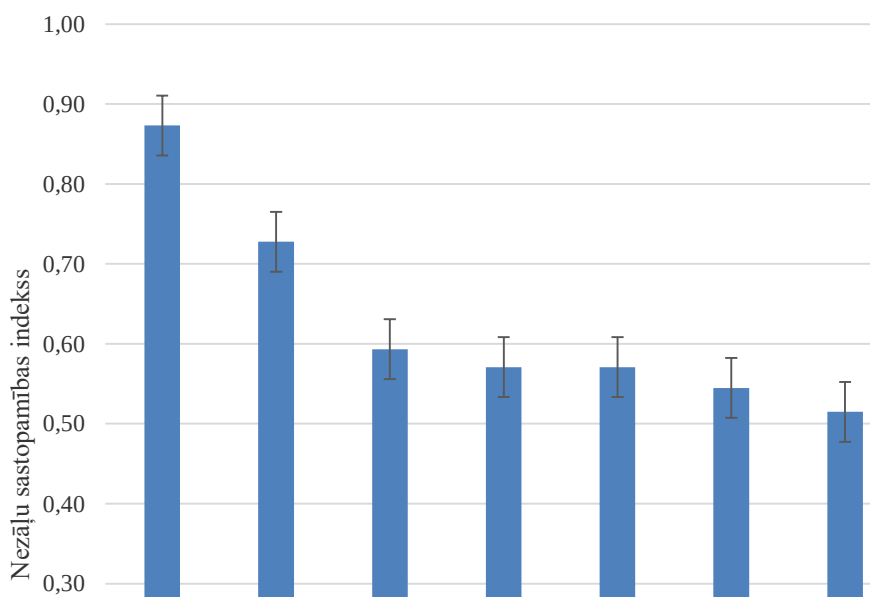
Apsekotajās saimniecībās nezāļu ierobežošanas pasākumi bija maz efektīvi tīruma vijolītes izplatības kontrolei praktiski visos monitoringa laukos gan Sēlijā, gan Zemgalē, kas, iespējams, sava nelielā auguma un šķietami maza kaitīguma dēļ nav bijusi ierobežošanas prioritāte. Tīruma vijolītes sēklas 95% gadījumu dīdzību zaudē pēc 4 līdz 6 gadiem, taču ir sastopamas dīgstošas sēklas līdz pat 10 gadu periodā, turklāt viens augs ziemas kviešu sējuma konkurences apstākļos var saražot no 967 līdz 354 sēklām atkarībā no kviešu sējuma biežības, bet optimālos augšanas apstākļos var saražot līdz pat 46 000 sēklu (Bond, Davies, Turner, 2007). Indeterminanta ziedēšana un sēklu ražošana padara šo nezāļu sugu īpaši dzīvotspējīgu pat intensīvas laukkopības apstākļos. Tīruma vijolīte rada laukaugu ražas zudumu papildu risku, jo nezālēm labvēlīgos augšanas apstākļos piemīt liels konkurētspējas potenciāls.



1. att. Dominējošās nezāļu sugas Sēlijas sējumos 2013.–2017. gadā.

Fig. 1. The dominant weed species in Sēlija region.

Zemgales saimniecībās vējagriķa ierobežošana ir aktuālāka nekā Sēlijas saimniecībās, kur savukārt lielāka vērība būtu jāpievērš sārtās panātres un tīruma kosas kontrolei (skat. 1. un 2. att.), kuras bija nākamās izplatītākās nezāļu sugas aiz tīruma vijolītes.

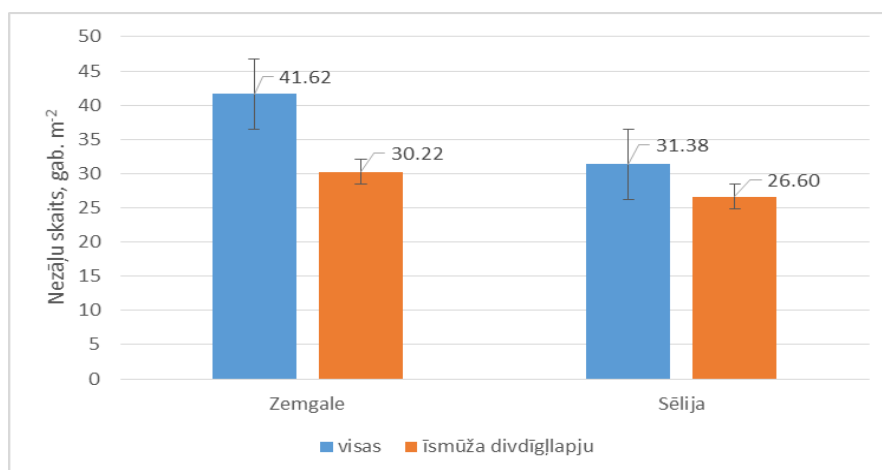


2. att. Dominējošās nezāļu sugas Zemgales sējumos 2013.–2017. gadā.

Fig. 2. The dominant weed species in Zemgale region.

Nezāļu biežība Sēlijas saimniecībās bija vidēji par 10 gab. m^{-2} mazāka nekā Zemgalē, kur vidējais nezāļu skaits veidoja 41.6 gab. m^{-2} (skat. 3. att.). Sēlijas saimniecībās nezāļu kopu galvenokārt veidoja īsmūža divdīgļlapju nezāles, bet Zemgalē ievērojami daudz bija arī pārējo nezāļu grupu pārstāvju.

Nezāļu sēklu krājuma un uzskaitīto augošo nezāļu botāniskais sastāvs augsnē bija atšķirīgs. Nosakot lauku potenciālo nezālainību, augsnes paraugos konstatētas galvenokārt īsmūža un īsmūža ziemospējīgo divdīgļlapju nezāļu sēklas.

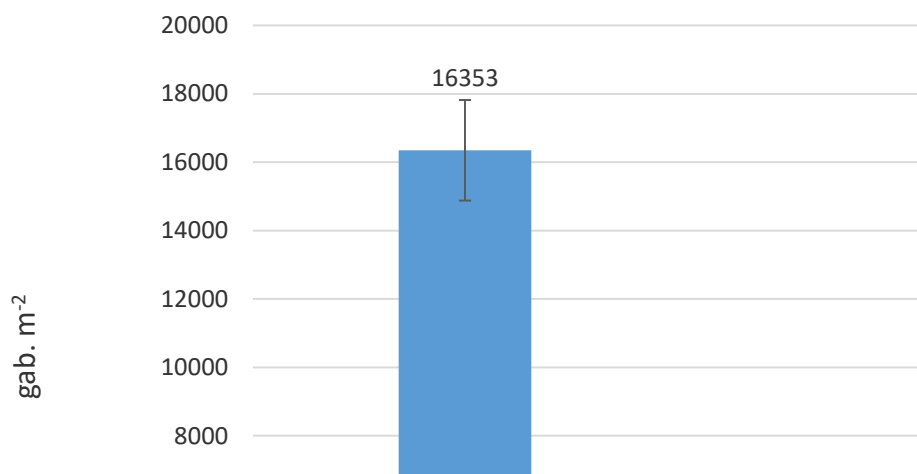


3. att. Vidējā nezāļu biežība 2013.–2017. gadā apsekotajās saimniecībās Zemgalē un Sēlijā, gab. m^{-2} .

Fig. 3. Average weed number 2013–2017 in the surveyed farms in Zemgale and Sēlija, pcs m^{-2} .

Tradicionālās augsnes apstrādes Sēlijas reģiona saimniecības augsnes paraugos konstatētas četru dažādu nezāļu sugu sēklas, saimniecībā ar minimālu augsnes apstrādi pakalnu augšdaļā noteiktas astoņu sugu nezāļu sēklas, bet dienvidaustrumu nogāzēs – deviņu nezāļu sugu sēklas.

Sēlijas saimniecības laukā ar regulāru augsnes aršanu nezāļu sēklu skaits augsnes paraugā bija trīs reizes mazāks nekā lauka nogāzes daļās ar neregulāru augsnes aramkārtas apvēršanu (skat. 4. att.). Nezāļu skaita pieaugums minimālas augsnes apstrādes rezultātā konstatēts arī citos pētījumos (Ausmane, Melngailis, Ruža, 2013). Potenciālā augsnes nezāļainība, gan tradicionāli arot, gan veicot minimālu augsnes apstrādi, bija liela – virs 5000 sēklu m^{-2} . Šāds sēklu daudzums augsnē liecina, ka turpmākajos gados būs nepieciešams pievērst pastiprinātu uzmanību nezāļu ierobežošanai laukaugu sējumos.



4. att. Nezāļu sēklu skaits 0.05 m augsnes virskārtā, vid. gab. m^{-2} .

Fig. 4. Seed bank of weeds in 0.05 m top soil, pcs m^{-2} .

Lauku nogāzēs, kur veikta augsnes minimāla apstrāde, nezāļu sēklu skaits augsnē bija ievērojami lielāks nekā pauguru virsotnēs. Arī vizuāli novērtētais laukaugu ražas potenciāls nogāzēs bija lielāks. Potenciālās nezāļainības lauku reljefa atšķirības izmantojamas par pamatojumu ģeotelpiski precīzās augu aizsardzības līdzekļu lietošanas sistēmas ieviešanai, tādējādi samazinot lauksaimnieciskās ražošanas negatīvo ietekmi uz apkārtējo vidi.

Tā kā viena no raksturīgajām nezālēm ir tīruma vijolīte, tad viens no agrotehnikas uzlabošanas veidiem būtu herbicīdu lietošana ziemāju platībās rudens periodā. Ierobežojot konkurējošo nezāļu izplatību rudenī, samazinās laukaugu nepārziemošanas risks, jo kultūraugiem palielinās barības vielu pieejamība.

Nezāļu sēklu krājumi augsnē ir ļoti lieli un nodrošina zemkopjiem darbu daudzu gadu garumā. Tas ir izskaidrojams arī ar nezāļu sēklu miera periodu. Jebkāda atkāpe darbu izpildē dod iespēju nezālēm atjaunot vai pat papildināt savas ģeneratīvās vairošanās iespējas.

Secinājumi

Zemgales un īpaši Sēlijas reģionos aktuāla problēma ir tīruma vijolītes ierobežošana, kas pamatā veicama ar rudenī lietojamiem herbicīdiem. Turklāt Zemgalē aktuāla ir tīruma vējagriķa, bet Sēlijā sārtās panātres un tīruma kosas kontroles pasākumu uzlabošana.

Potenciālā augsnes nezāļainība, gan tradicionāli arot, gan veicot minimālu augsnes apstrādi, bija liela – virs 5000 sēklu m^{-2} , kas tuvākajā nākotnē nodrošinās nepieciešamību neatlaidīgi kontrolēt nezāļu izplatību laukaugu sējumos, īpaši augsnes minimālās apstrādes gadījumā.

Pateicība

Pētījums veikts 2013. un 2014. gadā ZM Eiropas Lauksaimniecības Fonda lauku attīstībai (ELFLA) projekta „Nezāļu izplatības ierobežošana integrētās augu aizsardzības sistēmā laukaugu kultūru sējumos un stādījumos, sekmējot vides un resursu ilgtspējīgo izmantošanu”, bet 2015. un 2018. gadā lauksaimniecībā izmantojamā zinātnes projekta „Ieteikumu izstrāde vējaugas un citu izplatītāko nezāļu sugu ierobežošanas pasākumiem Latvijas apstākļos” ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Ausmane M., Melngalvis I., Ruža A. (2013). Augsnes pamatapstrādes minimalizācijas un augu maiņas ietekme uz sējumu nezāļainību. **No:** Lauksaimniecības zinātne veiksmīgai saimniekošanai, zinātniski praktiskās konferences raksti, LLU, 32.–35. lpp.
2. Bond W., Davis G., Turner R. (2017) The biology and non-chemical control of Field Pansy (*Viola arvensis* Murray). HDRA, Ryton Organic Gardens, Coventry, CV8, 3LG, UK. [Tiešsaiste][skatīts 01.02.2019.] Pieejams: <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds>
3. Rasiņš A., Tauriņa M. (1982). *Nezāļu kvantitatīvās uzskaites metodika Latvijas PSR apstākļos*. Ieteikumi. Rīga: LM ZTIP, 24 lpp.

ĪSMŪŽA DIVDĪGLĻAPJU NEZĀĻU IZPLATĪBA ZEMGALĒ

THE SPREAD OF SHORT-LIVED WEEDS IN ZEMGALE

Dainis Lapiņš¹, Jānis Kopmanis¹, Indulis Melngalvis¹, Renāte Sanžarevska¹,
Gundega Putniece¹, Aigars Putnieks¹, Aivars Jermušs², Dace Piliksere¹, Edžus Kašs¹

¹Latvijas Lauksaimniecības universitāte, ²LLU Zemkopības zinātniskais institūts

Dainis.Lapins@llu.lv

Abstract. Directive 2009/128 / EC of the European Parliament and of the Council stipulated that all Member States of the European Union had to operate according to the principles of Integrated Pest Management as of 1 January 2014. The aim of the research was to explain the occurrence of field weed species and its changes in agrocenosis in the farms of Zemgale region depending on the species of grain and forecrop, as well as the choice of technologies. Weed monitoring was conducted from 2013 to 2017. In order to perform weed monitoring in the research area, 12 different farms were randomly selected for uniform coverage of the area. Weed surveys were conducted in six sown fields or planted fields in each of the farms. In the weed monitoring sites, weed surveys were performed according to the occurrence method (Rasins, Tauriņa, 1982). Weed surveys were conducted once in the vegetation period (3rd decade of July – 2nd decade of July) determining the composition of the weed population, the dominant species and their distribution level in the fields of various arable crops. Weeds were identified at species level as close as possible, but where it was not possible – at the level of the family. The research findings show that in Zemgale weed species could be divided into the following four dominant groups according to their occurrence: 1) field pansy (89% of all fields in all years); 2) wind buckwheat (66%); 3) red dead-nettle, cleavers (distribution 57% and 54%); 4) field speedwell, goosefoot and sunspurge with the prevalence of 42% to 48% in all fields in all years. The significantly highest weed infestation in 2014 was because overwintering of winter cereals was unsatisfactory, many fields had to be redrilled, sowing of summer cereals and their care was delayed. But the year 2017 was characterized by increased precipitation and germination; also growing conditions were often unsatisfactory not only for crops but also for weeds. The wintering dicotyledonous weeds with the same distribution potential as the main dominance of field pansy were: field chamomile; shepherd's purse, common cornflower, field penny-cress, volunteer winter oil seed rape; field forget-me-not, forking larkspur, field speedwell. In warm winters in Zemgale also cleavers, common fumitory, red dead-nettle overwinter. In order to successfully limit the spread of short-lived dicotyledonous weeds, it is necessary to change herbicides each year, which significantly reduces the prevalence of dominant dicotyledonous species. However, it should be noted that this is not the only measure to limit the spread of weed species. First of all, it is related to cleavers. The changes in selected herbicides should not be an excuse for using less effective active substances.

Key words: short-lived dicotyledons, weeds, weed spread, integrated plant protection.

Ievads

Pēdējos gados visā ES aktualizēti jautājumi par integrēto augu aizsardzību (IAA), taču, lai ražošanā varētu realizēt IAA principus nezāļu ierobežošanā galvenajās laukaugu kultūrās, trūkst zinātniski pamatotu ieteikumu. Nav apzināta pašreizējā situācija par līdz šim dominējošām, kaitīgajām nezāļu sugām: ložņu vārpatu, tūruma kosu, ķeraiņu madaru, sūrenēm, vēja griķiem, usnēm un citām sugām galveno laukaugu sējumos un stādījumos. Būtisks rādītājs, kas nosaka atšķirības nezāļu sugu izplatībai laukaugu sējumos un stādījumos, bija saimniecībās izvēlēta kultūraugu maiņas sistēma (Vanaga, 2010; Lapiņš u. c., 2002, 2008, 2014) un labību īpatsvars augsekā, kā arī izmantotās tehnoloģijas.

Pētījumu mērķis bija noskaidrot dominantās nezāļu sugas Zemgalē un īsmūža divdīgļlapju nezāļu sastopamības izmaiņas atkarībā no labību priekšaugu, augsnes apstrādes, herbicīdu un tehnoloģiju izvēles, lai nodrošinātu zinātniski pamatotus secinājumus ieteikumu izstrādei nezāļu ierobežošanai atbilstoši IAA principiem ekonomiski nozīmīgāko laukaugu sējumos un stādījumos Latvijā.

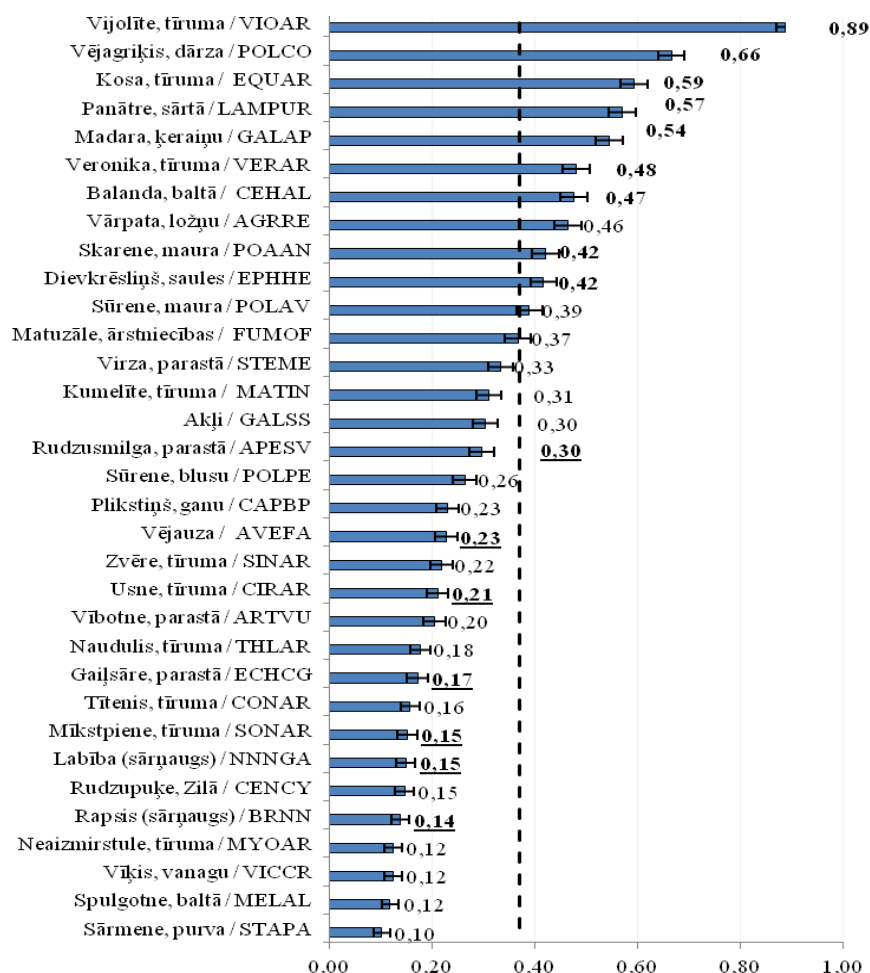
Materiāli un metodes

Nezāļu monitorings veikts Zemgales reģiona 12 saimniecībās no 2013. līdz 2017. gadam. Saimniecības izvēlētas un nezāles uzskaitītas pēc vienotas metodikas valstī (Nečajeva u. c., 2015), vienmērīgi pārklājot teritoriju, izvēloties dažādas specializācijas un lieluma saimniecības, katrā no tām nezāļu uzskaites ik gadu veicot sešos kultūraugu sējumu vai stādījumu laukos. Monitoringa vietās nezāļu uzskaiti veica pēc sastopamības metodes (Rasiņš, Tauriņa, 1982). Uzskaitē īstenota vienreiz veģetācijas periodā (jūnija III dekāde – jūlija II dekāde), nosakot nezāļu populācijas sastāvu, dominējošās sugas un to izplatības līmeni dažādu laukaugu sējumos un stādījumos. Nezāles pēc iespējas identificētas līdz sugas līmenim, taču gadījumos, kur tas nebija iespējams, līdz dzimtas līmenim.

Datu matemātiskā apstrādē izmantota to ranžēšana un grupēšana pēc gadiem, saimniecību laukos audzētajiem kultūraugiem, kā arī izmantotajām tehnoloģijām un augšņu apstākļiem. Kultūraugu izvietojums stacionārās novērojumu platībās noteikts, izmantojot saimniecības lauku vēstures datus un arī pamatojoties uz monitoringa uzskaites laikā iegūto informāciju. Datu bāzes rezultātu matemātiskajā analizē izmantota SPSS 23 programma.

Rezultāti un diskusijas

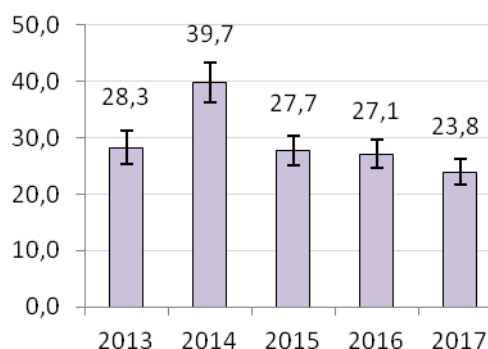
Nezāļu sugu – dominanšu noteikšanai tika noteikts relatīvais sugas sastopamības indekss par visiem 5 novērojumos īstenotajiem gadiem (skat. 1. att.). Attēlā atspoguļotas sugas ar sastopamību, kas lielāka par 0.1 vai 10% no kopējā novērojumu skaita. Pirmajā attēlā nezāļu sugu izplatības lielumi uzskatāmi parādīja īsmūža divdīgļlapju nezāļu nozīmību kā dominantēm nezāļu florā.



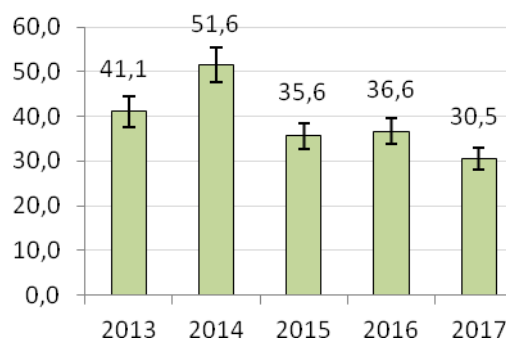
1. att. Nezāļu sugu sastopamība Zemgalē monitoringa laukos no 2013. līdz 2017. gadam (Wstat.) salīdzinājumā ar sugu vidējo sastopamības rādītāju.

Fig. 1. The incidence of weed species in Zemgale in the weed monitoring fields from 2013 to 2017 (Wstat.) compared to the average species' occurrence rate.

Nezāļu sugas pēc to sastopamības varēja iedalīt 4 dominanšu grupās: 1) vijolītes – 89% no visiem laukiem visos gados; 2) vēja griķis – 66%; 3) sātā panātre, ķeraiņu madara – izplatība attiecīgi 57 un 5%; 4) tūruma veronika, baltā balanda un saules dievkrišņi ar izplatību attiecīgi 48, 47 un 42% no visiem laukiem visos gados (skat. 1. att.). Kopskaitā konstatētas 11 nezāļu sugas, kuru sastopamības rādītājs ir virs 0.37 – vidējais visām sugām.



Īsmūža divdīgļlapju nezāļu skaita izmaiņas /
Number of short-lived weeds

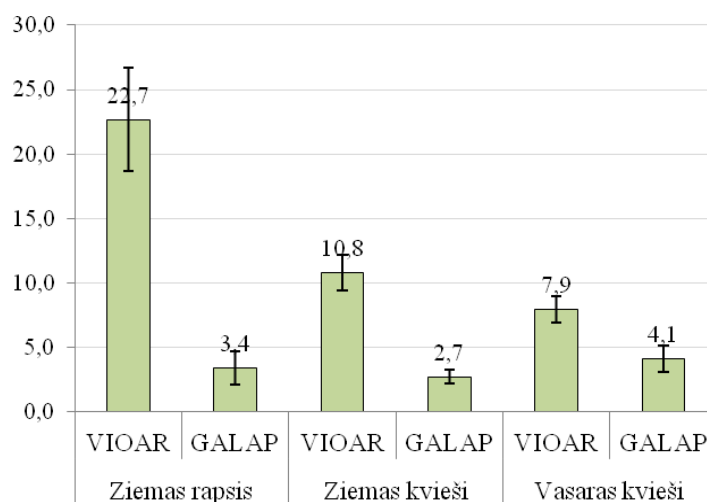


Nezāļu kopskaita izmaiņas /
Total number of weeds

2. att. Nezāļu kopskaita un īsmūža divdīgļlapju nezāļu skaita, gab. m⁻², izmaiņas Zemgalē monitoringa uzskaites gados.

Fig.2. Changes in the total number of weeds and the number of short-lived weeds in Zemgale during weed monitoring years, pieces / m².

Vai nezāļu kopskaitu un īsmūža divdīgļlapju nezāļu skaitu ietekmē arī meteoroloģiskie apstākļi Zemgalē atsevišķos gados? Atbildi daļēji var rast 2. attēla saturā. Atsevišķos gados saglabājas nemainīgi augšņu apstākļi, nedaudz mainās izvēlētie kultūraugi un to audzēšanas tehnoloģijas. Gads, kad tika novērota visaugstākā sējumu nezālainība, bija 2014. gads. Iemesls tam bija fakts, ka ziemāju pārziemošana bija neapmierinoša, daudzi sējumi bija jāpārsēj, vasarāju sēšana un arī to kopšanas darbi aizkavējās. Savukārt 2017. gadu raksturoja palielināts nokrišņu daudzums – vispirms 2016. gadā, sējas gada rudenī, kad nācās piedzīvot sējumu izslīkšanu. Dīgšanas un arī augšanas apstākļi bieži bija neapmierinoši ne tikai kultūraugiem, bet arī nezālēm, vispirms – ziemotspējīgajām.

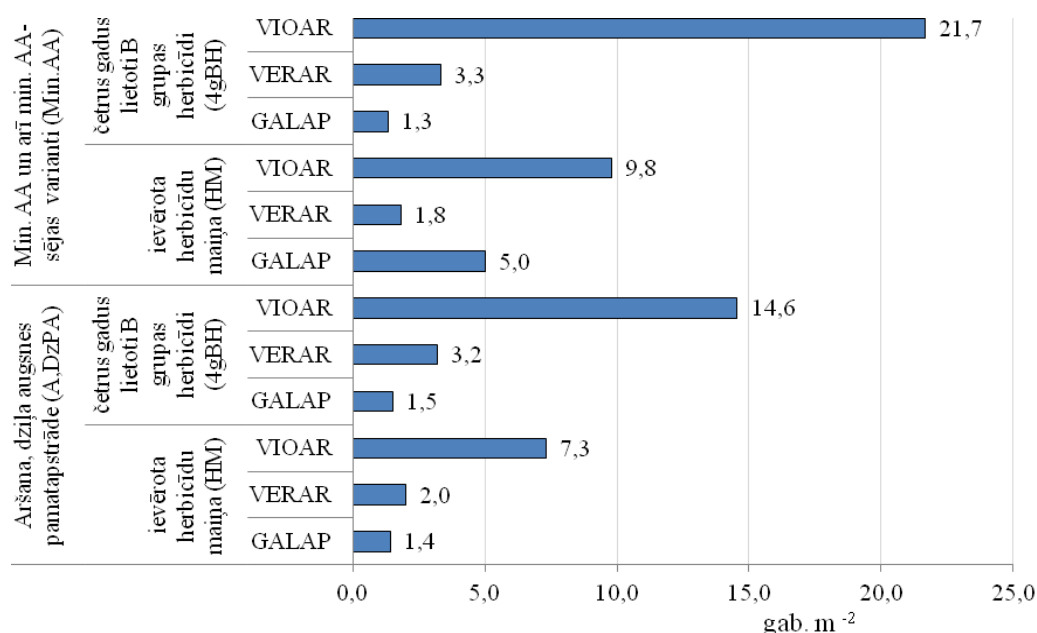


3. att. Vijolišu un ķeraiņu madaras izplatības, gab. m⁻², raksturojums kultūraugu sējumos Zemgalē vidēji 5 gadu laikā posmā.

Fig.3. Violet and goose grass spread characterization in crop fields in Zemgale during 5 years on average, pieces / m².

Ziemospējīgās divdīgļlapju nezāles ar tādām pašām izplatības iespējām kā galvenajai dominantei lauka vijolītei bija tūruma kumelīte, ganu plikstiņš, parastā rudzupuķe, tūruma naudulis, sārņaugšs ziemas rapsis, tūruma neaizmirstule, tūruma zilausis, tūruma veronika. Siltās ziemās Zemgalē pārziemo arī ķeraīņu madara, ārstniecības matuzāle, sārtā panātre. Ziemāju labībās herbicīdu lietošana rudenī bija populārs, jau vispārzināms tehnoloģisks paņēmieni pretstatā nezāļu ķīmiskajiem izplatības ierobežošanas pasākumiem, kas tika īstenoti rudenī ziemas rapša sējumos (skat. 3. att.).

Lai sekmīgi ierobežotu īsmūža divdīgļlapju nezāļu izplatību, jāveic herbicīdu maiņa pa gadiem, kas būtiski samazina dominanto divdīgļlapju sugu izplatību. Tomēr jāņem vērā fakts, ka tas nav vienīgais iespējamais kādas nezāļu sugas pārstāvju izplatības ierobežošanas pasākums. Vispirms tas ir attiecināms uz ķeraīņu madaru (skat. 4. att. minimālās augsnes apstrādes – sējas variants). Izvēlēto herbicīdu maiņa nedrīkst būt attaisnojums atsevišķu darbīgo vielu aizvietošanai ar mazāk efektīvu darbīgo vielu nezāles ierobežošanai.



Apzīmējumi/Data labels

A, DzPA – Minimum soil treatment, 4 years Group B herbicides;
4gBH – Minimum soil treatment, herbicides were changed;

Min.AA – Deep soil treatment, 4 years Group B herbicides;
HM – Deep soil treatment, herbicides were changed.

4. att. Vijolīšu (VIOAR) veroniku (VERAR) un ķeraīņu madaru (GALAP) skaits, gab. m⁻², izmaiņas ziemas kviešu sējumos Zemgalē monitoringa laukos atkarībā no augsnes apstrādes un sējas, kā arī herbicīdu izmantošanas izvēles vidēji 5 gadu laikā posmā.

Fig. 4. The number of violin, speedwell and goose grass, changes in winter wheat sown fields in Zemgale depending on soil tillage and sowing, as well as the choice of herbicides during 5 years on average.

Secinājumi

Zemgales reģiona 12 monitoringa saimniecību laukos laikā posmā no 2013. līdz 2017. gadam konstatētas 15 nezāļu sugas, kuru sastopamība ir virs 0.37 – vidējais visām sugām, attiecinot pret kopskaitu visā novērojumu periodā.

Nezāļu sugas pēc to sastopamības var iedalīt četrās dominanšu grupās: 1) vijolītes – 89% no visiem laukiem visos gados; 2) vēja griķis – 66%; 3) sārtā panātre, ķeraīņu madara – izplatība attiecīgi 57 un 54%; 4) tūruma veronika, baltā balanda un saules dievkresliņš, kuru izplatību attiecīgi raksturo 48, 47 un 42% no visiem laukiem visos gados.

Dominanto īsmūža divdīgļlapju izplatība sējumos bija atkarīga no meteoroloģiskajiem apstākļiem un izvēlēta kultūrauga, kā arī nezāles agro-bioloģiskajām īpašībām.

Arums un dziļa augsnes pamatapstrāde samazināja īsmūža divdīgļlapju nezāļu skaitu sējumos. Īsmūža divdīgļlapju nezāļu skaita samazināšanos nodrošināja arī herbicīdu maiņa, bet izvēlēto herbicīdu maiņa nedrīkst būt attaisnojums mazāk efektīvu darbīgo vielu izmantošanai.

Izmantotā literatūra

1. Lapiņš D., Bērziņš A., Putniece G., Koroļova J., Timofejeva I., Sanžarevska R., Sprincina A. (2014). Īsmūža divdīgļlapju nezāles atkārtotos un bezmaiņas ziemas kviešu sējumos Kurzemē un Zemgalē no 1997. līdz 2011. gadam [Annual Dicotyledonous Plants in Repeated Sowings and Monoculture of Winter Wheat in Kurzeme and Zemgale Regions From 1997 Till 2011.]. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB, un LLMZA zinātniski praktiskās konferences raksti (2014. gada 20.–21. februāris), Jelgava: LLU, 44.–49. lpp. ISBN 978-9984-48-059-6 UDK 631.
2. Ņečajeva J., Dudele I., Mintāle Z., Isoda-Krasovska A., Čūriške J., Rancāns K., Polis D., Kauliņa I., Morozova O., Spuriņa L. (2015). Nezāļu izplatība graudaugu sējumos Latgalē. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences raksti (2015. gada 19.–20. februāris), Jelgava: LLU, 117.–121. lpp.
3. Rasiņš A., Tauriņa M. (1982). *Nezāļu kvantitātes uzskaites metodika Latvijas PSR apstākļos*. Rīga: LM ZTIP, 24 lpp.
4. Vanaga I. (2010). *Nezāļu izplatības dinamika un to ierobežošanas iespējas graudaugos augu maiņā Vidzemē*: promocijas darba kopsavilkums Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava: LLU. 58 lpp.
5. Lapiņš D., Bērziņš A., Koroļova J., Sprincina A. (2002). Nezāļu skaita un sugu sastāva dinamika vasarāju labību sējumos Kurzemē un Zemgalē. *Agronomijas vēstis*, Nr. 4, Jelgava: LLU, 7.–101. lpp.
6. Lapiņš D., Bērziņš A., Putniece G., Koroļova J., Timofejeva I., Sanžarevska R., Sprincina A. (2014). Īsmūža divdīgļlapju nezāles atkārtotos un bezmaiņas ziemas kviešu sējumos Kurzemē un Zemgalē no 1997. līdz 2011. gadam. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences raksti (2014. gada 20.–21. februāris), Jelgava: LLU, 44.–49. lpp.

TĪRUMA KOSAS UN LOŽŅU VĀRPATAS IZPLATĪBA ZEMGALE
THE SPREAD OF FIELD HORSETAIL AND COUCH GRASS IN ZEMGALE

**Dainis Lapiņš¹, Jānis Kopmanis¹, Indulis Melngalvis¹, Dace Piliksere¹, Renāte Sanžarevskā¹,
Gundega Putniece¹, Aivars Jermušs²**

¹Latvijas Lauksaimniecības universitāte, ²LLU Zemkopības zinātniskais institūts,
Dainis.Lapins@llu.lv

Abstract. Directive 2009/128 / EC of the European Parliament and of the Council stipulated that all Member States of the European Union had to operate according to the principles of Integrated Pest Management as of 1 January 2014. The aim of the study was to explain the changes in the incidence of arable-field weeds' species, namely, field horsetail *Equisetum arvense* L. and couch grass *Elytrigia repens* (L.) Nevski in the farms of Zemgale region. Differences in the occurrence of weed species were explained depending on soil conditions, crop and the choice of technology. Weed monitoring was carried out between 2013 and 2017 in Zemgale region in 12 farms. Weed surveys were carried out using the occurrence method (Rasiņš, Tauriņa, 1982) in each of six sown fields or planted fields each year. The surveys were carried out once during the growing season (the 3rd decade of June – the 2nd decade of July) by determining the composition of the weed population, the dominant species and the level of their distribution in the sown fields and planted fields of different crops. The research findings show that in Zemgale weed species could be divided into the following four dominant groups according to their occurrence: 1) field pansy (89% of all fields in all years); 2) black bindweed (66%); 3) field horsetail, red dead-nettle, goose grass (distribution 59%, 57% and 54%); 4) field speedwell, goosefoot, couch grass, annual meadow grass and sun spurge with the prevalence of 42% to 48% of all fields in all years. The fact that the field horsetail and couch grass rank No 3 and 8-9 in Zemgale points to the viability of these plants and the unappreciated breeding opportunities of farmers. In the middle of the previous century Professor Jānis Apsītis pointed out that the field horsetail was a weed typical of poorly managed fields, pastures and meadows (Apsītis, 1956). The course books, handbooks and recommendations of the previous century include descriptions how to combat the weed species (by removing it because it inappropriate to have it in fields). There is also a relatively broad spectrum of herbicides to combat it. The field horsetail and couch grass as the dominant perennial rhizome weeds have rhizomes at the different depth. Their number is determined by the acidity of soil and also by the type of soil. The couch grass is ecologically more flexible in relation to these factors. The reduction of both these rhizomatous weeds with different depth of their rhizome systems may be successful only if the pre-sowing treatment of soil is matched with the basic treatment and the use of herbicides. Good results in limiting the spread of field horsetail and couch grass are also ensured by rape fields and the use of relevant agricultural technologies.

Key words: field horsetail, couch, weeds, weed distribution, integrated plant protection.

Ievads

Ar Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvu 2009/128/EK ir noteikts, ka visās Eiropas Savienības dalībvalstīs, sākot no 2014. gada 1. janvāra, bija jāsaņemnieko saskaņā ar IAA (integrētās augu aizsardzības) principiem. Taču, lai ražošanā varētu realizēt IAA principus nezāļu ierobežošanā galvenajos laukaugos, trūkst zinātniski pamatotu ieteikumu, kas balstās uz pašreizējas situācijas izpēti datiem. Tāpat nav apzināta situācija par līdz šim dominējošām kaitīgajām nezāļu sugām, tajā skaitā ložņu vārpatu, tīruma kosu un citām. Tehnoloģiju un to izpildes nodrošinājums ļauj pieņemt, ka ložņu vārpatas sastopamība nevarētu būt augsta. Jārēķinās, ka augsnes aršanas aizstāšana ar lobīšanu var radīt nezāļu skaita pieaugumu pirms kultūraugu ražas novākšanas (Ausmane,

Melngalvis, Ruža, 2015). Tīrums kosas bioloģiskās īpatnības raksturo mazs fotosintēzes virsmas laukums, agra ziedēšana, izveidojot līdz 20 cm augstus sporu nesēju dzinumus un sporas ar vēja palīdzību izkaisot lielā teritorijā. Salīdzinājumā ar rapsi un labībām kosas zaļie virszemes dzinumi un to fotosintēzes virsma kultūraugos veidojas pēc herbicīdu lietošanas optimālā laika Tāpat kā ložņu vārpata, arī tīrums kosa ir sakneņu nezāle, bet ar dziļu, līdz 50 un vairāk centimetriem dziļu sakneņu sistēmu ar raksturīgiem gumiem, kur uzkrātas barības vielu rezerves. Gan vertikālā, gan horizontālā sakneņu sistēma parasti izvietota vairākos horizontos. Cēloņi palielinātai izplatībai ir meliorācijas objektu, drenu sistēmas nesakārtotība, un šādos apstākļos herbicīdu izmantošanai efekts ilgspējības skatījumā būs zems. Tīrums parasti ir tīrums kosa, taču Latvijā kopumā ir izplatītas 11 dažādas kosu sugas. Profesors J. Apsītis (Apsītis, 1956) ir paudis trāpīgu raksturojumu – kosa ir "slikti koptu lauku, ganību un pļavu nezāle". Varbūt arī šī iemesla dēļ tikai Vācijai paredzētos dažos nezāļu noteicējos un aprakstos tīrums kosa vairs nav minēta (Hanf, 1983).

Darba mērķis bija precizēt tīrums kosas un ložņu vārpatas sastopamības līmeni Zemgalē, kā arī noteikt iespējamās nezāles izplatību veicinošos faktoros.

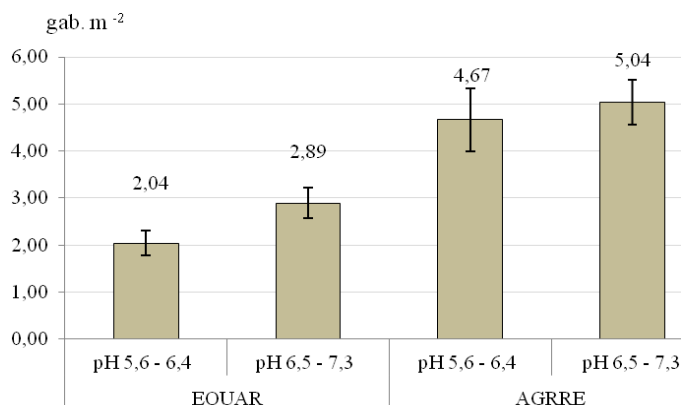
Materiāli un metodes

Nezāļu monitorings veikts 12 Zemgales saimniecībās no 2013. līdz 2017. gadam. Saimniecības izvēlētas un nezāles uzskaitītas pēc vienotas metodikas (Nečajeva u. c., 2015). Katrā saimniecībā nezāļu uzskaites veiktas sešos kultūraugu sējumu vai stādījumu laukos. Nezāļu uzskaiti veica saskaņā ar sastopamības metodi (Rasiņš, Tauriņa, 1982). Uzskaitē veikta vienreiz veģetācijas periodā (jūnija III dekāde – jūlija II dekāde), nosakot nezāļu populācijas sastāvu, dominējošās sugas un to izplatības līmeni dažādu laukaugu sējumos un stādījumos. Nezāles pēc iespējas identificētas līdz sugas līmenim, taču, kur tas nebija iespējams, līdz dzimtas līmenim. Datu matemātiskā apstrādē ar SPSS 23 izmantota to ranžēšana un grupēšana pēc reģioniem, saimniecībām, gadiem un saimniecību laukos audzētajiem kultūraugiem. Kultūraugu izvietojums stacionārās novērojumu platībās noteikts, izmantojot saimniecības lauku vēstures datus un arī pamatojoties uz monitoringa uzskaites laikā iegūto informāciju par katra lauka augšņu apstākļiem un īstenoto tehnoloģiju. Sadarbības līgums ar saimniecībām paredzēja atklātību, bet vienlaikus arī datu ieguves avotu konfidencialitāti.

Rezultāti un diskusijas

Nezāļu sugas pēc to sastopamības Zemgalē varēja iedalīt 4 grupās:

1) vijolītes 89% no visiem laukiem visos gados; 2) vēja griķis 66%; 3) tīrums kosa, sārtā panātre, ķeraīņu madara – izplatība attiecīgi 59, 57 un 54%; 4) tīrums veronika, baltā balanda, ložņu vārpata, maura skarene un saules dievkrišlīņš ar izplatību attiecīgi 48, 47, 46, 42 un 42% no visiem laukiem visos gados un saimniecībās. IAA principi vispirms pamatojās uz augsnes apstākļu ievērošanu un resursa racionālu izmantošanu.



1. att. Tīrums kosas (EQUAR – *Equisetum atvense* L.) un ložņu vārpatas (AGRRE – *Agropyron repens* L.) skaits atkarībā no augsnes pH KCl aramkārtā.

Fig. 1. Number of field horsetail (*Equisetum arvense* L.) and couch grass (*Agropyron repens* L.) depending on the pH_{KCL} of the soil plowing layer, pieces / m².

Lai arī literatūrā ir daudz norādes, ka kosas sakneņi ir izvietoti dziļi salīdzinājumā ar vārpata un maz jutīgi pret palielinātu augsnes skābumu (Apsītis, 1956; Lejiņš, 1979; Pogodins, 1983), taču mūsu pētījumu rezultāti to neapstiprina.

Pirmajā attēlā atspoguļotie dati neliecina par tūruma kosas izturību pret palielinātu augsnes skābumu. Izturīgāka pret šīm salīdzinošajām atšķirībām bija ložņu vārpata (1. att.). Faktu, ka ložņu vārpata ir ekoloģiski plastiskāka uz augsnes skābuma atšķirībām augsnes aramkārtā, apliecina arī lineārās korelācijas analīzes rezultāti (1. tab.).

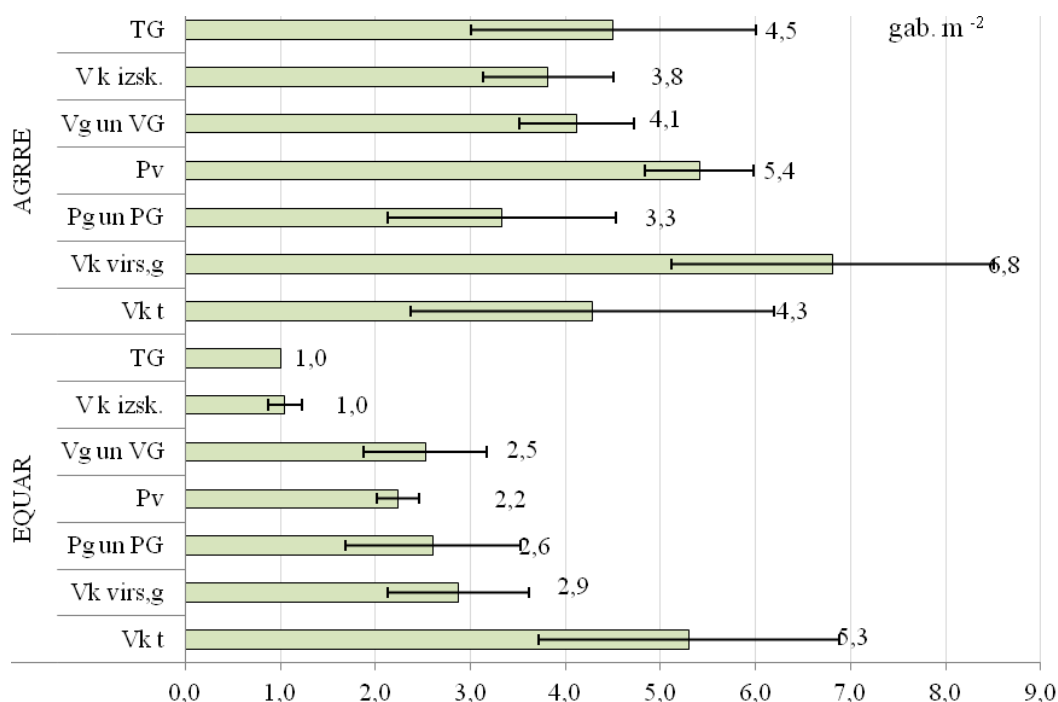
1. tabula Table 1

Korelāciju sakarības starp nezāļu skaitu, augsnes reakciju un organisko vielu saturu aramkārtā

Correlation relationships between the number of weeds, soil reaction and organic matter content in plowing layer

Nezāles / Weeds gab. m ² / pieces m ²	pH KCl, X 1		Organiskā viela, X2 / Organic matter	
	<i>r</i> yx	<i>p</i>	<i>r</i> yx	<i>p</i>
<i>Equisetum atvense</i> L. y 1	-0.169	0.014	-0.071	0.3
<i>Agropyron repens</i> L. y 2	-0.124	0.112	-0.167	0.031

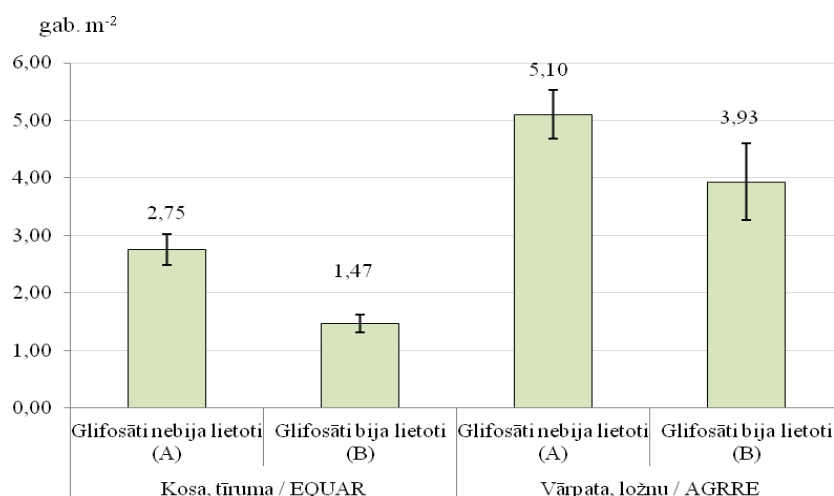
Tā kā abām nezālēm dažādos dziļumos ir izvietota sakneņu sistēma, pilnīgāk augšņu apstākļu un arī iekultivēšanas pakāpes nozīmību kosas un vārpata sastopamībā sniedz šo nezāļu skaita salīdzinājums atkarībā no augšņu tiem (skat. 2. att.).



2. att. Tūruma kosas (EQUAR – *Equisetum arvense* L.) un ložņu vārpata (AGRRE – *Agropyron repens* L.) skaita atšķirības dažādu tipu augsnēs.

Fig. 2. The differences in the number of field horsetail (*Equisetum arvense* L.) and couch grass (*Agropyron repens* L.) in different types of soils, pieces / m².

Ložņu vārpatai, salīdzinot ar tīruma kosu, raksturīga mazāka datu izkliede ap vidējo. Arī ļoti nelabvēlīgos augsnes tipos, kā velēnu podzolētās gleja un glejotās augsnes, skaita samazinājums salīdzinājumā ar velēnu karbonātu augsnēm nav būtisks. Abu nezāļu skaita un izplatības ierobežošanai tika izmantoti glifosāti (skat. 3. att.). To lietošana praksē nodrošināja nelielu efektivitāti, turklāt tīruma kosai – ar augstāku ticamības līmeni.

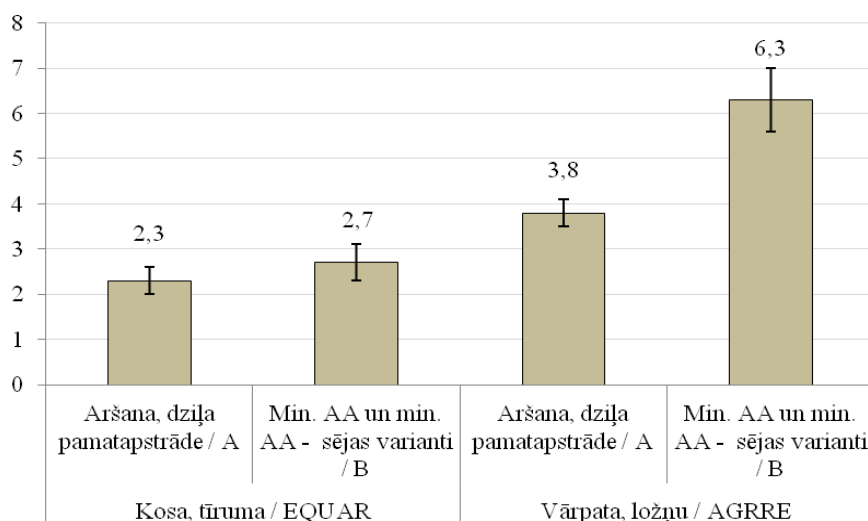


Apzīmējumi / Data labels: A – glyphosates were not used; B – glyphosates were used.

3. att. Glifosātu izmantošanas efektivitāte kosas un vārpatas izplatības ierobežošanai.

Fig. 3. Efficacy of glyphosate in limiting distribution of field horsetail and couch grass, pieces/ m².

Augsnes apstrādes un augsnes apstrādes-sējas sistēmu izvēle ietekmēja gan kosas, gan vārpatas skaitu. Jo vairāk sakneņu nezālēm tiek sasmalcināti sakneņi, jo lielāka uzmanība jāpievērš tam, kad un kā tos, kas sadīguši, iznīcināt. Ne vienmēr tas izdevās (skat. 4. att.).

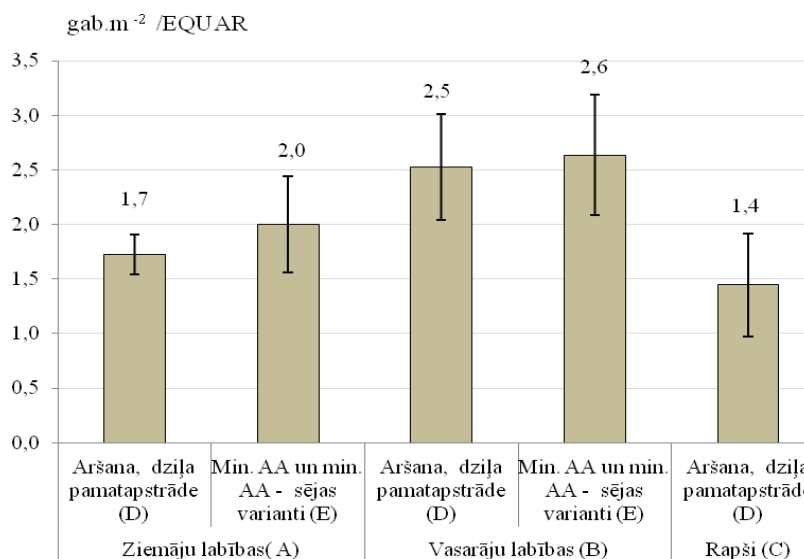


Apzīmējumi/Data labels: A – Deep soil tillage; B – Minimum soil tillage

4. att. Tīruma kosas un ložņu vārpatas skaita izmaiņas atkarībā no augsnes pamatapstrādes un minimālās apstrādes, kā arī minimālās augsnes apstrādes-sējas izpildes.

Fig. 4. Changes in the number of field horsetail and couch grass depending on the soil tillage technologies, pieces / m².

Vārpatai sakneņu smalcināšana bez efektīvas, pēc tam secīgi īstenotas apkarošanas sekmē nezāles pavairošanos. Rapšu sējumos, ko raksturo liela lapu virsma, kosas izplatība bija samazinājusies (skat. 5. att.).

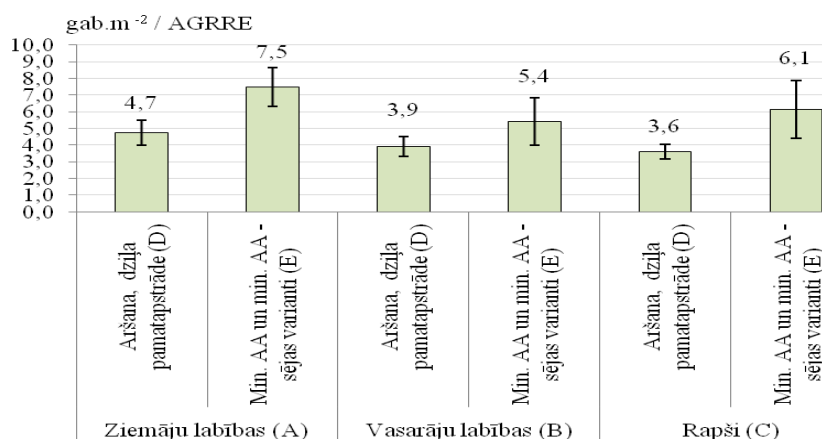


Apzīmējumi/Data labels: A – winter cereals; B – Spring cereals; C – Oil seed rape; D – Deep soil tillage; E – Minimum soil tillage.

5. att. Tīruma kosas (*Equisetum arvense* L.) dzinumu skaits atkarībā no augsnes apstrādes un kultūrauga.

Fig. 5. Number of field horsetail (*Equisetum arvense* L.) /shoots, depending on the soil tillage and crop, pieces / m².

Pētījumu rezultāti liecina, ka, lietojot minimālās augsnes apstrādes un augsnes apstrādes-sējas tehnoloģijas, kas sekmē vārpata sakneņu sasmalcināšanu, jāizvēlas tehnoloģijas, kas nodrošina sadīgušo nezāļu ierobežošanu. Tāpat jāplāno korekti arī visi pārējie darbi (Lapiņš, 2001, Kopmanis 2006, Vanaga, 2010). Šaubas par pareizību izraisa slāpekļa papildmēslojuma devu izvēle monitoringa laukos – labību platībās ar ložņu vārpata salīdzinoši augstu piesārņojuma līmeni 11±5 gab. m⁻² slāpekļa papildmēslojuma lietotā deva bija 124 d.v. kg ha⁻¹, bet platībās, kur vārpata netika konstatēta – 113 kg d. v. ha⁻¹. Tehnoloģiju kompleksā risinājumā jāņem vērā, ka vārpatai ar seklāku sakneņu izvietojumu minimālās augsnes apstrādes tehnoloģijas, kas sekmē sakneņu sasmalcināšanu, var veicināt dzinumu skaita palielināšanos (skat. 6. att.).



Apzīmējumi/Data labels: A – Winter cereals; B – Spring cereals; C – Oil seed rape; D – Deep soil tillage; E – Minimal soil tillage.

6. att. Ložņu vārpata (*Agropyron repens* L.) dzinumu skaits atkarībā no augsnes apstrādes un kultūrauga.

Fig. 6. Number of couch grass (*Agropyron repens* L.) shoots, depending on the soil tillage and crop, pieces / m².

Sekmīga kosas izplatības ierobežošana Zemgales laukos ir iespējama. Par to liecina fakts, ka piecu gadu laikā šī nezāle netika konstatēta 43% no novērojumiem, bet ložņu vārpata netika konstatēta 38% no kopējā novērojumu skaita.

Secinājumi

Tīruma kosa *Equisetum arvense* L. un ložņu vārpata *Elytrigia repens* L. bija dominējošās daudzgadīgās sakneņu nezāles Zemgalē laika posmā no 2013. līdz 2017. gadam. To skaitu nosaka augsnes skābums un arī augsnes tips. Ložņu vārpata ir ekoloģiski plastiskāka attiecībā pret šiem faktoriem.

Abu šo sakneņu nezāļu ar atšķirīgu sakneņu izvietojuma dziļumu ierobežošana būs sekmīga tikai tad, ja tiks saskaņota pirmssējas augsnes apstrāde ar pamatapstrādi, kā arī herbicīdu lietošanu. Labus rezultātus vārpata un kosas izplatības ierobežošanā nodrošina arī rapša sējumi ar tur izmantotām tehnoloģijām.

Izmantotā literatūra

1. Apsītis J. (1956). *Laukkopība* / trešais papildinātais un pārstrādātais izdevums. O. Kulitāna redakcijā. Rīga: LVI. 464 lpp.
2. Ausmane M., Melngalvis I., Ruža A. (2015). Augsnes apstrādes un augu maiņas ietekme uz ziemas rapša (*Brassica napus* L.) sējumu nezālainību. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences raksti (2015. gada 19.–20. februāris), Jelgava: LLU, 78.–83. lpp.
3. Hanf M. (1983). *The Arable Weeds of Europe with their seedlings and seeds*. BASF. Ludwigshafen, p. 494.
4. Kopmanis J. V., Lapins D. K. (2006). Dynamic of weed flora in spring barley applying reduced dosages of herbicides. **B:** *Академия Аграрных наук Украины, Общество гербологов Украины, Научные труды международной конференции*. Київ: Колобиг, p. 141–152.
5. Lapiņš D., Kažotnieks J. (2001) *Laukkopība*. Mācību palīg līdzeklis lauksaimniecības tehnikumu audzēkņiem, studentiem, zemnieku konsultantiem un lauksaimniecības speciālistiem. Jelgava, Ozolnieki, LLU, LLKC, 247 lpp.
6. Lejiņš A. (1979) *Nezāļu dīgstu pazīšana un apkarošana*. Rīga: Liesma. 139 lpp.
7. Ņečajeve J., Dudele I., Mintāle Z., Isoda-Krasovska A., Čūriške J., Rancāns K., Polis D., Kauliņa I., Morozova O., Spuriņa L. (2015). Nezāļu izplatība graudaugu sējumos Latgalē. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences raksti (2015. gada 19. – 20. februāris), Jelgava: LLU, 117.–121. lpp.
8. Rasiņš A., Tauriņa M. (1982). *Nezāļu kvantitātes uzskaites metodika Latvijas PSR apstākļos*. Rīga: LM ZTIP. 24 lpp.
9. Vanaga I. (2010). *Nezāļu izplatības dinamika un to ierobežošanas iespējas graudaugos augu maiņā Vidzemē*: promocijas darba kopsavilkums Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava: LLU. 58 lpp.

SLĀPEKĻA MĒSLOJUMA UN AUGSNES APSTRĀDES IETEKME UZ ZIEMAS RAPŠA RAŽU UN KVALITĀTI

EFFECTS OF NITROGEN FERTILIZER AND SOIL TILLAGE ON WINTER OILSEED RAPE YIELD AND QUALITY

Linda Litke, Zinta Gaile, Antons Ruža

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

linda.litke@llu.lv

Abstract. Winter oilseed rape is the most widely grown oil plant in Latvia. One of the most important agrotechnical measures for oilseed rape growing is the supply of nutrients, especially nitrogen. Nitrogen is the most dynamic plant nutrient, therefore growers should pay an attention to careful use of it in order to prevent N-leaching from the soil. The objective of this research was to analyze nitrogen fertilizer impact on winter oilseed rape yield and quality under two soil tillage systems. Four-year (2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018) experiment was conducted at the research and study farm "Pēterlauki" of Latvia University of Life Sciences and Technologies. The researched factors were eight nitrogen fertilizer rates (N0, N60, N90, N120(80+40); N150(100+50), N180(120+60), N210(120+60+30); N240(140+60+40)) and two types of soil tillage treatments – traditional soil tillage with mould-board ploughing at the depth until 22 cm and reduced soil tillage with disc harrowing at the depth until 10 cm. The results showed that the nitrogen fertilizer rate ($p < 0.001$) and soil tillage ($p < 0.05$) had a significant impact on winter oilseed rape yield. The average seed yield importantly increased until nitrogen fertilizer rate N150 – N180, but this aspect still needs further research. Significantly higher seed yield was observed under traditional soil tillage. Nitrogen fertilizer rate significantly ($p < 0.001$) affected oil content and volume weight. If nitrogen rate was increased, also volume weight increased, but oil content in seed decreased.

Key words: oilseed rape, soil tillage, nitrogen.

Ievads

No eļļas augiem Latvijā visvairāk tiek audzēts ziemas rapsis, un augstu ražu ieguve ir atkarīga no izmantotā mēslojuma. Arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta lauka kultūraugu agronomiski un ekonomiski pamatotai mēslošanai. Īpaši tiek uzsvērti tieši slāpekļa mēslojuma izmantošana, jo pārmērīgi lielu slāpekļa mēslošanas normu lietošana ne tikai ietekmē produkcijas ražošanas izmaksas, bet arī veicina apkārtējās vides piesārņošanu.

Līdz šim Latvijā veikto pētījumu rezultāti norāda uz to, ka ziemas rapša sēklu raža būtiski pieaug līdz slāpekļa mēslojuma normai N120–N150, lielāku slāpekļa mēslojuma normu izmantošana ievērojamu ražas pieaugumu negarantē vai arī pat izraisa ražas samazināšanos (Ruža u.c., 2012). Taču Latvijā arvien plašāk tiek izmantotas potenciāli augstražīgākas šķirnes, kuru audzēšanā īsteno intensīvākas audzēšanas tehnoloģijas, kā rezultātā palielinās slāpekļa mēslošanas normas, kas savukārt sadārdzina ražošanas izmaksas. Līdz ar to joprojām aktuāli ir skaidrot, kādas izmantotās slāpekļa mēslojuma normas ir agronomiski pamotas. Pētījuma mērķis ir analizēt slāpekļa mēslojuma ietekmi uz ziemas rapša ražu un kvalitāti lauka izmēģinājumos divos augsnes apstrādes veidos.

Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi tika ierīkoti LLU MPS „Pēterlauki” (56° 30.658' N un 23° 41.580' E) 2014./2015., 2015./2016., 2016./2017. un 2017./2018. gadā. Izmēģinājumā pētīja divu faktoru ietekmi: faktors A bija slāpekļa mēslojuma norma (kopā astoņi varianti: (N0, N60, N90, N120(80+40); N150(100+50), N180(120+60), N210(120+60+30); N240(140+60+40)) un faktors B bija augsnes apstrāde – tradicionālā augsnes apstrāde ar augsnes aršanu jeb aramkārtas apvēršanu līdz 22 cm dziļumam un reducētā augsnes apstrāde ar augsnes lobīšanu līdz 10 cm dziļumam.

Ziemas rapša izsējas norma bija mazliet atšķirīga atkarībā no sējas laika 2014./2015. gadā (šķirne 'Edimax CL') – 100 dīgstošas sēklas uz m². 2015./2016. gadā (šķirne 'Visby F1'),

2016./2017. gadā (šķirne 'Veritas CL') un 2017./2018. gadā (šķirne 'Visby F1') – 80 dīgstošas sēklas uz m². Visos izmēģinājuma gados priekšaugi bija graudaugi. Izmēģinājumi ierīkoti virsēji velēnglejotā augsnē, kas pēc granulometriskā sastāva ir puteklains smilšmāls. Augsnes agroķīmiskie rādītāji ik gadu atšķīrās (1. tab.).

1. tabula Table 1

Augsnes agroķīmiskie rādītāji atkarībā no audzēšanas gada
Soil agrochemical characteristics depending on growing year

Audzēšanas sezona / Growing season	pH KCl / pH KCl	Organiskās vielas saturs, % / Organic matter content, g kg⁻¹	P₂O₅ saturs / P₂O₅ content	K₂O saturs / K₂O content
2014./2015.	6.9	3.2	134	238
2015./2016.	6.7	2.0	77	143
2016./2017.	6.7	2.3	498	163
2017./2018.	6.8	3.9	97	157

Pavasārī, tiklīdz atjaunojusies veģetācija, visiem mēslošanas variantiem, izņemot kontroles (N0) variantu, tika iestrādāts attiecīgais slāpekļa mēslojuma daudzums amonija nitrāta (N 34.4%) veidā. Mēslošanas variantos ar dalīto mēslojuma normu otrā mēslošana veikta 32.–35. AE, izmantojot amonija sulfātu (N:S 21:24) 200 kg ha⁻¹, pārējo nepieciešamo slāpekļa mēslojuma daudzumu nodrošinot ar amonija nitrātu. Trešā mēslošana veikta 52.–55. AE, izmantojot amonija nitrātu.

Pēc izmēģinājuma nokulšanas iegūtā sēklu raža nosvērta, noteikts mitrums un aprēķināta sēklu raža pie standartmitruma (8%) un 100% tīrības. No katra lauciņa ražas tika paņemts sēklu paraugs, ko izmantoja ziemas rapša ražas kvalitātes noteikšanai LLU LF graudu un sēklu mācībuzinātniskajā laboratorijā. Eļļas saturs sēklās un tīlpummasa tika noteikta, izmantojot ekspresmetodi, ar „Infratec 1241” (2014./2015., 2015./2016., 2016./2017. g.) un „Infratec NOVA” (2017./2018. g.), savukārt 1000 sēklu masa noteikta ar standartmetodi (LVS EN ISO 520). Datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot programmu „R-Studio”.

Pētījumu gados meteoroloģiskā situācija krasi atšķīrās no vidējiem ilggadīgajiem rādītājiem. Pirmie trīs pētījuma gadi bija labvēlīgi rapša audzēšanai: 2014./2015. gada rudens bija garš un vēss, bet pavasaris bija mēreni silts un mitrs; 2015./2016. gada rudens bija salīdzinoši silts un sauss, pavasaris – silts, ar nelielu nokrišņu daudzumu; 2016./2017. gada rudens bija silts un sauss, pavasaris bija silts un ar nelielu nokrišņu daudzumu, bet vasara bija lietaina, it īpaši jūlijā. Pēdējais jeb 2017./2018. izmēģinājumu gads krasi atšķīrās no iepriekšējiem. Rudens periods bija silts un nokrišņiem bagāts, bet pavasarī (maijā) iestājās ilgstošs sausuma periods, kas ilga līdz pat ražas novākšanai un ietekmēja rapša ražas veidošanos.

Rezultāti un diskusijas

Līdz šim Latvijā veikto pētījumu rezultāti liecināja, ka ziemas rapša sēklu raža pieaug līdz slāpekļa mēslojuma normai N120–N150, lielāku slāpekļa mēslojuma normu izmantošana būtisku ražas pieaugumu nesniedz vai pat izraisa ražas samazināšanos (Ruža u.c., 2012). Arī Igaunijā veiktajos pētījumos konstatēts, ka slāpekļa mēslojumam ir pozitīva ietekme uz ziemas rapša sēklu ražu. Palielinoties slāpekļa mēslojuma normai, pieaug arī iegūtās ražas lielums un, salīdzinot slāpekļa mēslojuma normas 120, 140 un 160 kg ha⁻¹, tika konstatēts, ka augstāka sēklu raža iegūta, izmantojot mēslošanas normu 120 kg ha⁻¹ (Narits, 2010). Arī mūsu pētījuma rezultāti norāda uz to, ka slāpekļa mēslojums būtiski (p<0.001) ietekmēja iegūto sēklu ražu un, palielinoties slāpekļa mēslojuma normai, pieauga iegūtās sēklu ražas lielums (2. tab.). Nozīmīgs vidējais sēklu ražas pieaugums vairumā gadījumu novērots, izmantojot slāpekļa mēslojuma normas līdz N150–N180. Turpmākas slāpekļa mēslojuma normu palielināšanas ietekme uz ražas pieaugumu bija pretrunīga.

Iegūtie rezultāti liecina, ka arī augšnes apstrādes veidam bija būtiska (p<0.05) ietekme uz rapša sēklu ražu. Visos izmēģinājuma gados augstāka vidējā sēklu raža tika iegūta, īstenojot tradicionālo augšnes apstrādi, bet trijos gados ražu starpība bija būtiska. Līdzīgi rezultāti iegūti

Rumānijā veiktajā pētījumā, kur tika salīdzināti dažādi augsnes apstrādes veidi. Salīdzinot minimālos augsnes apstrādes variantus ar tradicionālo augsnes apstrādi, tika konstatēts, ka tradicionālā augsnes apstrāde, kas paredzēja augsnes aršanu, nodrošināja augstāko rapša sēklu ražu (Chiriac *et al.*, 2012).

2. tabula Table 2

Vidējā ziemas rapša sēklu raža atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas, augsnes apstrādes un audzēšanas gada, t ha⁻¹

Average winter oilseed rape seed yield depending on nitrogen fertilizer rate, soil tillage and growing seasons, t ha⁻¹

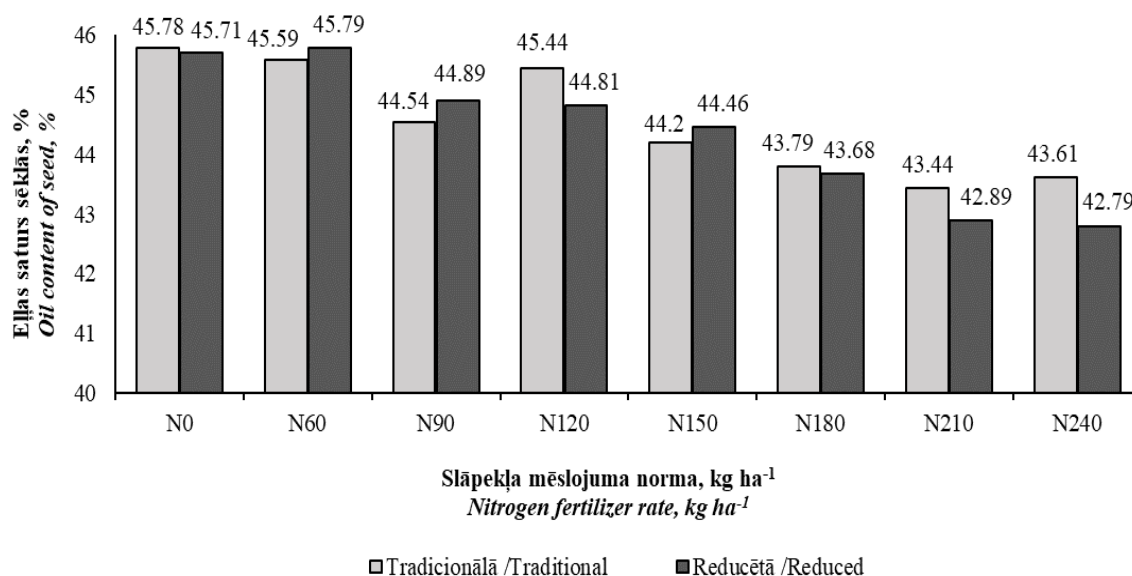
N norma	2014./2015.		2015./2016.		2016./2017.		2017./2018.	
	tradicionālā traditional	reducētā reduced	tradicionālā traditional	reducētā reduced	tradicionālā traditional	reducētā reduced	tradicionālā traditional	reducētā reduced
N0	2.88 ^a	2.82 ^a	2.52 ^a	2.08 ^a	2.78 ^a	1.55 ^a	0.78 ^a	0.51 ^a
N60	4.26 ^{ab}	4.57 ^{ab}	3.66 ^b	3.26 ^b	3.27 ^{ab}	2.67 ^{ab}	1.35 ^{ab}	0.99 ^b
N90	4.54 ^{ac}	5.01 ^{ac}	4.13 ^{bc}	3.55 ^{bc}	3.24 ^{ac}	3.21 ^{ac}	1.36 ^{ac}	1.22 ^{bc}
N120	5.54 ^{bcd}	5.62 ^{bc}	4.28 ^{bd}	4.09 ^{cd}	4.23 ^{ad}	3.90 ^{bc}	1.48 ^{ad}	1.29 ^{bd}
N150	5.66 ^{bce}	5.66 ^{bc}	4.37 ^{cd}	4.17 ^{ce}	4.28 ^{ae}	4.07 ^{bc}	1.72 ^{ae}	1.55 ^{ced}
N180	6.30 ^{ef}	6.28 ^{bc}	4.78 ^{cd}	4.48 ^{de}	4.51 ^{af}	4.18 ^{bc}	1.66 ^{af}	1.64 ^{df}
N210	6.63 ^{def}	5.91 ^{bc}	4.75 ^{cd}	4.50 ^{de}	4.74 ^{bcd}	4.10 ^{bc}	1.83 ^{bcd}	1.73 ^{ef}
N240	6.75 ^{def}	6.22 ^{bc}	4.73 ^{cd}	4.34 ^{de}	4.96 ^{bcd}	4.32 ^{bc}	1.83 ^{bcd}	1.78 ^{ef}
Vidēji/ Average	5.32A	5.26A	4.15A	3.81B	4.00A	3.50B	1.50A	1.35B

a;b;c;d;e;f – ražas, kas apzīmētas ar dažādiem burtiem kolonnās, būtiski atšķiras; A;B – vidējās ražas katrā izmēģinājuma gadā, kas apzīmētas ar dažādiem burtiem, būtiski atšķiras.

Audzēšanas gads būtiski ($p < 0.001$) ietekmēja iegūto sēklu ražu. Augstu sēklas ražu veidošanai labvēlīgs bija 2014./2015. gads, kad tradicionālās augsnes apstrādes variantā sēklu raža atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas bija 2.88–6.75 t ha⁻¹, bet reducētās augsnes apstrādes variantā sēklu raža veidoja 2.82–6.28 t ha⁻¹. Arī 2015./2016. un 2016./2017. gads bija samērā labvēlīgs periods ziemas rapša audzēšanai. Vidējā sēklu raža 2015./2016. gadā bija 2.52–4.78 t ha⁻¹ tradicionālās augsnes apstrādes variantā un 2.08–4.50 t ha⁻¹ reducētās augsnes apstrādes variantā. Savukārt 2016./2017. gadā 2.78–4.96 t ha⁻¹ tradicionālā augsnes apstrādes variantā un 1.55–4.32 t ha⁻¹ reducētās augsnes apstrādes variantā. Turpretī 2017./2018. gadā iegūtā sēklu raža bija ļoti zema – 0.78–1.83 t ha⁻¹ tradicionālās augsnes apstrādes variantā un 0.51–1.78 t ha⁻¹ reducētās augsnes apstrādes variantā. Cerības, ka pēdējais gads ieviesīs lielāku skaidrību par vēlamo N normu ziemas rapšim, neattaisnojās nelabvēlīgo meteoroloģisko apstākļu dēļ.

Svarīgākais no rapša kvalitātes rādītājiem ir eļļas saturs sēklās. Literatūrā ir minēts, ka slāpekļa mēslojumam ir būtiska ietekme uz eļļas saturu sēklās, taču tā ir negatīva. Pieaugot N mēslojuma normai, eļļas saturs sēklās samazinās (Pelle, 2002; Farahbakhsh, 2006; Narits, 2010). Līdzīgi rezultāti tika iegūti arī šajā izmēģinājumā, konstatējot, ka slāpekļa mēslojumam ir būtiska ($p < 0.001$) ietekme uz eļļas saturu sēklās un, pieaugot slāpekļa mēslojuma normai, eļļas saturs rapša sēklās samazinājās (skat. 1. att.). Augsnes apstrādes veidam nebija būtiskas ($p = 0.153$) ietekmes uz eļļas saturu rapša sēklās. Abos augsnes apstrādes variantos eļļas saturs bija līdzīgs. Īstenojot tradicionālo augsnes apstrādi, vidējais eļļas saturs rapša sēklās atkarībā no mēslošanas normas bija 43.44–45.78%, bet reducētās augsnes apstrādes variantā tas veidoja 42.79–45.79%. Eļļas saturu rapša sēklās ievērojami ($p < 0.001$) ietekmēja izmēģinājuma gada apstākļi. Augstākais vidējais eļļas saturs sēklās konstatēts 2017./2018. gadā (45.35–47.27%), kad iegūta zemākā sēklu raža. Vidējais eļļas saturs sēklās 2014./2015. gadā bija 42.44–45.79%, 2015./2016. gadā 41.60–46.81%, bet 2016./2017. gadā 42.83–44.49%.

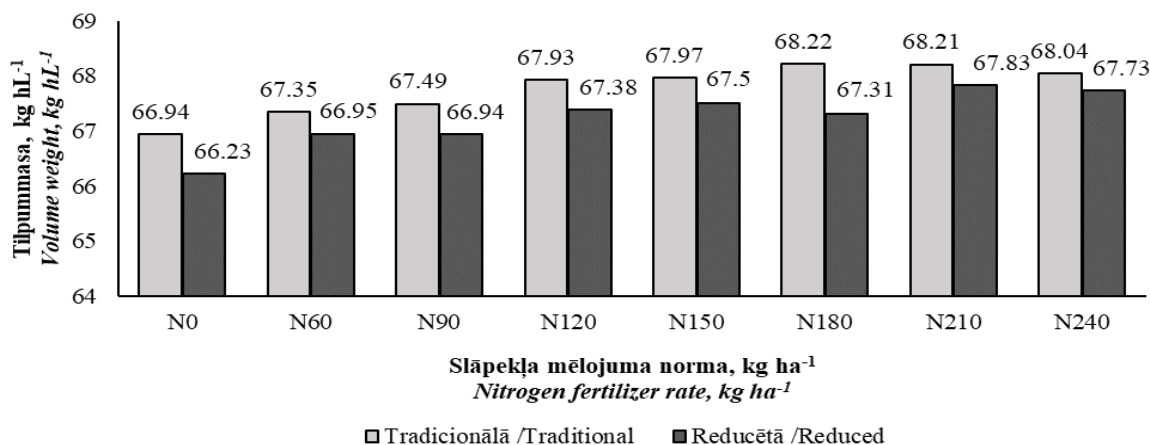
Datu matemātiskā apstrāde liecina, ka gan slāpekļa mēslojumam, gan augsnes apstrādes variantam, gan audzēšanas gada apstākļiem bija būtiska ($p < 0.001$) ietekme uz ziemas rapša sēklu tilpummasu. Pieaugot slāpekļa mēslojuma normai, novērots, ka tilpummasa palielinās (skat. 2. att.). Salīdzinot tilpummasu atkarībā no augsnes apstrādes variantā, tika konstatēts, ka augstāka sēklu tilpummasa novērota situācijās, kad tika īstenots tradicionālais augsnes apstrādes veids.



1. att. Vidējais eļļas saturs ziemas rapša sēklās pētījuma periodā atkarībā no slāpekļa mēroījuma normas un augsnes apstrādes.

Fig. 1. Average winter oilseed rape oil content depending on nitrogen fertilizer rate and soil tillage.

Literatūrā ir minēta šāda informācija – izmantotajam mēroījumam ir ietekme uz rapša 1000 sēklu masu (Barlóg *et al.*, 2004; Öztürk, 2010), taču mūsu izmēģinājumā lietotajai N mēroījuma normai nebija būtiskas ($p=0.460$) ietekmes uz ziemas rapša 1000 sēklu masu. Jāatzīst, ka tika novērota kāda tendence – palielinoties slāpekļa mēroījuma normai, 1000 sēklu masa nedaudz samazinās (skat. 3. att.).

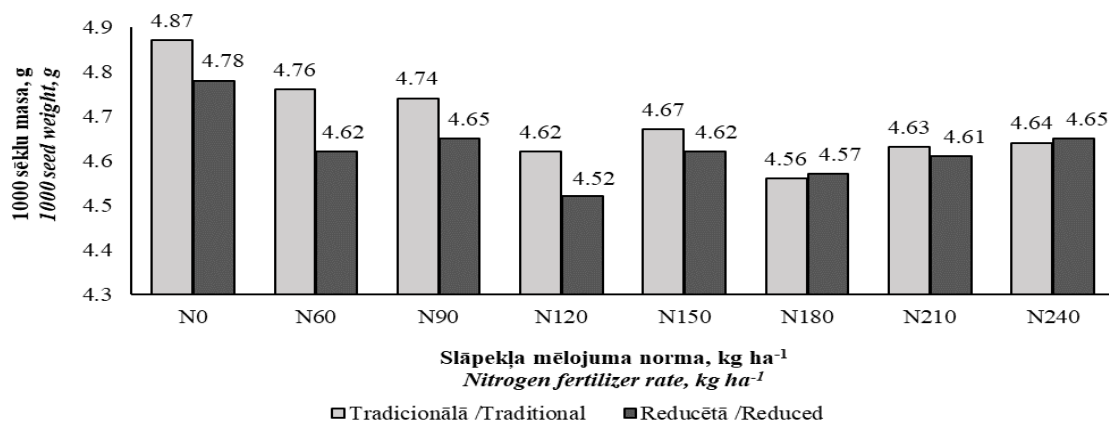


2. att. Vidējā ziemas rapša tilpummasa atkarībā no slāpekļa mēroījuma normas un augsnes apstrādes varianta.

Fig. 2. Average winter oilseed rape volume weight depending on nitrogen fertilizer rate and soil tillage variant.

Arī augsnes apstrādes veidam nebija būtiskas ($p=0.326$) ietekmes uz rapša 1000 sēklu masu, tādējādi abos augsnes apstrādes variantos vidējā 1000 sēklu masa bija līdzīga. Izmēģinājumā pat audzēšanas gads būtiski neietekmēja ($p=0.43$) ziemas rapša 1000 sēklu masu. Savukārt Turcijā veiktajos pētījumos ir konstatēts, ka audzēšanas gada apstākļiem ir būtiska ietekme uz 1000 sēklu

masu un 1000 sēklu masa samazinās, ja sēklu pildīšanās laikā nav pietiekami daudz nokrišņu un mitruma augsnē (Öztürk, 2010).



3. att. Vidējā ziemas rapša 1000 sēklu masa atkarībā no slāpekļa mēlojuma normas un augsnes apstrādes varianta.
Fig. 3. Average winter oilseed rape 1000 seed weight depending on nitrogen fertilizer rate and soil tillage variant.

Secinājumi

Neņemot vērā četru pētījuma gadu meteoroloģisko apstākļu atšķirības, tika novērota tendence, ka ziemas rapša sēklu raža nozīmīgi pieaug līdz mēslošanas normai N150–N180, tomēr šī jautājuma izpētei pētījumi būtu jāturpina. Īstenojot tradicionālo augsnes apstrādi, vidējā sēklu raža trīs gados no četriem bija ievērojami ($p < 0.05$) augstāka nekā reducētās augsnes apstrādes variantā.

Slāpekļa mēlojuma normas palielināšana būtiski ($p < 0.001$) samazināja eļļas saturu sēklās un palielināja sēklu tilpummasu, taču izmantotā slāpekļa mēlojuma norma būtiski ($p = 0.460$) neietekmēja 1000 sēklu masu.

Pateicība

Pētījums veikts, pateicoties Valsts un Eiropas Savienības atbalsta investīciju veicināšanai lauksaimniecībā tēmas „Minerālmēslu maksimālo normu noteikšana kultūraugiem” ietvaros un LLU programmai “Zinātniskās kapacitātes stiprināšana LLU”, projekts Z 24.

Izmantotā literatūra

1. Barłóg P, Grzebisz W. (2004). Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). I. growth dynamics and seed yield. *Journal Agronomy & Crop Science*, Vol. 190, p. 305–313.
2. Chiriac G., Raus L., Coroi I. G., Gales D. C., Lazarescu E., Jitareanu G. (2012). Effect of tillage and oilseed rape cultivar (*Brassica napus* L.) on soil physical properties and yield. *In: International Conference: Safety Health and Welfare in Agriculture and in Agro-food Systems*, Ragusa, Italy 3– September, 2012, p. 484–490.
3. Farahbakhsh H., Pakgohar N., Karimi A. (2006). Effects of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components and oil content of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, Vol. 5, p. 112–115.
4. Narits L. (2010). Effect of nitrogen rate and application time to yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* subvar. *biennis*). *Agronomy Research*, Vol. 8, p. 671–686.
5. Öztürk Ö. (2010). Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yields components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*, Vol. 70(1), p. 132–141.
6. Pelle D. (2002). Oilseed rape varietal response to nitrogen fertilization. *GCIRC Bulletin*, 18, file:///C:/Users/LIETOT~1/AppData/Local/Temp/SWQ9MjgxOA==.pdf
7. Ruža A., Gaile Z., Balodis O., Kreita Dz., Katamadze M. (2012). Slāpekļa mēlojuma normu ietekme uz barības vielu izmantošanas rādītājiem ziemas rapsim. *No: Zinātne Latvijas*

lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija: LLU LF, LAB un LLMZA Zinātniski praktiskās konferences raksti (2012. gada 23.–24. februāris), Jelgava: LLU, 86.–90. lpp.

CŪKU MĒSLU DIGESTĀTA PASKĀBINĀŠANAS IETEKME UZ AMONJAKA EMISIJU APJOMIEM ZIEMAS RAPŠA SĒJUMOS

AMMONIA EMISSION REDUCTION EFFECT ON ACIDIFICATION OF SWINE MANURE DIGESTER APPLIED IN WINTER RAPESEED FIELDS

Jovita Pilecka^{1, 2}, Inga Grīnfelde^{1, 2}

¹LLU Vides un būvzinātņu fakultāte, Vides un ūdenssaimniecības katedra, ²LLU Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija
jovita.pilecka@llu.lv

Abstract. Agriculture is the main source of global ammonia emissions. It generates about 75% of global ammonia emissions into the atmosphere and soil fertilization accounts for half of agricultural emissions. Fresh air is a basic human need for both health and the immune system. Air pollution can be defined as a moment when concentration of gases in the air reaches such a large amount that plants, animals and ecosystems are directly or indirectly affected. Ammonia emissions have a negative impact on ecosystems and human health, as they accumulate both as solid particles and as an ingredient of acid rain. Measures of ammonia emissions mitigation can be divided into three large groups: the first group refers to measures of ammonia emission mitigation in animal housing, the second group refers to ammonia emission mitigation measures during the storage of manure and the third group is ammonia emission mitigation measures for fertilizer application. One of mitigation measures is acidification of pig slurry digestate in the field. Measurements of ammonia emissions were made in Jaunbērze parish on 30 April and 1 May, 2018. Sulphate (NS 21:24) and pig manure digestate were used for fertilization. The Picarro G2508 used to conduct the study allows real-time measurements of ammonia concentrations at 1 second intervals, with measuring time of 400 seconds. The volume of the measurement chamber is 60 l connected to the Picarro G2508 using a 10 m long Teflon tube. When measuring ammonia emissions, 3 iterations were performed for each measurement, the reference error was less than 5%. Emissions after digestate application were measured at different time intervals: the first measurement session was immediately after the digestate application, the second measurement session was measured after 2 hours, the third measurement session was measured after 4 hours and the fourth was the measurement after 24 hours. The highest emission immediately after digestate dispersal of 4500 g h⁻¹ ha⁻¹ was detected on the plot without vegetation. The increased ammonia emission is explained by the high pH 7.9 digestate. The lowest ammonia emission at 710 g h⁻¹ ha⁻¹ was detected in the sample plot where acidified digestate was dispersed and where there was winter rape plantation which could be explained by reduced pH 6.4 and the ability of winter rapeseed to absorb ammonia. The result of ammonia emissions in the digestate without vegetation was about twice as high as in the digestate with vegetation. Acidified digestate with vegetation showed three times higher reduction of ammonia emissions in comparison with acidified digestate without vegetation. Ammonia emissions without digestion after 24 hours was 13 kg ha⁻¹, acidified digestate without vegetation 8.5 kg ha⁻¹, but acidified digestate with vegetation within 24 hours reached 2.5 kg h⁻¹ ammonia emissions, which was five times lower than digestate without vegetation.

Key words: Picarro G2508, action to reduce GHG.

Ievads

Lauksaimniecība rada 75% no globālajām amonjaka emisijām atmosfērā, tādējādi tā ir galvenais amonjaka emisiju avots (Amann *et al.*, 2013). Puse no lauksaimniecības emisijām rodas augšņu mēslošanas rezultātā (Beusen *et al.*, 2008). Amonjaka emisijas negatīvi ietekmē ekosistēmas un cilvēku veselību, jo tās spēj uzkrāties gan kā cietās daļiņas, gan kā skābo lietu sastāvdaļa (Stokstad, 2014). Amonjaka emisiju samazinošos pasākumus var iedalīt 3 lielās grupās: 1. grupa – amonjaka samazinošie pasākumi dzīvnieku mītnēs; 2. grupa – amonjaka samazinošie pasākumi kūtsmēslu uzglabāšanas laikā; 3. grupa – amonjaka samazinošie pasākumi mēslojuma iestrādes laikā, pie kuras pieder skābināšanas pasākumi.

Augsne ir tikai viens no amonjaka emisiju avotiem, jo emisijas no tās izdalās tikai tad, ja ir veikta slāpekļa mēslojuma pievienošana augsnei. Ir vairāki faktori, kas var ietekmēt NH₃

iztvaikošanu no augsnes. Ūdens iztvaikošanas laikā, kas atrodas augsnē, ūdens tvaiki sev līdzīgi nes arī NH_4^+ un HCO_3^- jonus, kas palielina NH_3 gāzu koncentrāciju augsnes virsējā slānī. Augsnei drenējoties, ūdens pārvietojas uz augsnes zemākajiem slāņiem, NH_4^+ un HCO_3^- joni tiek ienesti dziļāk augsnes profila zemākajos slāņos (Kirk, Nye, 1991). Latvijas ģeomorfoloģiskajos un klimatiskajos apstākļos nav testēta skābināšanas pasākumu ietekme uz amonjaka emisijām. Darbā izvirzīta hipotēze, ka skābināšanas pasākumi un veģetācija samazina amonjaka emisijas.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot, vai un kā mainās amonjaka emisijas, ja cūku mēslu digestāts ir paskābināts, un – vai emisijas mainās atkarībā no veģetācijas esamības vai neesamības.

Materiāli un metodes

Mērījumi tika veikti ziemas rapša sējumos, kas atrodas Jaunbērzes pagastā. Tie notika 2018. gada 30. aprīlī un 1. maijā. Mērījumi veikti ar iekārtu „Picarro G2508”, kas savienota ar 60 litru tilpuma mērījumu kameru (skat. 1. att.), izmantojot teflona caurulītes.

Iekārtas „Picarro” ražotāji ir izstrādājuši augstas rezolūcijas zinātniskās iekārtas gāzu koncentrāciju noteikšanai. „Picarro G2508” vienlaikus var noteikt piecas gāzes – dislāpekļa oksīdu (N_2O), metānu (CH_4), ogļskābo gāzi (CO_2), amonjaku (NH_3) un ūdeni (H_2O) tvaika formā. Ūdens tvaika mērījums nodrošina N_2O , CO_2 un CH_4 gāzu sauso molekulāro koncentrāciju noteikšanu (Fleck *et al.*, 2013). Tehnoloģijas pamatu veido fakts, ka jebkurai mazas molekulas gāzei ir unikāls infrasarkanās gaismas absorbcijas spektrs pie spiediena, kas zemāks nekā atmosfērā. Šādos apstākļos gaismas absorbcijas spektrs sastāv no rindas tuvu izkārtotu, labi identificējamu, asu līniju, kur katrai ir savs raksturīgs viļņa garums. Tas ir priekšnoteikums šīs metodikas attīstībai, jo pēc absorbcijas stipruma, respektīvi, mērot konkrētu absorbcijas maksimumu, var noteikt jebkuras gāzes koncentrāciju. Tradicionālo infrasarkanā spektrometru nepilnība ir tāda, ka nav iespējams noteikt gāzu koncentrācijas gāzu zemā absorbcijas līmeņa dēļ, un mērinstruments ir spējīgs noteikt gāzu tilpuma miljonās daļas koncentrācijas gaisā (ppm). CRDS (Cavity Ring-Down Spectroscopy) tehnoloģija, ko izstrādāja „Picarro Ltd.”, samazina minimālo nosakāmo koncentrāciju līdz miljonai daļai (ppb), efektīvi izmantojot lāzera gaismas staru, kura ceļš var sasniegt pat daudzu kilometru garumu instrumenta mērījuma kamerā ar mērījumu biežumu pat vairākas reizes sekundē (Picarro, 2019). Staru kūli no vienas frekvences lāzerdiodes pa instrumenta mērījumu kameru virza 3 spoguļi, tādā veidā nodrošinot nepārtrauktu cirkulējošo lāzera kustību. Fotodetektors fiksē gaismas daudzumu, kas izplūst caur vienu no spoguļiem, kas ir proporcionāla intensitātei mērījumu kamerā. Momentā, kad fotodetektora signāls sasniedz sliekšņa līmeni (dažu desmitu mikrosekunžu laikā), nepārtrauktais lāzera stars pēkšņi tiek izslēgts. Gaismas stari, kas jau ir instrumenta mērījuma kamerā, turpina atstaroties pret spoguļiem (aptuveni 100 000 reizes). Tā kā spoguļiem atstarošanās spēja ir zemāka par 100% (99.99%), gaismas intensitāte mērījuma kamerā pakāpeniski sarūk un eksponenciāli samazinās līdz 0. Šo lēcieni uz leju laika vienībā fiksē fotometrs (Picarro, 2019).

Iepriekš tika aprakstīta situācija tukšā instrumenta mērījumu kamerā, taču brīdī, kad tiek ievadīts gāzu maisījums, kura koncentrācijas ir jānosaka, gāze instrumenta mērījumu kamerā paātrina lāzera stara nodzēšanās laiku pēc lāzera diodes darbības pārtraukšanas. Atbilstoši lāzera dzēšanas laikam „Picarro” ir izstrādājis aprēķinu algoritmu koncentrāciju noteikšanai konkrētām gāzēm (Picarro, 2019).

Amonjaka mērījumi ar šo multispektrometru kopā ar ūdens tvaika mērījumiem ir sarežģītāk interpretējami nekā CO_2 , NH_4 un N_2O . Amonjaks NH_3 var nogulsneties gan caurulītēs, gan uz citām instrumenta virsmām (Fleck *et al.*, 2013).



1. att. Amonjaka mērījumi ar „Picarro G2508” un 60 l mērījumu kameru.

Fig. 1. Ammonia measurements with Picarro G2508 and 60 l chamber.

Skābināšanai tiek izmantots traktors ar piemontētu viena kubikmetra tilpuma konteineru, kas pildīts ar sērskābi (skat. 2. att.). Šī sistēma ir pieslēgta pie digestāta cisternas, uz kuras atrodas skābes iestrādes maisītājs, kas iestrādā skābi digestātā. Iekārtai ir sensors, kas nepārtraukti mēra pH līmeni, to automātiski uzturot 6.4 pH līmenī. Sērskābe kopā ar digestātu tiek novadīta uz mēslojamās platības ar izkliedētāju, kuram ir nokarenās caurules.

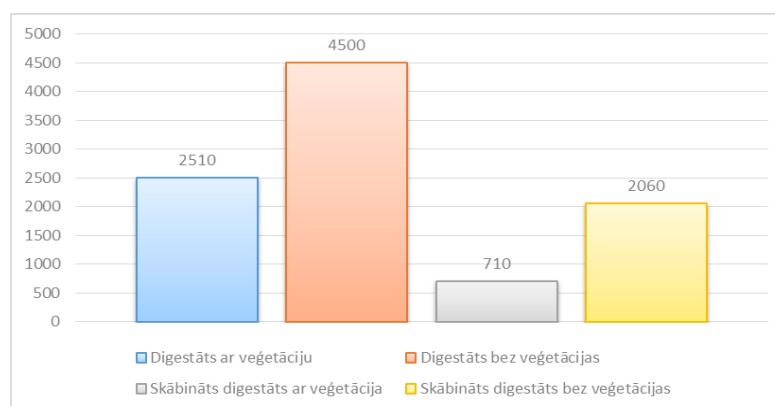


2. att. Šķidrmēslu izkliede ar nokarenajām caurulēm.

Fig. 2. Dispersion of slurry with hanging hoses.

Rezultāti un diskusijas

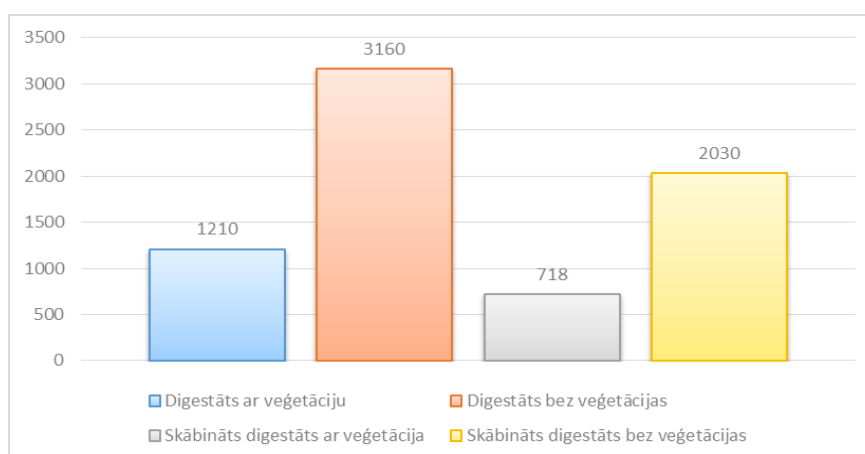
Veicot amonjaka emisiju mērījumus, katrai tehnoloģijai tika veikti koncentrāciju mērījumi 3 atkārtojumos, standartklūda ir mazāka par 5%. Amonjaka emisijas pie dažādām iestrādes tehnoloģijām uzreiz pēc digestāta izkļiedes ir atspoguļotas 3. attēlā. Visaugstākā emisija $4500 \text{ g h}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ tika konstatēta parauglaukumā bez veģetācijas. Paaugstinātās amonjaka emisijas izskaidrojamas ar augsto 7.9 pH līmeni digestātā. Zemākā amonjaka emisija $710 \text{ g h}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ tika konstatēta parauglaukumā, kur tika izkliedēts skābināts digestāts un bija ziemas rapša stādījumi, kas izskaidrojams ar pazemināto 6.4 pH līmeni un ziemas rapšu spēju absorbēt amonjaku. Bez veģetācijas digestāts uzrādīja aptuveni divas reizes augstāku amonjaka emisiju nekā digestāts ar veģetāciju. Skābināts digestāts ar veģetāciju uzrāda trīskāršu amonjaka emisiju samazinājumu pret skābinātu digestātu bez veģetācijas.



3. att. Amonjaka emisijas pēc digestāta izkliedes $\text{g h}^{-1} \text{ha}^{-1}$ pie dažādām iestrādes tehnoloģijām.

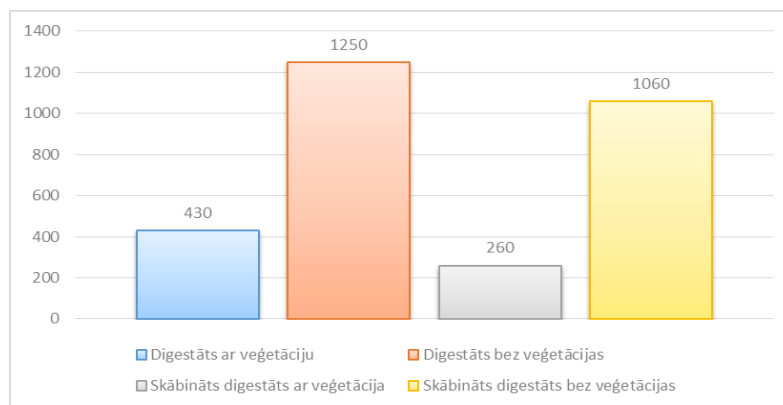
Fig. 3. Ammonia emissions after digestate dispersion $\text{g h}^{-1} \text{ha}^{-1}$ with different incorporation technologies.

Amonjaka emisijas pie dažādām iestrādes tehnoloģijām divas stundas pēc digestāta izkliedes ir parādītas 4. attēlā. Visaugstākā emisija $3160 \text{ g h}^{-1} \text{ha}^{-1}$ tika konstatēta parauglaukumā bez veģetācijas. Zemākā amonjaka emisija $718 \text{ g h}^{-1} \text{ha}^{-1}$ tika konstatēta parauglaukumā, kur tika izkliedēts skābināts digestāts un bija ziemas rapša sējumi. Bez veģetācijas digestāts uzrādīja aptuveni pusotru reizi augstākas amonjaka emisijas nekā digestāts ar veģetāciju. Skābināts digestāts ar veģetāciju uzrāda divkārtu amonjaka emisijas samazinājumu pret skābinātu digestātu bez veģetācijas. Salīdzinot ar emisiju apjomu tūlīt pēc digestāta iestrādes, skābināts digestāts uzrāda tādu pašu emisiju apjomu. Četras stundas pēc digestāta iestrādes amonjaka emisiju apjoms ir samazinājies visās tehnoloģijās (skat. 4. att.), tomēr saglabājas būtiskas atšķirības starp iestrādes tehnoloģijām (skat. 5. att.). Divdesmit četru stundu laikā (skat. 6. att.) amonjaka emisijas bija par 30 reizēm samazinājušās, taču šo faktu var izskaidrot ar spēcīgu lietu nakts laikā starp mērījumiem.



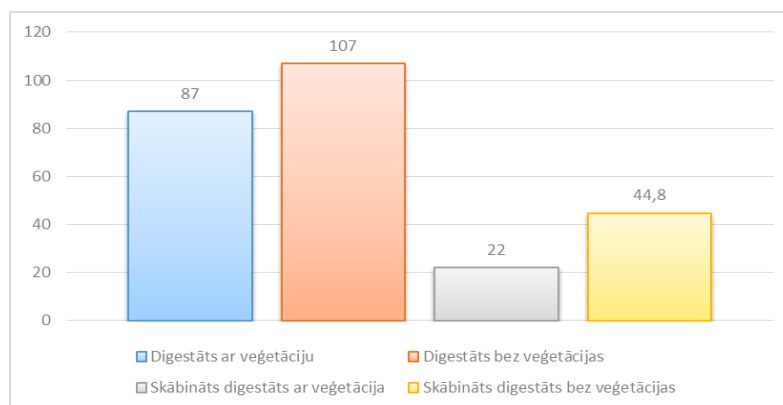
4. att. Amonjaka emisijas divas stundas pēc digestāta izkliedes $\text{g h}^{-1} \text{ha}^{-1}$ pie dažādām iestrādes tehnoloģijām.

Fig. 4. Ammonia emissions two hours after digestate dispersion $\text{g h}^{-1} \text{ha}^{-1}$ with different incorporation technologies.



5. att. Amonjaka emisijas četras stundas pēc digestāta izkļiedes $g\ h^{-1}\ ha^{-1}$ pie dažādām iestrādes tehnoloģijām.

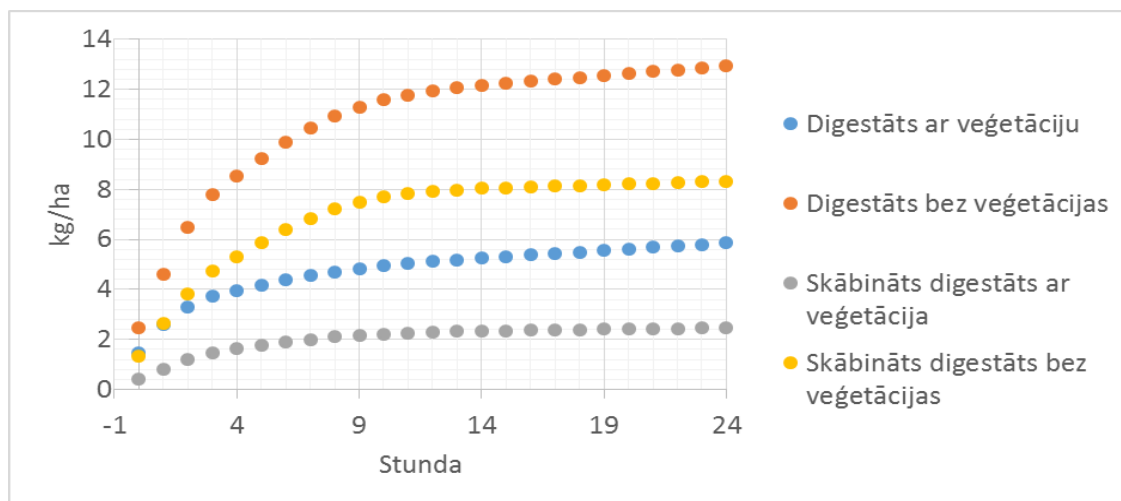
Fig. 5. Ammonia emissions four hours after digestate dispersion $g\ h^{-1}\ ha^{-1}$ with different incorporation technologies.



6. att. Amonjaka emisijas divdesmit četras stundas pēc digestāta izkļiedes $g\ h^{-1}\ ha^{-1}$ pie dažādām iestrādes tehnoloģijām.

Fig. 6. Ammonia emissions twenty-four hours after digestate dispersion $g\ h^{-1}\ ha^{-1}$ with different incorporation technologies.

Kumulatīvā amonjaka emisija pa stundām ir atspoguļota 7. attēlā, kur redzams, ka amonjaka emisijas digestātam bez veģetācijas rādītāji 24 stundu laikā sasniedz $13\ kg\ ha^{-1}$, skābinātam digestātam bez veģetācijas tie veido $8.5\ kg\ ha^{-1}$, savukārt skābināts digestāts ar veģetāciju 24 stundu laikā sasniedz $2.5\ kg\ ha^{-1}$ amonjaka emisiju, kas ir piecas reizes zemāka nekā digestātam bez veģetācijas.



7. att. Amonjaka kumulatīvās emisijas divdesmit četru stundu laikā pēc digestāta izkliedes kg ha^{-1} pie dažādām iestrādes tehnoloģijām.

Fig. 7. Cumulative emissions of ammonia within twenty-four hours after digestate dispersion in kg ha^{-1} with different incorporation technologies.

Secinājumi

Amonjaka emisiju mērījumiem ir iespējams izmantot iekārtu „Picarro G2508” – ar nosacījumu, ka mērījumu kameras rādiusa un augstuma attiecība ir vismaz 1:20.

Skābināšanas pasākumi sniedz būtisku amonjaka emisiju samazinājumu no 40–90% atkarībā no mēslojuma veida (digestāts u.c.), audzētās kultūras, klimatiskajiem un augsnes agroķīmiskajiem apstākļiem.

Lai noskaidrotu skābināšanas tehnoloģijas ietekmi uz amonjaka emisiju samazinājumu, nepieciešams veikt papildu pētījumus, kuros tiek testētas dažādas augsnes un dažādas skābināšanas tehnoloģijas.

Pateicība

Pētījums īstenots ar „Interreg” projekta „Šķidro kūtsmēsļu paskābināšana Baltijas jūras reģionā”, SIA „Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs” un SIA „Lauku Agro” finansiālu atbalstu.

Izmantotā literatūra

1. Amann M., Klimont Z., Wagner F. (2013) Regional and global emissions of air pollutants: Recent trends and future scenarios. *Annual Review of Environment and Resources*. Vol. 38, p. 31–55.
2. Beusen A.H.W., Bouwman A.F., Heuberger P.S.C., Van Drecht G., Van Der Hoek K.W. (2008) Bottom-up uncertainty estimates of global ammonia emissions from global agricultural production systems. *Atmospheric Environment*, Vol. 42, p. 6067–6077.
3. Stokstad E. (2014) Air pollution. Ammonia Pollution From Farming May Exact Hefty Health Costs. *Science*, Vol. 343, p. 238.
4. Kirk G. J. D., Nye P. H. (1991). A model of ammonia volatilization from applied urea. V. The effects of steady-state drainage and evaporation. *Journal of Soil Science*, Vol. 42 Issue 1 p. 103–113.
5. Fleck D., Y. He C. Alexander G. Jacobson Cunningham K. (2013). Simultaneous soil flux measurements of five gases – N_2O , CH_4 , CO_2 , NH_3 , and H_2O – with the Picarro G2508. Picarro Appl. Note AN034.
6. Picarro. Tehnoloģija. Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS). [Tiešsaiste][skatīts 11.01.2019.] Pieejams: <https://www.picarro.com/company/technology/crds>

GANĪBU AIRENES SELEKCIJAS IZEJMATERIĀLA IZVĒRTĒJUMS

PRE-BREEDING ACTIVITIES IN *LOLIUM PERENNE* L.

Sarmīte Rancāne, Pēteris Bērziņš, Ivo Vēzis, Aldis Jansons, Aija Rebāne, Vija Stesele

LLU Zemkopības zinātniskais institūts

sarmite.rancane@llu.lv

Abstract. In the framework of the Nordic-Baltic public private partnership the breeders of the LLU Research Institute of Agriculture was engaged in pre-breeding activities of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) with the aim to make a contribution to the research of perennial ryegrass and improve breeding material of the perennial ryegrass. As a result, persistent, productive, resistant to various stresses populations that are particularly suitable for growing in our climatic conditions could be developed in the future. Perennial ryegrass provides high yields and excellent fodder quality, but in Latvia its cultivation is still risky due to insufficient winter hardiness. The main tasks were to improve the winter hardiness, persistence and stress tolerance of ryegrass growing in Northern European region in the context of the climate change. The article summarizes the data on one of many activities of the project which was the evaluation of tetraploids (hereinafter genotypes, generated in the Lithuanian Agricultural and Forestry Research Centre (LAMMC) in the field conditions. The aim was to obtain detailed phenotypic and ploidy information on 250 genotypes. The total 63 scores for evaluation of genotypes were made over a 3-year period (2016 - 2018). In the 2nd ley year seeds were collected for 199 or 80% of genotypes from 358 plants (48%). Genotypes were grouped depending on the maturing rate and growth habit. The data analysis shows that there are significant differences between the groups. It allows to make a selection for further breeding work. As a result of the previous evaluations and data analyses, in 2018 the most promising plants were selected according to certain criteria, and 6 mutually distinct populations were created. The intercross pollination within the populations and further evaluation and selection will be carried out.

Key words: perennial ryegrass, genotype, genotype, phenotyping, population.

Ievads

Starptautiskā Ziemeļvalstu un Baltijas valstu publiski privātās partnerības projekta ietvaros LLU Zemkopības zinātniskā institūta selekcionāri kopš 2016. gada iesaistījušies ganību aireses pirmsselekcijas aktivitātēs ar mērķi sniegt savu ieguldījumu ganību aireses (*Lolium perenne* L.) selekcijas izejmateriāla izpētē un uzlabošanā – uz šī pamata nākotnē varēs veidot ilggadīgas, ražīgas un pret dažāda veida stresiem noturīgas šķirnes, kas būs spējīgas pielāgoties Latvijas klimatiskajiem apstākļiem.

Ganību airene nodrošina augstas sausas ražas un izcilu lopbarības kvalitāti (Wilkins, Humphreys, 2003), tomēr Latvijas apstākļos tās audzēšana joprojām mēdz būt riskanta nepietiekamās ziemcietības dēļ (Bērziņš *et al.*, 2017). Galvenie projekta īstenošanas uzdevumi – uzlabot ganību aireses genotipu/šķirņu ziemcietību, izturību, ilggadību un citas Ziemeļeiropas reģionam nozīmīgas pazīmes klimata izmaiņu kontekstā. Projekta ietvaros plānots izvērtēt esošos genotipus, t.sk. šķirnes, populācijas, selekcijas numurus un no jauna veidotos ganību aireses genotipus atšķirīgos vides un klimatiskajos apstākļos (Helgadottir *et al.*, 2016). Tāpat paredzēts veidot un atlasīt jaunas, ekoloģiski plastiskas populācijas ar lielu ģenētisko daudzveidību, izturīgas pret dažāda veida biotiskajiem un abiotiskajiem stresiem, kuras būtu spējīgas adaptēties nākotnes mainīgajos klimatiskajos apstākļos.

Augšanas apstākļi Ziemeļeiropā atšķiras no citām vietām pasaulē ar unikālu dienas garumu un citiem vides mainīgajiem apstākļiem – tādiem kā temperatūra, tās svārstības, atkušņu biežums u.c. Tādēļ tikai šajos konkrētajos vides apstākļos ir iespējams izveidot un atlasīt specifiskajiem apstākļiem atbilstošu ģenētisko materiālu. Iegūto augu un datu materiālu plānots izmantot gan praktiskajā selekcijā jaunu šķirņu veidošanai Ziemeļeiropas reģionam, gan kopējās informatīvās bāzes papildināšanā, t.sk. ganību aireses molekulāro marķieru izstrādē un citiem mērķiem. Uzlabots ganību aireses ģenētiskais materiāls ļaus palielināt tās platības un īpatsvaru daudzgadīgo

zālaugu maisījumos (Ostrem *et al.*, 2015), kā arī uzlabot zemeņu ražību un kvalitāti, tādējādi palielinot saimniekošanas ekonomisko efektivitāti.

Rakstā apkopoti dati par vienu no projekta aktivitātēm – Lietuvas Lauksaimniecības un mežsaimniecības pētniecības centrā (LAMMC) mākslīgi izveidoto ganību aireses tetraploīdo augu izvērtējumu lauka apstākļos 2016.–2018. gadā. Mērķis bija iegūt detalizētu fenotipisko un ploiditātes informāciju par 250 mākslīgi izveidotiem ganību aireses tetraploīdajiem genotipiem. Kopumā 3 gadu periodā veikti 63 vērtējumi. Augi tika grupēti pēc agrinuma un augšanas virziena. Datu analīze apliecina, ka grupu vidū vairākiem rādītājiem konstatētas drošas starpības, kas ļauj veikt sekmīgu atlasī turpmākajam selekcijas darbam. Līdzšinējo vērtējumu un datu analīzes rezultātā 2018. gadā tika atlasīti perspektīvākie augi pēc noteiktiem kritērijiem un izveidotas 6 savstarpēji atšķirīgas populācijas, kurām turpmāk tiks veikta saziņošana, atlase un vērtēšana populācijas ietvaros.

Materiāli un metodes

Lietuvas Lauksaimniecības un mežsaimniecības pētniecības centrā (LAMMC), ar kolhicīnu inducējot ģenētiski daudzveidīgu ganību aireses populāciju, tika radīti tetraploīdi augi. Savukārt ģenētiski daudzveidīgā populācija tika iegūta, savstarpēji apputeksnējoties dažādām ganību aireses diploīdajām formām. 2016. gada jūnijā LLU Zemkopības institūts saņēma 250 mākslīgi radītos tetraploīdos augus (turpmāk – genotipi), kuri pirms klonēšanas apmēram divus mēnešus tika audzēti podiņos un vēlāk uz lauka. Augusta beigās augus klonēja un randomizēti izstādīja trīs atkārtojumos, iekārtojot izlases audzētavu ar 750 augiem.

Klonu audzētava tika izvietota velēnu vāji podzolētā smilšmāla augsnē ar organiskās vielas saturu 1.8%, kālija (K_2O) saturu 69 mg kg⁻¹, fosfora (P_2O_5) saturu 66 mg kg⁻¹ un augsnes reakciju pH KCl 5.7. Augi tika izstādīti 60 × 60 cm attālumā. Katram tika piešķirts unikāls numurs un "adrese" – noteikta precīza tā atrašanās vieta audzētavā (rindas un slejas numurs). Trīs gadu periodā (2016.–2018. gadā) veikti dažādi fenoloģiskie novērojumi un vērtējumi. Vairākas pazīmes lielākas ticamības iegūšanai un tendences raksturošanai vērtētas atkārtoti. Šajā rakstā apkopota daļa no vērtējumiem un uzskaitēm: ziemcietība pirmajā un otrajā lietošanas gadā; ataugšanas intensitāte pavasarī un pēc plūvumiem; cera blīvums un lapu platums. Vērtēšanai izmantota 9 ballu skala, kur zemāka atzīme norāda uz vājāku pazīmes izpausmi un augstāka atzīme – uz izteiktāku pazīmes izpausmi. Piemēram, ziemcietība, kas novērtēta ar 3 ballēm, norāda, ka augs ziemojis ļoti vāji, savukārt 9 balles liecina par izcilu ziemcietību konkrētajos apstākļos. Augšanas virziens vērtēts ballēs saskaņā ar UPOV izstrādāto metodiku (*Guidelines for the ...*): 1 – taisns augšanas virziens (~80–90° leņķī); 3 – daļēji taisns (70–75°); 5 – vidējs (45°); 7 – daļēji klājenisks (20–25°); 9 – klājenisks (<15°). Divas reizes veģetācijas laikā vērtēta un uzskaitīta zaļā masa, nogriežot katru augu atsevišķi ar sirpi pilnas vārpošanas laikā. Otrā lietošanas gadā visiem augiem, kuri bija pārziemojuši un netika izbrāķēti uzskatāmu neatbilstību dēļ, ievāca sēklas – nogatavošanās fāzē katru augu atsevišķi nogrieza, sasēja kūlītī un atstāja uz 1–3 dienām lauka apstākļos žūšanai un sēklu briedināšanai. Pēc tam augus savāca un nogādāja laboratorijā turpmākai žāvēšanai, sēklu izberšanai un plānoto uzskaišu veikšanai.

Visi ganību aireses genotipi tika sagrupēti skaitliskā ziņā līdzīgās paraugkopās – pēc agrinuma un augšanas virziena, tādējādi izveidojot 4 pamatgrupas: agrīnie (A); vēlīnie (V); stāvus (>45°) augošie (S); klājeniski augošie jeb "gulošie" (G). Pēc agrinuma augi tika sadalīti divās līdzīgās grupās: 126 genotipi, kuriem plaukšanas sākums fiksēts līdz 123. dienai, rēķinot no gada sākuma, tika grupēti pie agrīnajiem; pārējie 124 genotipi, kuriem plaukšanas sākums fiksēts no 124. dienas, tika grupēti pie vēlīnajiem. Sadalījums pēc augšanas virziena: 126 genotipi, kuru augšanas virziens novērtēts ar 2.7 līdz 5.4 ballēm, tika grupēti kā stāvās formas, un 124 genotipi, kuru augšanas virziens novērtēts ar 5.5 līdz 8.0 ballēm, tika grupēti kā klājeniskās formas. Pamatojoties uz sākotnējo grupējumu, augi tika sadalīti apakšgrupās, kombinējot agrinumu un augšanas virzienu, tādējādi izveidojot vēl 4 papildu grupas: agrie stāvie (AS); agrie gulošie (AG); vēlie stāvie (VS); vēlie gulošie (VG). Grupu vidū vairākiem rādītājiem konstatētas drošas starpības. Genotipu skaits katrā grupā nav pilnīgi identisks, jo tika ņemti vērā vidējie vērtējumi un genotipi ar vienādiem vērtējumiem netika sadalīti atšķirīgās grupās. Iegūtie dati izanalizēti matemātiski, izmantojot dispersijas analīzes metodi (ANOVA). Vidējo vērtību ticamības izvērtēšanai izmantotas robežstarpības, kuras aprēķinātas ar 5% robežticamību.

Rezultāti un diskusijas

Mākslīgi izveidoto ganību aireses genotipu vērtējumi lauka apstākļos un veiktā datu analīze apliecināja, ka iegūtais selekcijas izejmateriāls ir fenotipiski un genotipiski daudzveidīgs. Attīstības gaitas jeb agrinuma ziņā genotipi variēja samērā plašās robežās – plaukšanas sākums 2017. gadā, rēķinot no gada sākuma, svārstījās no 118. līdz 135. dienai. Tādējādi vērtēto genotipu vidū bija gan ļoti agrīnas, gan vidējas, gan arī ļoti vēlīnas formas, jo starpība starp visagrīnāko un visvēlīnāko genotipu plaukšanas sākumu bija 17 dienas.

Ganību aireses trešajā dzīves gadā (2018. gadā) tika piedzīvoti pateicīgi klimatiskie apstākļi ziemcietīgāko un sausumizturīgāko augu atlasei. Lai nodrošinātu daudzveidīga ģenētiskā materiāla ieguvu, no visiem labi un apmierinoši pārziemojušiem augiem 2018. gadā tika ievāktas sēklas. Kopumā tika savāktas sēklas no 199 genotipiem (jeb 80%). Kopumā tie bija 358 augi (jeb 48%). Apmēram pusei (48.4%) no visiem vērtētajiem augiem jeb 121 genotipam sēklas tika ievāktas no 2 vai 3 augiem, 76 genotipiem (30.4%) – no 1 auga, savukārt būtiski mazākam daudzumam, tikai 21.2% jeb 53 genotipiem sēklas netika ievāktas (1. tab.). Visiem augiem, no kuriem ievāktas sēklas, plānots veikt turpmākos vērtējumus un analīzes, t.sk. perspektīvākos genotipus izvietot pēcnācēju pārbaudes audzētavās.

1. tabula Table 1

Ganību aireses augi, no kuriem ievāktas sēklas otrajā lietošanas gadā, 2018

Perennial ryegrass plants harvested for seeds in the second ley year, 2018

Genotipu grupas / Groups of genotypes	Grupi šifrs / Group cipher	Genotipu skaits / Number of genotypes	Genotipi, no kuriem ievāktas sēklas / Genotypes harvested for seeds		Vidējais / Average	
			skaits / number	īpatsvars, % / percentage of genotypes	auga svars, g / plant weight	sēklu svars vienam augam, g / seed weight of one plant
Agrie / Intermediate	A	126	103	81.8+	54.58	11.27
Vēlie / Late	V	124	93	75.0-	51.06	9.96
Stāvie / Steep	S	126	91	72.2-	46.23-	9.56-
Gulošie / Prostrate	G	124	105	84.7+	59.41+	11.68+
Agrie stāvie / Intermed. steep	AS	61	46	75.4-	46.39-	10.09
Agrie gulošie / Intermed. prostrate	AG	65	57	87.7+	62.26+	12.38
Vēlie stāvie / Late steep	VS	65	45	69.2-	46.06	9.04
Vēlie gulošie / Late prostrate	VG	59	48	81.4+	56.56	10.98
0 augi / Plants*	G0	53		21.2-		
1 augi / Plant**	G1	76		30.4+	64.34	11.62
2-3 augi / Plants***	G2/3	121		48.4+	68.74	14.65

“+”/” – “Norāda uz būtiskām atšķirībām grupu vidū / Indicate to the substantial differences between groups.

* Genotipu skaits, kuriem sēklas netika ievāktas / The number of genotypes for which the seed was not harvested.

** Genotipu skaits, kuriem sēklas ievāktas tikai no viena auga / The number of genotypes for which seeds were harvested only from one plant.

*** Genotipu skaits, kuriem sēklas ievāktas no diviem vai trim augiem / The number of genotypes for which seeds were harvested from two or three plants.

Proporcionāli lielāks augu skaits, no kuriem tika ievāktas sēklas, bija agrīno un klājeniski augošo formu vidū. Vidējais auga svars sēklu vākšanas laikā un no tā ievāktu sēklu daudzums būtiski neatšķīrās starp agrīnajām un vēlinajām formām, taču, ja salīdzina augus ar atšķirīgu augšanas virzienu, tad var secināt, ka klājeniskās formas bija raženākas auguma ziņā un nodrošināja arī lielāku sēklu ievākumu no auga. Sēklu svars atsevišķiem augiem svārstījās no 2 g līdz 54 g – 71 genotipam jeb 36% sēklu svars no viena auga bija ļoti zems (2–10 g), 106 jeb 53% vērtējams kā vidējs (11–20 g) un 22 jeb 11% – augsts (21–54 g).

Būtiskas atšķirības sēklu vākšanas laikā tika konstatētas tādiem aspektiem kā augu garumam un svaram. Ganību airesnes augšanu ietekmēja pastiprinātais sausums veģetācijas periodā, augiem trūka mitruma normālai attīstībai, tie priekšlaicīgi pārstāja augt un steidza briedināt sēklas. Augu garums svārstījās no 18 līdz 64 cm. Izžāvēta auga svars variēja no 9 līdz 333 g. Genotipu īpatsvars pēc augu svara iezīmēja šādu sadalījumu: 47 augiem jeb 23 % svars bija 9–49 g; 129 augiem jeb 65% 50–99 g; 19 augiem jeb 10% 100–149 g; 4 augiem svars bija virs 150 g.

Ziemcietības ziņā rezultāti nebija viennozīmīgi. Daļai augu, kas bija izcili ziemojuši pirmajā lietošanas gadā, nākamajā ziemošanas periodā bija vērojami lielāki postījumi un otrādi. Pirmajā lietošanas gadā labāka ziemcietība tika novērota stāvajām formām, savukārt otrajā lietošanas gadā salīdzinoši ziemcietīgākas bija klājeniskās ganību airesnes formas (2. tab.).

2. tabula Table 2

Ganību airesnes augu novērtējums pa grupām, balles (1-9 balles)
Evaluation of perennial ryegrass plants divided in groups, scores (scores 1-9)

Genotipu grupas / Genotype groups	Ziemcietība / Winter hardiness		Ataug-šana pava-sarī / Re-growth in spring	Atāla ataug-šana / Re-growth of 2nd cut	Aug-šanas vir-ziens / Growth habit	Cera blī-vums / Den-sity of plant	*Pieau-gums / *Length gain, cm	Lapu pla-tums / Leaf width, cm	Vidējā auga masa divos plā-vumos, kg / Average weight of plant in two cuts
	1. gadā / 1st year	2. gadā / 2nd year							
A	7.33	5.37	5.03+	5.41+	5.67	4.97-	0.55-	6.75	0.52-
V	7.27	5.12	4.61-	4.90-	5.49	5.31+	3.59+	6.90	0.61+
S	7.45+	4.92-	4.56-	5.36+	4.87-	5.65+	2.00	6.65-	0.58
G	7.14-	5.58+	5.08+	4.95-	6.30+	4.62-	2.15	7.01+	0.56
AS	7.51+	5.11	4.80	5.61	4.93-	5.44+	0.65	6.61	0.53
AG	7.15-	5.62	5.24	5.22	6.37+	4.53-	0.45	6.89	0.51
VS	7.40	4.73-	4.32-	5.10	4.82-	5.86+	3.35	6.70-	0.62
VG	7.13	5.55+	4.93+	4.67	6.23+	4.71-	3.85	7.12+	0.60
G0	7.24	3.32	3.10	5.64	5.44	5.47	3.28	6.35	0.55
G1	7.26	5.02	4.71	5.23	5.62	5.15	1.87	6.64	0.55
G2/3	7.35	6.23	5.64	4.90	5.62	4.98	1.64	7.15	0.58
¹ Rs LSD _{0.05}	0.21	0.40	0.37	0.38	0.27	0.25	0.81	0.27	0.04
² Rs LSD _{0.05}	0.29	0.57	0.52	0.54	0.38	0.35	1.15	0.38	0.06
³ Rs LSD _{0.05}	0.29	0.57	0.52	0.54	0.39	0.35	1.16	0.38	0.06
⁴ Rs LSD _{0.05}	0.28	0.40	0.38	0.52	0.38	0.34	1.11	0.35	0.05
⁵ Rs LSD _{0.05}	0.26	0.37	0.35	0.48	0.35	0.31	1.02	0.33	0.05
Min	3.2	1.3	1.6	1.8	3.0	3.2	0.5	3.0	0.15
Max	8.7	8.3	8.0	8.7	8.0	7.8	14.5	9.0	1.18

* Augu garuma pieaugums vārpošanas–ziedēšanas fāzē nedēļas laikā (no 21. līdz 27.06.2017.)

Increase in plant length in the heading-flowering phase during the week (21st to 27th June 2017).

¹Rs LSD_{0.05} – robežstarpība grupām: A/V un S/G/ Least significant deviation for groups: A/V and S/G.

²Rs LSD_{0.05} – robežstarpība grupām: AS/AG/ Least significant deviation for groups: AS/AG.

³Rs LSD_{0.05} – robežstarpība grupām: VS/VG/ Least significant deviation for groups: VS/VG.

⁴Rs LSD_{0.05} – robežstarpība grupām: G0/G1/ Least significant deviation for groups: G0/G1.

⁵Rs LSD_{0.05} – robežstarpība grupām: G0/G1; G2/3/ Least significant deviation for groups: G0/G1; G2/3.

Jāatzīmē gan, ka ganību airenei pirmajā gadā Skrīveru apstākļos pārsvarā ir pietiekami laba ziemcietība, problēmas parasti rodas nākamajos gados (Berzins *et al.*, 2018). To apstiprina arī Lietuvā veiktie pētījumi (Lemeziene *et al.*, 2004) un ziemcietības rādītāji šajā izmēģinājumā – vāja ziemcietība, kas tika novērtēta ar atzīmi līdz 5 ballēm, bija tikai 4 genotipiem pirmajā un 98 genotipiem otrajā lietošanas gadā; savukārt labi un izcili ziemojuši (>7 balles) bija 182 un 47 genotipi attiecīgi pirmajā un otrajā lietošanas gadā.

Ganību airenes tetraploīdajiem augiem parasti ir raksturīgas platas, tumši zaļas lapas. Tikai nelielai daļai augu (aptuveni 8%) lapu platums tika novērtēts ar 5 un mazāk ballēm. Apmēram 40% genotipu bija platas lapas (virs 7 ballēm), t.sk. 38 genotipiem jeb 15% lapas bijušas izteikti platas, novērtētas ar 8 un vairāk ballēm.

Ataugšanas intensitāte variēja plašās robežās – no 1.6 līdz 8.0 ballēm pavasarī pēc veģetācijas atjaunošanās un no 1.8 līdz 8.7 ballēm atālā. Būtiski labāku ataugšanu pavasarī un pēc plāvumiem nodrošināja agrās formas. Vēlās formas savukārt veidoja blīvākus cerus un lielāku zaļās masas kopražu abos plāvumos. Genotipi ar lēnu augšanas virzienu bija ziemcietīgāki otrajā lietošanas gadā, tie pavasarī pēc veģetācijas atsākšanās straujāk atauga, tiem bija platākas lapas un nodrošināja arī lielāku sēklu ražu. Savukārt genotipi ar stāvāku augšanas virzienu veidoja blīvākus cerus, un tiem tika konstatēta lielāka atāla ataugšanas intensitāte.

Liela dažādība bija vērojama augšanas virziena ziņā – no gandrīz taisni augošiem genotipiem, kas novērtēti ar 7–8 ballēm, līdz izteikti klājeniski augošiem (3–4 balles). Vairumam augu (~60%) augšanas virziens bija vidēji stāvs / vidēji klājenisks, stieбри no cera pamatnes auga 45–60° leņķī, 32% bija tendence veidot vairāk klājenisku zelmeni, un tikai aptuveni 6% genotipu augšanas virziens bija izteikti stāvs. Šī dažādība ļauj atlasīt genotipus atšķirīgu šķirņu veidošanai. Pļaujamiem zelmeņiem priekšroka dodama stāvāk augošām formām, savukārt ganību ierīkošanai un arī dekoratīviem mērķiem lietderīgi izmantot klājeniskās formas.

Vidējā viena auga masa divos plāvumos variēja no 0.15 līdz 1.18 kg. Kopējā auga masa 85 augiem jeb 34% divos plāvumos veidoja līdz 0.5 kg, pārējiem tā variēja starp 0.5 un 1 kg. Trīs genotipi bija izcili raženi, to svars divos plāvumos sasniedza 1.0 līdz 1.18 kg.

Līdzšinējo vērtējumu analīzes rezultātā 2018. gadā izdevās atlasīt perspektīvākos genotipus, ņemot vērā noteiktus kritērijus, un izveidot 6 savstarpēji atšķirīgas populācijas. Tās tika izstādītas atsevišķos laucīņos ar mērķi izolētos apstākļos populācijas ietvaros augus saziēdināt un veikt turpmāko izlasi un pēcnācēju izvērtējumu.

Secinājumi

Ganību airenes tetraploīdo genotipu izpētes rezultātā ir iegūta izsmeļoša informācija par genotipiem ar ļoti atšķirīgām īpašībām. Tiem ir ievākts arī sēklas materiāls, kas ļaus izvērtēt augus nākamajās paaudzēs un veidot daudzveidīgas populācijas atšķirīgiem izmantošanas mērķiem. Ņemot vērā līdzšinējos vērtējumus, ir izveidotas sešas agrīnuma, augšanas virziena un zelmeņa struktūras ziņā atšķirīgas ganību airenes populācijas.

Pateicība

Darbs veikts, pateicoties Zemkopības ministrijas finansētajam projektam „Ganību airenes pirmsselekcijas materiāla izvērtēšana” programmas „Lauksaimniecībā izmantojamie zinātnes projekti” ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Berzins P., Rancane S., Stesele V., Vezis I. (2018) Performance of *Lolium* spp., *Festuca* spp. and their mutual hybrids in Latvian conditions. *In: Sustainable meat and milk production from grasslands*. Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland 17–21 June 2018, p. 123–126.
2. Berzins P., Rungis D., Rancane S., Gailite A., Belevica V., Stesele V., Vezis I., Jansons A. (2018) Yield and genetic composition of Latvian *Festulolium* cultivars and breeding material. G. Brazauskas *et al.* (eds.): *Breeding Grasses and Protein Crops in the Era of Genomics*. Springer, p. 62–67.
3. Helgadottir A., Marum P., Persson C., Isolathi M., Aavola R., Rognli O.A. (2016) New cultivars needed to ensure survival of perennial ryegrass across the northern region. *Grassland Sci Europe*, Vol. 21, p. 868–870.

4. Lemežienė N., Kanapeckas J., Tarakanovas P., Nekrošas S. (2004) Analysis of dry matter yield structure of forage grasses. *Plant soil environment*, Vol. 50, p. 277–282.
5. Wilkins P.W., Humphreys M.O. (2003) Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *The Journal of Agricultural Science*, Vol. 140, p. 129–150.
6. Ostrem L., Helgadottir A., Niemelainen O., Seppanen M., Pedersen M.G., Halling M., Rognli O.A. (2015) Environmental impact on winter survival and production in non-native grasses in the Nordic countries. **In:** *Nordic View to Sustainable Rural Development*. Proceedings of the 25th NJF Congress, Riga, Latvia, 16–18 June, 2015, p. 127–133.
7. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. [Tiešsaiste][skatīts 30.04.2018.]. Pieejams: <http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg004.doc>.

BIOTEHNOLOĢIJAS METOŽU IZMANTOŠANAS REZULTĀTĀ IEGŪTO SARKANĀ ĀBOLIŅA AUGU NOVĒRTĒJUMS LAUKA APSTĀKĻOS

THE EVALUATION OF RED CLOVER PLANTS OBTAINED IN FIELD CONDITIONS BY USING BIOTECHNOLOGICAL METHODS

Aija Rebāne, Sarmīte Rancāne, Aldis Jansons

LLU Zemkopības zinātniskais institūts

aijarebane@inbox.lv

Abstract. The *Trifolium* genus is very wide and has more than 300 different species, but the most widely cultivated and economically valuable species in Latvia is the red clover (*Trifolium pratense* L.). Diploid (2n) red clover with 14 chromosomes have so far been widely used in meadows and pastures. However, the importance of tetraploid varieties (4n = 28 chromosomes), which is characterized by greater height, broader leaves, higher yields of green and dry matter, has been growing in recent years. All the legumes have excellent ability to bind atmospheric nitrogen and fix it in the root gum. So this valuable plant nutrient comes to the farmer for free and enriches the soil without harming the environment. Red clover is an important fodder, treatment and nectar plant, as well as an effective soil enhancer. In Latvia red clover is one of the most common summer and winter feed crops. With the rapid development of agricultural technologies, there is also a growing demand for new, high-yielding, pest and disease-resistant varieties. Also, climatic conditions are changing, so the selection process is continuous and breeders have the task of creating ever-better, persistent, and more resistant varieties that can compete internationally and meet consumer demand. Successful selection requires a genetically and morphologically diverse breeding material with stable, heritable, improved economically significant properties. Breeders of the LLU Research Institute in Skrīveri, in collaboration with specialists of the Environmental Genetics Laboratory of the Institute of Biology of the University of Latvia (LUBI), use new modern technologies to accelerate the selection process and increase genetic diversity, including in vitro culture of cells and tissues, etc. biotechnology methods. Tetraploid red clover plants obtained by modern biotechnology methods are repeatedly evaluated in field condition for several generations. The selected plants are subjected to laboratory for further accounting and analysis, according to certain criteria, in order to develop a new medium-late tetraploid red clover variety. The article summarizes data on prospective genotypes received from the LU BI laboratory in 2017 and their agronomic evaluation in the field conditions.

Key words: biotechnology methods, red clover, breeding, varieties.

Ievads

Trifolium ģints ir ļoti plaša, zināmas vairāk nekā 300 dažādas sugas, taču Eiropā un daļā Āzijas aug ap 50 dažādu āboliņa sugu, no kurām kultivē tikai 5. Tām veic arī selekciju, un ir radītas vairākas šķirnes. Latvijā plašāk tiek audzētas trīs āboliņa sugas: sarkanais āboliņš – *Trifolium pratense* L., bastarda āboliņš – *Trifolium hybridum* L. un baltais āboliņš – *Trifolium repens* L. (Jansone et al., 2008). Sarkanais āboliņš kā kultivējamais tauriņziedis Latvijā ir visizplatītākais sētajos zālajos. Tas ir vērtīgs skrajceru lopbarības augs, kam ir plašas audzēšanas iespējas. Sarkanais āboliņš ir nozīmīgs lopbarības, enerģētiskais, ārstniecības un nektāraugs, kā arī efektīvs augsnes uzlabotājs. Latvijā sarkanais āboliņš ir viens no izplatītākajiem vasaras-ziemas lopbarības kultūraugiem. Strauji attīstoties lauksaimniecības tehnoloģijām, pieaug pieprasījums arī pēc jaunām augstražīgām, pret kaitēkļiem un slimībām izturīgām šķirnēm (Marrum, 1997), t.sk. tetraploīdajām.

Pēc bioloģiskajām īpašībām un saimnieciskās izmantošanas sarkanais āboliņš tiek iedalīts divos tipos: agrais sarkanais āboliņš (*Trifolium pratense* var. *Pracocox*) un vēlais sarkanais āboliņš (*Trifolium pratense* var. *Serotinum*). Pa vidu šiem abiem tipiem ir vidēji agrās formas. Jāzina, ka katrs no šiem āboliņiem atšķiras gan pēc morfoloģiskām pazīmēm, gan bioloģiskām īpašībām, gan arī pēc saimnieciskās izmantošanas veida. Vizuāli uz lauka pēc lapu lieluma, to krāsas un formas

visus šos āboliņu tipus atšķirt nav iespējams, arī ziedkopas un ziedi tiem ir ļoti līdzīgi, taču pēc stublāju garuma, posmu skaita un stublāju skaita cerā tie jau ir labi atšķirami.

Sarkanā āboliņa selekcijas mērķis ir piedāvāt patērētājam šķirnes ar augstu adaptācijas potenciālu, kas ir spējīgas nodrošināt labu ražu dažādos augsnes tipos, kas ātri veido lielu fotosintētisko virsmu, ir konkurētspējīgas cīņā ar nezālēm, var veidot lielu un stabilu biomasas un sēklu ražu, ir ziemcietīgas, ilggadīgas, izturīgas pret slimībām un kaitēkļiem. Tetraploīda sarkanā āboliņa iegūšana ar tradicionālajām selekcijas metodēm ir ļoti sarežģīta, jo tetraploīdi āboliņi veidojas reti un to izlase ir ļoti apgrūtināta. Fenotipiski tos agrīnās augšanas stadijās nav viegli atšķirt no diploīdajām formām. Arī laiks, kādā var izveidot šķirni, ir ļoti ilgstošs, tādēļ nepieciešams atrast ātru un efektīvu metodi tetraploīda sarkanā āboliņa ieguvei. Sarkanā āboliņa selekcijas programmās liela uzmanība tiek pievērsta tetraploīdu šķirņu veidošanai. Tetraploīdajam sarkanajam āboliņam raksturīga labāka ekoloģiskā pielāgošanās spēja, lielāka biomasa un izturība pret slimībām, salīdzinot ar diploīdiem augiem. Sadarbojoties ar Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta (LUBI) Vides ģenētikas laboratoriju, Skrīveru selekcionāri selekcijas procesa paātrināšanai izmanto jaunas, modernas tehnoloģijas, t.sk. šūnu un audu *in vitro* kultūras, kā arī citas biotehnoloģijas metodes.

Materiāli un metodes

Tetraploīdu ieguvei tika izmantotas vidējā agrīnuma tipa sarkanā āboliņa šķirņu 'Dižstende', 'Stendes agrais' un 'Jancis' sēklas.

LUBI Vides ģenētikas laboratorijā sarkanā āboliņa sēklas tika sterilizētas pēc agrāk izstrādātas metodes (Grauda u. c., 2004; Kokina u. c., 2005; Lapiņa u. c., 2009). Pēc sterilizācijas sēklas tika stādītas uz MS (Murashige, Scoog, 1962) barotnes. Pēc 4 dienām 1–1.5 cm garie dīgsti ar divām dīglapām tika apstrādāti ar kolhicīna šķīdumu ūdenī. Pēc tam dīgstus uzstādīja uz L2 barotnes (Phillips, 1996), iespraužot saknīti un cerošanas mezglu barotnē. Pēc 1 mēneša augiem ar labi izveidotu sakņu sistēmu un 3–4 lapām tika noteikta ploīditāte. Tās noteikšanai izmantoja BD "FACSJazz" šūnu šķirotāju ar plūsmas citometra funkciju. Par kontroli izmantoja diploīdo (2n) āboliņu. Ploīditāti noteica visiem augiem, kurus ieguva R1 paaudzē. Augus ar izmainītu ploīditāti izstādīja 100 ml podiņos ar augsnes substrātu un audzēja 1 mēnesi siltumnīcā daļēji kontrolētos apstākļos. Pēc mēneša, kad augi bija labi iesaņķojušies augsnē, tos izstādīja LLU ZZI selekcijas augsekas laukos, ierīkojot izlases audzētavu.

Tauriņziežu selekciju, t.sk. sarkanā āboliņa tetraploīdo augu vērtēšanu, veica LLU Zemkopības zinātniskā institūta zālaugu selekcijas augsekas laukos Skrīveros, kur pārsvarā ir velēnu vidēji podzolētas, vidēji iekultivētas smilšmāla un mālsmits augsnes ar vāji skābu augsnes reakciju (pH KCl 5.4–6.4) un zemu līdz vidēju fosfora (P_2O_5 66–132 mg kg⁻¹) un kālija (K_2O 55–92 mg kg⁻¹) nodrošinājumu. Organiskās vielas saturs augsnē dažādās izmēģinājumu vietās ir atšķirīgs, tas ir robežās no 17 līdz 28 g kg⁻¹.

Ziemas periodā 2017. gadā tika veikta ievāktu elites augu analīze. Izvērtējam iepriekšējo gadu datus un mērķtiecīgi veicām atlasīti pēc noteiktiem kritērijiem. Sarkanā āboliņa sēkļiņas 2017. gada pavasarī dīdēja „Petri” trauciņos (katrā 100 sēklas). Kad sēklas bija sadīgušas, tās izpiķēja augsnes substrātā kastītēs (24., 27. un 28. martā). Kad augi kastītēs bija sasnieguši attiecīgu attīstības stadiju, 2017. gada 9. jūnijā tos izstādīja lauka apstākļos – sarkanā āboliņa augu izlases audzētavā. Izmēģinājumā tika iestādīti 17 tetraploīdā sarkanā āboliņa dēsti. No 13 paraugiem tika iestādīti dēsti no katra parauga pa trīs rindām, rindā – 24 augi. No trīs paraugiem tika iestādīti dēsti pa divām rindām no katra. Šajā pašā audzētavā tika iestādīti arī 44 LUBI Vides ģenētikas laboratorijas augi. Āboliņi tika vērtēti pēc sarkanā āboliņa deskriptoriem (IBPGR deskriptori (1985)).

Pirms izstādīšanas uz lauka augi tika novērtēti un aprakstīti, tiem vērtēja attīstības fāzi, auga garumu, lapu formu, krāsu, matiņus un zīmējumu uz lapām. Kopumā augi bija spēcīgi un veidoja lapu rozeti. Augu veģetācijas periodā tos vērtēja pēc sarkanā āboliņa kritērijiem: agrīnuma, posmu skaita, lapu krāsas un zīmējuma, ziedu krāsas, augu garuma, stiebru skaita augam, 1000 sēklu masas. Augu veģetācijas periodā 2018. gadā tika turpināta augu vērtēšana, atlase un brāķēšana. Vasarā bija redzams, ka augiem nepietika mitrums, tika kavēta augu augšana un attīstība. Jūnija beigās un jūlija sākumā augi, kuri neatbilda tetraploīdā sarkanā āboliņa auga pazīmēm un bija neveselīgi, tika brāķēti. Paraugi, kas atbilda tetraploīdā sarkanā āboliņa augu pazīmēm, tika atsieti

pie bambusa koka mietiņiem. 31. jūlijā un 8. augustā paraugi, kas atbilda tetraploīdā sarkanā āboliņa augu pazīmēm un nogatavināja sēklas, tika nogriezti, sasieti kūļos un nolikti žāvēties šķūnī. Vēlāk tos analizēja pēc noteiktām pazīmēm, t.sk. augu garuma, posmu skaita, stiebru skaita augam, galviņu skaita augam, sēklu skaita galviņā (10 galviņām), sēklu svara no 1 auga, sēklu krāsas, 1000 sēklu masas.

Rezultāti

Mēnesi pēc kolhicionēšanās augiem tika noteikta ploīditāte. Tika konstatēts, ka 6% augu nebija ploīditātes izmaiņu, 10% bija triploīdi, 84% augu bija miksoploīdi. Pēc ploīditātes noteikšanas turpmākai audzēšanai tika atlasīti tikai tie augi, kuru lapās konstatēja vairāk par 50% tetraploīdu šūnu.

No Salaspils LUBI Vides ģenētikas laboratorijas 2017. gada 26. jūnijā tika saņemti kopumā 44 augi. Viens no šiem augiem bija novājināts, bet citi LU Bioloģijas institūtā ar modernām biotehnoloģijas metodēm izveidotie mākslīgie tetraploīdi tika nodoti turpmākai vērtēšanai lauka apstākļos. Šiem augiem lapās tika konstatēts vairāk par 80% tetraploīdu šūnu. Stādīšanas gadā augiem vērtēja šādas pazīmes: attīstības fāzi, augu garumu, posmu skaitu, ziedu krāsu, slimību noturību, kā arī tika veikts auga kopējais novērtējums ballēs. Pirms ziemošanas 2017. gada rudenī visiem iestādītajiem augiem bija veselīga lapu rozete. Labi pārziemo āboliņš, kuram pirms ziemošanas rudenī ir izveidojusies spēcīga sakņu sistēma, stingrs stublājs un veselīga lapu rozete (Jansone *et al.*, 2008). Veģetācijas sezonā 2018. gadā turpinājās šo augu vērtēšana, brāķēšana un atlase. Vērtējot augus pēc ziemošanas 19. aprīlī, vairāk nekā 35 augi bija pārziemojuši. Lai gan pavasarī augšanas apstākļi sarkanajam āboliņam bija labvēlīgi, tikai 9 augi turpināja augt un attīstīties. Pavasarī 80% laboratorijā iegūto augu iznīka – acīmredzot ķīmiski apstrādātie augi ir neizturīgāki, tiem nav izveidojusies spēja adaptēties un piemēroties lauka apstākļiem. Tikai 2 augi nogatavināja sēklas, bet laboratorijā veiktās analīzes liecināja, ka tie neatbilst tipiska tetraploīdā sarkanā āboliņa pazīmēm.

Tetraploīdā sarkanā āboliņa izlases audzētavā 2017. gadā iestādīja ZZI izaudzētos 1080 sarkanā āboliņa paraugus, no kuriem 2018. gadā tika atlasīti 59 augi ar vēlamajām pazīmēm. Laboratorijā analizētajiem paraugiem noteica šādas pazīmes: augu garumu, posmu skaitu (5 stiebriem), stiebru skaitu augam, galviņu skaitu augam (pilnas, neattīstītas, ziedošas), sēklu skaitu galviņā (10 galviņas), sēklu svaru no 1 auga, sēklu krāsu un 1000 sēklu masu.

Vērtējot laboratorijā analizētos sarkanā āboliņa paraugus, tika konstatēts, ka fenotipiski un genotipiski tie ir atšķirīgi. Augu garums bija robežās no 65 līdz 105 cm. Optimālais vidēji vēlā sarkanā āboliņa garums būtu 70–90 cm, starp iegūtajiem augiem (no 59 paraugiem) tādi ir 21. Vidēji vēlā sarkanā āboliņa posmu skaits ir no 8 līdz 10, šādu rādītāju sasniedza 48 augi. Stiebru skaits no viena auga bija robežās no 18 līdz 65 stiebriem. Vērtīgs rādītājs ir stiebru skaits katram augam, lielai daļai paraugu tika konstatēts liels stiebru skaits. Svarīgi rādītāji ir kopējais sēklu svars no 1 auga un 1000 sēklu masa. Vairumam analizēto paraugu sēklu svars no viena auga bija lielāks par 5 gramiem. Tetraploīdajām šķirnēm 1000 sēklu masa parasti veido 2.7–3.1 g, lielāka par 2 gramiem tā bija 12 paraugiem. Nepietiekams nokrišņu daudzums vasaras sezonā kavēja sarkanā āboliņa augu augšanu un attīstību, ar to arī varētu izskaidrot zemo 1000 sēklu masu. Izanalizējot elites augu garumu, posmu skaitu, stiebru skaitu, sēklu svaru no viena auga un 1000 sēklu masu vienam augam, tika atlasīti 16 paraugi, kuri varētu atbilst tetraploīdā sarkanā āboliņa pazīmēm (1. tab.). Atlasītos paraugus iesēs atkārtoti, lai tiem noteiktu ploīditāti un pārliccinātos, vai tie atbilst tetraploīdā sarkanā āboliņa auga pazīmēm. Daļa no šiem augiem nākotnē varētu izrādīties arī miksoploīdi. Tāpat nākamajā paaudzē varētu rasties arī 3n augi, tomēr šobrīd šādiem āboliņa indivīdiem ar lielu 4n šūnu daudzumu ir laba prognoze tetraploīdo augu selekcijai. Auga lapas var saturēt arī 3n šūnas, tas varētu būt fizioloģiska efekta rezultāts, ko būtu interesanti noskaidrot, pārsējot vai analizējot vēl kādas auga daļas – saknes vai ziedputekšņus. Analizēto paraugu dati atspoguļo faktu, ka laboratorijā iegūtais izejmateriāls ir daudzveidīgs un atšķirīgs. Turpmākajā selekcijas procesā lauka apstākļos ir iespējams iegūt vērtīgu materiālu jaunas šķirnes radīšanai.

1. tabula Table 1

Sarkanā āboliņa elites augu analīzes
Analysis of red clover elite plants

Nr.	Genotips / Genotype	Auga Nr. / Plant Nr.	Augu garums, cm / Plant length	Posmu skaits / Internodes	Stiebru skaits augam / Number stripes for plant	Vidējais sēklu skaits galviņā / Average number of seeds in the head	Sēklu svars augam / Seed weight for plant	1000 sēklu svars, g / 1000 seed weight
1	3-18 (2016)	1	74	8	31	41.5	9.7	2.01
2		2	87	7	65	58.7	9.22	2.23
3		3	70	8	42	40.1	12.96	2.55
4		4	70	8	31	34.7	7.39	2.11
5		6	88	7	28	29.9	4.82	2.01
6	2-23 (2016)	1	79	8	52	48.8	12.55	1.94
7		2	70	7	23	40.9	8.55	1.96
8		3	65	8	40	49.4	9.93	2.01
9		5	75	8	44	34.7	8.92	2.09
10	67 (2016)	1	80	9	37	58	18.86	2.11
11	DU 1	2	73	8	40	44.2	13.43	1.93
12	1-11 (2015)	2	89	8	23	48.7	17.34	2.06
13		5	90	9	36	52.3	10.14	2.19
14		8	90	8	55	47.8	12.42	1.95
15	2-8 (2015)	4	75	8	65	38	20.94	1.96
16	2-9 (2015)	5	100	8	42	73.5	25.72	2.09

Secinājumi

Izmantojot biotehnoloģijas metodes, īsā laika periodā iespējams iegūt daudzveidīgu sarkanā āboliņa selekcijas izejmateriālu.

Ar jaunākajām kolhicionēšanas metodēm iegūtie augi atšķiras pēc fenotipiskām un genotipiskām īpašībām.

Izvērtējot laboratorijā analizētos sarkanā āboliņa paraugus, tika atlasīti 16 paraugi, kuriem atkārtoti jānosaka ploiditāte.

Pēc noteiktiem sarkanā āboliņa kritērijiem, veicot elites augu analīzi un atlasī, selekcijas darbs jāturpina.

Izmantotā literatūra

1. *Ceļvedis daudzgadīgo zālaugu sēklaudzēšanā* (2008). Jansones B. red. Skrīveri, 265 lpp.
2. Grauda D., Jansone B., Kokina I. (2004). Pļavas (sarkanā) āboliņa (*Trifolium pratense* L.) selekcijas izejmateriāla iegūšana, izmantojot *in vitro* metodes. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 6, 155.–158. lpp.
3. Kokina I., Grauda D., Jermaļonoka M., Rashal I. (2005). Some aspects of inducing callus culture and subsequent plant regeneration of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Vol. 5, No. 2, p. 165–168.
4. Lapiņa L., Grauda D., Jansone B., Jansons A., Rashal I. (2009). Restoration of Latvian alfalfa (*Medicago sativa*) genetic resources perspective for breeding. *In: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference „Environment. Technology. Resources”*, Rēzekne, Latvia, June 25–27, Vol. 1, Rēzekne, 2009, p. 166–168.
5. Murashige T., Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco ocultures. *Physiol. Plant*, Vol. 15, p. 473–497.

6. Phillips G. (1996). Tissue Culture. ***In: Red Clover Science***, Eds.: Taylor N. L., Quesenberry K.H., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 170–187.

ZIEMAS KVIEŠU ŠKIRŅU GRAUDU RAŽAS UN KVALITĀTES IZMAIŅAS DAŽĀDOS METEOROLOGISKAJOS APSTĀKĻOS

MODIFICATIONS OF WINTER WHEAT GRAIN YIELD AND QUALITY UNDER DIFERENT METEOROLOGICAL CONDITIONS

Vija Strazdiņa, Valentīna Fetere

Agroresursu un ekonomikas institūts, Laukaugu selekcijas un agroekoloģijas nodaļa

vija.strazdina@arei.lv

Abstract. The aim of this study was to determine the changes of winter wheat varieties grain yield and quality under different meteorological conditions. The research was conducted in the time period from 2016 to 2018 at Institute of Agricultural Resources and Economics Stende RC. In 2018 vegetation period drought and heat stresses affected negative growth and development of the winter wheat plants and substantially reduced the crop yield. The significant reduction of grain yield was observed for all winter wheat varieties in comparison with grain yield in 2016 and 2017 when moisture content in soil and average air temperature were suitable for formation of high yield potential. Obviously, the range method shows the difference of winter wheat varieties yield stability during three years. Grain quality (TGW and protein content) was also affected by meteorological conditions. The relationship between grain yield, protein content and TGW was determined. The research results showed the significant positive correlation between TGW and yield ($r=0.461 > r_{0.05}=0.200$) in 2016 and significant negative correlation between yield and protein content ($r=-0.476 > r_{0.05}=0.200$) in all three years.

Key words: winter wheat, yield, stability, quality.

Ievads

Ziemas kvieši Latvijā ir visvairāk audzētā un saimnieciski nozīmīgākā graudaugu suga, kuras sējumi katru gadu aizņem vairāk nekā 50% no kopējās graudaugu platības. Intensīvas graudkopības apstākļos vidējais ziemas kviešu graudu ražas līmenis saskaņā ar Latvijas ZM datiem 2016. gadā bija 4.8 t ha⁻¹, 2017. gadā 5.15 t ha⁻¹, bet 2018. gada karstajā un sausajā vasarā valstī vidējā kviešu graudu raža samazinājās līdz 4.0 t ha⁻¹. Jaunu ražīgu un pret stresa apstākļiem izturīgu šķirņu izveidošana un audzēšana stabilizētu ekonomisko situāciju, saglabātu vai pat palielinātu graudu tirgu un nodrošinātu iedzīvotājus ar pārtiku nākotnē. Zinātniskie pētījumi liecina, ka pasaulē pieprasījums pēc kviešu graudiem 2050. gadā palielināsies par 60%, bet klimata izmaiņu un apkārtējās vides radītā stresa rezultātā saražotā produkcija var samazināties par 29% (Joshi, Wani *et al.*, 2016).

Pētījuma mērķis bija salīdzināt un izvērtēt Latvijā plašāk audzēto ziemas kviešu šķirņu graudu ražu, tās stabilitāti un kvalitāti dažādos meteoroloģiskajos apstākļos.

Materiāli un metodes

Ziemeļkurzemē Agroresursu un ekonomikas institūtā Stendes pētniecības centrā PC 2016., 2017. un 2018. gadā konvencionālās selekcijas augu sekā iekārtoja izmēģinājumus 25 Latvijā plašāk audzētajām ziemas kviešu šķirnēm, kas selekcionētas Latvijā, Vācijā, Polijā un Dānijā. Sēju veica Ziemeļkurzemei optimālā termiņā no 25. līdz 29. septembrim. Priekšaugi bija griķi, ko sasmalcināja ziedēšanas fāzē un iestrādāja augsnē. Lauciņu lielums – 5 m², 3 atkārtojumos, izsējas norma – 450 dīgstošas sēklas m⁻². Sēklas kodinātas ar kodni 'Maxim Star 0.25' (darbīgā viela: 18.75 g L fludioksonils + 6.25 g L ciprokonazols). Rudenī pirms sējas augsnē iestrādāja komplekso mēslošanas līdzekli NPK 6-26-30 300 kg ha⁻¹. Pavasarī pēc augu veģetācijas atjaunošanās tika dots amonija salpetris nitrāts 250 kg ha⁻¹, otro reizi veikta kviešu papildmēslošana kviešu stiebrošanas fāzē – 125 kg ha⁻¹. Lai labāk novērtu šķirņu veldres un slimību izturību lauka apstākļos, augu augšanas regulators un fungicīds netika lietots.

Graudu ražību un kvalitāti katrai šķirnei salīdzināja ar standartšķirni 'Skagen'. Novāktā graudu raža pārrēķināta pie 100% tīrības un bāzes mitruma 14%. Graudu kvalitātes analīzes veiktas, izmantojot ekspresmetodi (*Infratec Grain Analyzer 1241*). 1000 graudu masu (TGM) noteica pēc ISTA (*International Seed Testing Association*) metodikas. Lai noteiktu ziemas kviešu

šķirņu spēju pielāgoties apkārtējai videi, tika izmantota rangu novērtējuma metode (Finlay, Wilkinson, 1963).

Meteoroloģiskie apstākļi

Gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums Stendē 2016. un 2017. gadā augu veģetācijas periodā bija piemēroti, lai veidotos augstas ziemas kviešu graudu ražas. Savukārt 2018. gadā ilgstošais mitruma deficīts augsnē un gaisa temperatūra virs +25 °C, sākot no kviešu vārpošanas brīža līdz pat pilngatavībai, visām šķirnēm negatīvi ietekmēja graudu veidošanos.

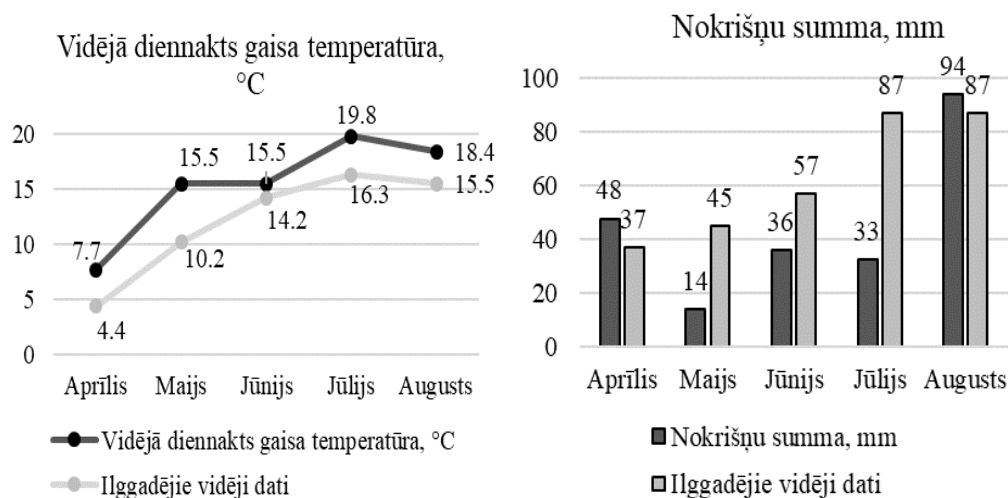
Maijā vidējā gaisa temperatūra ilggadējo vidējo (normu) pārsniedza par 5.3 °C. Ļoti karsts laiks bija mēneša 3. dekādē. Stendē no 1. līdz 3. maijam nolija 14 mm nokrišņu, un vairāk nokrišņu maijā nebija. Augu attīstība karstā laika ietekmē noritēja strauji, veidojās maz produktīvo stiebru.

Jūnijā mēneša vidējā gaisa temperatūra bija tāda pati kā maijā jeb +15.5 °C, respektīvi, par 1.3 °C augstāka par normu. Savukārt spēcīgu salnu un mēneša minimālo (zemāko) gaisa temperatūru (−1.6 °C) novēroja 6. jūnijā.

Jūnija 2. un 3. dekādē kopumā nolija 35.8 mm nokrišņu. Augiem, īpaši mēneša sākumā, trūka mitruma, tāpēc tie nespēja pilnībā izmantot doto mēslojumu. Ziemas kvieši maz ceroja, ātri izstiebroja un savārpoja, tāpēc prognozējamās ražas bija zemas.

Jūlijā vidējā gaisa temperatūra bija +19.8 °C – tāda pati kā vidēji Latvijā. Karstākais laiks tika piedzīvots jūlija 2. un 3. dekādē, kad 19 dienu laikā no +21 °C dienā temperatūra pakāpās virs +25 °C. Nokrišņu daudzums jūlijā veidoja tikai 37.5% no normas (skat. 1. att.). Tā kā karstais un sauss laiks sekmēja augu priekšlaicīgu nogatavošanos, ziemāju novākšanu uzsāka jau jūlija pēdējā nedēļā.

Ziemošanas apstākļi visos trīs gados bija apmierinoši, un šķirņu ziemcietība novērtēta ar 5–9 ballēm.



1. att. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums Stendē 2018. gadā ziemas kviešu veģetācijas laikā.

Fig.1. Characterization of meteorological conditions in 2018 during winter wheat vegetation period at Stende.

Rezultāti un diskusijas

Klimata izmaiņas pasaulē, kas saistītas ar gaisa temperatūras paaugstināšanos un krasu nokrišņu daudzumu samazināšanos, nelabvēlīgi ietekmē visu kultūraugu attīstību. Apkārtējās vides radītā stresa ietekmē izmainās augu morfoloģiskās, bioķīmiskās un fizioloģiskās īpašības (Lobell, Gourdj, 2012). Pārlietu augsta gaisa temperatūra un mitruma deficīts augsnē saīsina augu veģetācijas perioda garumu, kavē barības vielu uzņemšanu pietiekamā daudzumā. Augiem ir zems produktīvās cerošanas koeficients, samazinās vārpa garums un graudu skaits vārpā. Rezultātā veidojas sīki, nepilnvērtīgi graudi, kā arī samazinās graudu raža (Balla *et al.*, 2011). Karstuma

izraisīts šoks var pārtraukt proteīna sintēzi kviešu graudos un enzīmu darbību, kā arī bojāt augu šūnu membrānas (Joshi *et al.*, 2016).

Ziemas kvieši ir viena no izturīgākajām kultūraugu sugām pret apkārtējās vides izraisīto stresu, tomēr pasaulē katru gadu karstums un sausums samazina graudu ražu par ~40% (Zampieri *et al.*, 2009). Sausums un karstums ziemas kviešus visnegatīvāk ietekmē ziedēšanas un graudu veidošanās laikā. Genotipu izturība pret sausumu ir ļoti atšķirīga starp šķirnēm, tā ir kompleksa pazīme, un, tāpat kā ziemcietību, to kontrolē liels skaits gēnu (Ferris *et al.*, 1998; Tuberosa, Salvi, 2006).

Labvēlīgā meteoroloģiskā situācija Stendē 2016. un 2017. gadā (pietiekams mitruma nodrošinājums augsnei un atbilstoša gaisa temperatūra augu veģetācijas laikā), kā arī barības vielu nodrošinājums ziemas kviešiem veicināja augstu graudu ražu veidošanos. Vidējā graudu raža 2016. gadā kopumā veidoja 10.19 t ha⁻¹, robežās no 8.49 līdz 11.87 t ha⁻¹, bet 2017. gadā – 8.58 t ha⁻¹, robežās no 6.38 līdz 10.46 t ha⁻¹.

Savukārt Ziemeļkurzemes klimatiskajiem apstākļiem neraksturīgi augstā gaisa temperatūra (<+25 °C) un nepietiekamais nokrišņu daudzums 2018. gadā augu veģetācijas laikā negatīvi ietekmēja visu ziemas kviešu šķirņu attīstību, graudu ražu un kvalitāti. Karstajā un sausajā 2018. gada vasarā vidējā graudu raža bija zemāka nekā iepriekšējos gados (6.36 t ha⁻¹), robežās no 4.07 līdz 8.00 t ha⁻¹.

1.tabula Table 1

Ziemas kviešu šķirņu raksturojums Stendē 2016.–2018. gadā
Characterization of winter wheat varieties at Stende 2016-2018.

Šķirne / Variety	2016		2017		2018	
	graudu raža / grain yield, t ha ⁻¹	rangs / rank	graudu raža / grain yield, t ha ⁻¹	rangs / rank	graudu raža / grain yield, t ha ⁻¹	rangs / rank
Skagen	11.87	1	10.46	1	5.71	18
Talsis	9.76	18	7.88	20	5.56	22
Edvins	9.68	19	6.38	25	5.59	19
Brencis	9.32	22	9.61	6	6.98	9
Brons	9.40	21	7.63	23	5.59	20
Ceylon	9.00	24	7.86	21	6.02	14
Zeppelin	10.98	5	7.89	19	6.03	13
SW Magnific	9.82	16	8.30	15	7.22	7
Julius	9.79	17	10.04	3	7.87	2
Rotax	10.58	8	9.69	5	7.25	6
Producent	10.55	9	8.52	12	7.04	8
Olivin	8.49	25	8.38	13	4.07	25
Memory	10.95	6	8.74	11	5.72	17
Torild	10.84	7	7.77	22	6.07	12
Toras	10.06	13	8.01	17	7.85	3
Artist	11.77	2	10.34	2	6.87	11
Fenomen	10.54	10	8.08	16	6.98	10
KWS Montana	10.10	12	8.93	7	5.57	21
KWS Emil	9.04	23	8.90	8	7.52	4
KWS Romin	11.21	3	8.78	10	5.78	16
Dagmar	10.18	11	7.92	18	5.85	15
Angelus	10.06	14	7.46	24	5.38	23
Fidelius	9.49	20	8.81	9	7.27	5
DS Kovas	10.05	15	8.35	14	5.30	24
Xerxes	11.09	4	9.83	4	8.00	1
Vidēji/Average	10.18	×	8.58	×	6.36	×
RS _{0.05}	×	×	×	×	×	×

Analizējot šķirņu stabilitāti ar rangu novērtējuma metodi, redzams, ka graudu ražas līmenis katru gadu bija atšķirīgs. Dīvos gados (2016. un 2017. gadā) visaugstākā graudu raža bija šķirnei 'Skagen', bet 2018. gadā bija vērojams krass ražas samazinājums, un šķirne ierindojās tikai 18. vietā. Savukārt šķirne 'Julius' no 17. vietas 2016. gadā abus pārējos gadus (2017., 2018. gadā) ražības ziņā ieņēma 3. un 2. vietu. Šķirne 'Xerxes' visos gados uzrādīja augstu un stabilu ražas līmeni (4., 4., 1. vieta) (1. tab.). Stabila un augsta ražība visos trijos gados bija arī šķirnei 'Rotax' (8., 5., 6. vieta). Visaugstākā raža 2018. gadā tika novērtēta šķirnēm 'Xerxes', 'Julius', 'Toras', 'KWS Emil', 'Fideliuss', 'Rotax', 'SW Magnific' un 'Producent' ($8.00-7.04 \text{ t ha}^{-1}$) (1. tab.).

Karstā un sausā vasara 2018. gadā visvairāk ietekmēja augstražīgās un vidēji vēlinās šķirnes. Krass ražas samazinājums (50–40%), salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem, bija šķirnēm 'Skagen', 'Olivin', 'Memory', 'DS Kovas', 'KWS Montana'.

Stendē izveidotajai agrīnajai šķirnei 'Edvins' un 'Talsis' ražas līmenis visos gados bija robežās no 5.56 līdz 9.76 t ha^{-1} , bet šķirnei 'Brencis' – no 6.98 līdz 9.61 t ha^{-1} , ražas samazinājums 2018. gadā veidoja 28%.

Izvērtējot kviešu šķirņu graudu ražu un kvalitāti, konstatēts, ka 2016. gadā 1000 graudu masa (TGM) vidēji bija 41.94 g , robežās no 34.67 līdz 48.79 g , 2017. gadā vidēji 41.31 g , robežās no 37.40 līdz 52.57 g (2. tab.), bet 2018. gadā graudi bija rupjāki – vidēji 44.99 g , robežās no 40.58 g līdz 50.18 g . Proteīna saturs graudos 2016. gadā veidoja vidēji 12.92%, robežās no 11.92 līdz 13.88%, 2017. gadā vidēji 11.49%, robežās no 10.41 līdz 12.44%, bet 2018. gadā tas bija salīdzinoši augstāks, $RS_{0.05}$ = vidēji 14.00%, robežās no 12.29 līdz 15.86%.

2. tabula Table 2

Ziemas kviešu šķirņu graudu kvalitāte Stendē 2016.–2018. gadā

Grain quality of winter wheat varieties at Stende, 2016-2018.

Šķirne / Variety	TGM, g / TGW, g				Proteīna saturs, g kg ⁻¹ / Protein content g kg ⁻¹			
	2016. g.	2017. g.	2018. g.	vidēji / average	2016. g.	2017. g.	2018. g.	vidēji / average
Skagen	47.0	46.5	48.4	47.3	123.7	124.4	138.8	129.0
Talsis	47.2	52.6	42.8	47.5	127.8	123.7	153.3	134.9
Edvins	48.8	43.1	47.5	46.5	122.2	118.0	137.5	125.9
Brencis	44.3	43.2	45.0	44.1	136.4	115.4	125.7	125.8
Brons	34.8	44.0	44.3	41.0	126.7	111.8	123.0	123.6
Ceylon	35.3	40.3	43.3	39.6	132.6	104.1	129.8	122.2
Zeppelin	43.4	41.9	46.8	44.0	130.3	105.9	143.0	126.4
SW Magnific	35.2	39.2	40.7	38.4	121.5	115.5	126.9	128.0
Julius	40.2	41.5	49.6	43.8	126.4	115.5	135.1	125.7
Rotax	35.2	38.8	42.0	38.7	120.5	112.0	122.9	118.5
Producent	40.0	40.8	42.1	41.0	121.5	106.3	139.0	122.3
Olivin	34.7	34.1	49.6	36.5	133.0	112.3	164.0	136.4
Memory	41.4	38.3	43.3	41.0	119.2	101.8	144.0	121.7
Torild	40.3	43.6	43.2	42.4	130.6	110.4	146.8	129.3
Toras	45.5	42.4	44.0	44.0	140.0	107.7	152.7	133.5
Artist	46.1	41.9	50.1	46.0	123.3	111.4	146.5	127.1
Fenomen	41.9	39.2	50.2	43.8	129.0	132.6	133.2	131.6
KWS Montana	41.7	37.4	43.1	40.7	130.1	122.4	151.2	137.9
KWS Emil	44.0	40.8	44.6	43.1	128.0	116.8	128.6	124.5
KWS Romin	48.5	44.1	46.0	46.2	130.3	122.5	134.3	129.0
Dagmar	43.0	43.1	46.3	44.1	126.5	121.1	134.6	127.4
Angelus	41.9	37.8	44.7	41.5	140.9	123.9	158.6	141.1
Fideliuss	41.6	38.1	44.7	41.5	138.8	113.1	122.6	124.8
DS Kovas	39.8	36.9	44.1	40.2	132.7	116.4	140.4	129.8
Xerxes	46.8	43.1	47.7	45.9	128.4	108.2	138.9	125.2
Vidēji/Average	41.9	41.3	45.4	42.8	128.8	114.9	138.9	128.1

Apkopojot trīs gadu rezultātus, redzams, ka izteikti rupji graudi bija 2018. gadā, salīdzinot ar 2016. un 2017. gadu, atsevišķām šķirnēm – tādām kā 'Artist' un 'Fenomen', pārsniedzot pat 50.00 g. Vidēji trijos gados visrupjākie graudi tika konstatēti šķirnēm 'Skagen' un 'Talsis' >47.0 g (2. tab.).

Vislielākais proteīna saturs graudos, tāpat kā TGM, tika novērots 2018. gadā. Visaugstākais (>15.00%) tas bija šķirnēm 'Olivin' – 16.40%. Jāatzīmē, ka šai šķirnei graudu raža bija zema (4.07 t ha⁻¹). Proteīna saturs >15.0% tika konstatēts šķirnēm 'Talsis', 'Toras', 'KWS Montana' un 'Angelus'. Vidēji visos gados proteīna saturs >14.0% bija šķirnei 'Angelus', bet >13.0% piecām šķirnēm – 'Talsis', 'Olivin', 'Toras', 'Fenomen' un 'KWS Montana' (2. tab.).

2016. gadā tika konstatēta būtiski pozitīva sakarība starp TGM un ražu ($r=0.461 > r_{0.05}=0.200$), kā arī visos gados negatīva korelācija ražai un kopproteīna saturam ($r=-0.476 > r_{0.05}=0.200$).

Secinājumi

Sausā un karstā vasara 2018. gadā negatīvi ietekmēja barības vielu uzņemšanu augu veģetācijas perioda laikā, tāpēc ziemas kviešu šķirnēm tika novērots ražas samazinājums par 22–50%, salīdzinot ar iepriekšējiem diviem gadiem.

Lai pielāgotos klimata izmaiņām un neciestu zaudējumus, lauksaimniekiem ir svarīgi izvēlēties audzēšanai šķirnes, kas spēj adaptēties, nodrošinot stabilu graudu ražu arī salīdzinoši nelabvēlīgos laikapstākļos.

Agrīnas un vidēji agrīnas ziemas kviešu šķirnes spēj produktīvāk izmantot ziemas/pavasara periodā uzkrāto mitrumu augsnē, veidojot virszemes masu un nodrošinot stabilāku graudu ražu arī nelabvēlīgos meteoroloģiskajos apstākļos, salīdzinot ar šķirnēm, kurām ir raksturīgs ilgs veģetācijas periods.

Izmantotā literatūra

1. Balla K., Rakszegi M., Li Z., Bekes F., Bencze S., Veisz O. (2011). Quality of winter wheat in relation to heat and drought shock after anthesis. *Czech J. Food Sci.* 29, p. 117–128.
2. Ferris, R., Ellis, R.H., Wheeler, T.R., Hadley, P., 1998. Effect of high temperature stress at anthesis on grain yield and biomass of field grown crops of wheat. *Plant Cell Environment.* 34, p. 67–78.
3. Joshi R., Wani S. H., Singh B., Bohra A., Dar Z. A., Lone A. A., et al.(2016). Transcription factors and plants response to drought stress: current understanding and future directions. *Front. Plant Science.*7:1029. p.10.
4. Lobell D. B., Gourdji S. M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiology.* 160, 1686–1697. 10.1104, p.112.
5. Zampieri M, D'Andrea F, Vautard R, Ciais P, De Noblet-Ducoudré N, Yiou P (2009). Hot European summers and the role of soil moisture in the propagation of Mediterranean drought. *J. Clim.* 22, p. 4747–4758.
6. Tuberosa, R. and Salvi, S. (2006) Genomics-Based Approaches to Improve Drought Tolerance of Crops. *Trends in Plant Science*, 11, p. 405–412.
7. Finlay K.W., Wilkinson G.N. (1963). The analysis of adaptation in plant breeding program. *Australian J. of Agricultural Res.*, 14: p. 742–754.

DĀRZKOPIĒBA

ATŠĶIRĪGU BARĪBAS ŠĶĪDUMA PH RĀDĪTĀJU IETEKME UZ KULTŪRAUGU AUGŠANU

THE IMPACT OF DIFFERENT pH OF NUTRIENT SOLUTION ON PLANT GROWTH

Ina Alsina, Santa Belkus, Raivis Blumfelds, Daiga Sergejeva
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
Ina.Alsina@llu.lv

Abstract. Plant growth and development are significantly affected by soil reaction. The optimal pH differs for different plants, but for most of them it is pH 6-7. The concentration of hydrogen ions in nutrient solution affects mineral salts solubility, mineral elements uptake and physiological processes in the plants. Changes in the pH level of cell influence physical and chemical properties of protoplasm, the ability to link mineral elements, stability of proteins, activity of enzymes etc. Plants can partially adjust to the pH level of nutrient solution and avoid harmful pH changes. The aim of experiments was to clarify plant ability to adjust to pH level of nutrient solution and how the maintenance of pH influenced plant growth. Experiments were carried out in the polycarbonate greenhouse of the Institute of Soil and Plant Sciences in the frame of Master programme study course Plant Ecophysiology. Sprouted seeds of rye (*Secale cereale* L.), peas (*Pisum sativum* L.), field beans (*Vicia faba* L.) and maize (*Zea mays* L.) were placed on a sieve fixed on 0.5L jars containing water with pH 3, 4, 5, 6, 7, 8 or 9. The pH in the solution in each jar was determined once a week. After two weeks of cultivation plants were fertilized with Yara Kristalon NPK+Mg (18+18+18+3) when the concentration of solution was 1%. If necessary, the solution in the jar was supplemented with water, pH of which corresponded to the reaction of solution of that time. At the end of the experiment fresh and dry mass of roots, above part of plants and chlorophyll content were determined. The experiments showed that if pH value in solutions was 3, plants were not able to adjust to it and their growth was significantly delayed. Other pH values in solutions influenced plants. Maize and rye adjusted to it if pH was close to 7. Legumes had two adjusted pH values: beans 6.1 or 4.5, peas 6.8 or 4.6. The largest plant mass was obtained if solutions' pH value was 7 for field beans, 6.3 for peas, 5.7 for maize and 6.8 for rye. Content of chlorophyll was a less sensitive parameter, the significant decrease of chlorophylls content was detected in grain leaves at solutions' pH $\geq$ 8.0.

Key words: maize, field beans, rye, peas, chlorophyll.

Ievads

Augu augšanu un attīstību būtiski ietekmē barības šķīduma pH vērtība. Dažādu augu attieksme pret vides reakciju augsnei un barības vielu šķīdumā ir atšķirīga, tomēr vairumam kultūraugu optimālais pH ir 6–7. Ūdeņraža jonu koncentrācijai barības šķīdumā ir sarežģīta ietekme ne tikai uz minerālvielu šķīdību, minerālelementu uzņemšanu, bet arī uz citiem auga fizioloģiskajiem procesiem. Izmainoties pH vērtībai šūnā, mainās protoplazmas fizikāli ķīmiskās īpašības, spēja saistīt minerālelementus, olbaltumvielu stabilitāte, fermentu darbība utt. Barības šķīduma pH auga šūnas spēj daļēji regulēt, tādējādi novēršot kaitīgās pH izmaiņas arī pašā augā (Nye, 1981; Deska *et al.*, 2011, Mandić *et al.*, 2011).

Amerikā, kur kukurūzu audzē lielās platībās, ieteicamā augsnes reakcija ir no pH 5.8 līdz 6.8, savukārt Čīlē 2015. gadā veiktā pētījumā konstatēts, ka kukurūzas ražu negatīvi ietekmē zema vai pārāk augsta augsnes reakcija, līdz ar to dažādu mikroelementu pieejamība augsnei samazinās. Augsnes reakcija un cinka saturs augsnē ir svarīgi mainīgie lielumi, kas ietekmē kukurūzas ražu (Najera *et al.*, 2015). Literatūrā tiek norādīts, ka kukurūzai optimālais pH ir no 6.0 līdz 6.5, un, ja pH vērtība ir augstāka, tad ražība samazinās (Mallarino, Sawyer, 2011).

Lauka pupām pēc A. Kārklīņa un A. Ružas ieteikumiem augsnes reakcijai jābūt virs pH KCl 6.5 (Lauku kultūraugu..., 2013). Literatūrā minēts, ka lauka pupu audzēšanai augsnes reakcija var būt no pH 6.5 līdz pat 9.0 (Jensen *et al.*, 2010). Kritiskā augsnes reakcijas vērtība tiek minēta

pH 4.0, pie kuras samazinās galveno jonu asimilācija un saknes pārstāj augt (Yan *et al.*, 1992). Pastiprināti skābās augsnes tiek gandrīz pilnībā ierobežota simbioze ar baktērijām un nenotiek slāpekļa fiksācija, kas raksturīga pākšaugiem (Balodis, 2016). Austrālijā minēts, ka ir jāizvairās no pupu sēšanas augsnēs, kur pH vērtība ir zemāka par 5.2, bet Amerikā Masačūsetsas Universitāte norāda, ka zemākā augsnes reakcijas vērtība ir 5.6. Šāda tipa augsnēm ir jāpārbauda alumīnija un mangāna līmenis, kā arī jāveic kaļķošana. 2015. gada rokasgrāmatā par lauka pupu audzēšanu Jaunanglijā, Amerikā, minēts, ka optimālais pH ir no 6.0 līdz 6.5 (Matthews, Marcellos, 2003).

Līdzīga augsnes reakcija kā lauka pupām ir arī zirņiem, jo tie ir pākšaugi, taču arī saistībā ar zirņiem literatūrā minētas dažādas pH vērtības, piemēram, par optimālo tiek atzīta augsnes reakcija no pH 6.0 līdz 6.8 un, ja pH ir zem 6.0, tad ieteicama kaļķošana. Savukārt Makdoels un Mahlers 1987. gadā Idaho (ASV) kā minimālo augsnes reakciju min pH 5.5. Vienlaikus citi zinātnieki – Mengels un Kirkbijs – par zirņiem produktīvi optimālo pH vērtību atzīst amplitūdu no 5.3 līdz 7.4 (citēts pēc Gordana *et al.*, 2007).

Rudziem piemērotas ir augsnes ar vāji skābu reakciju, kur $\text{pH} \geq 5.5$ –6.5, bet norādīts, ka rudzi var augt un attīstīties vietās, kur pH ir no 4.5 līdz 8.0¹, kas veido lielu amplitūdu. Rudzi ir daudz izturīgāki pret nelabvēlīgiem augšanas apstākļiem, salīdzinot ar citiem graudaugiem. Tie spēj būt ražīgāki smilšainās, skābās vai slikti sastrādātās augsnēs. Lai iegūtu augstas ražas, ieteicams rudzus sēt labi sagatavotās augsnēs, kur pH vērtība ir no 5.6 līdz 5.8 un augstāka (Oelke *et al.*, 1990).

Augi ar saviem sakņu izdalījumiem apkārtējā vidē izdala organiskās skābes un vielas ar hormonālo aktivitāti. Organisko skābju kvalitatīvais un kvantitatīvais saturs dažādām augu grupām atšķiras (Nardi *et al.*, 2000).

Pētījuma mērķis bija skaidrot, kā izmainās barības šķīduma pH augu veģetatīvās attīstības laikā un kā nepieciešamā pH uzturēšana ietekmē augu augšanu.

Materiāli un metodes

Pētījums uzsākts 2018. gada 14. septembrī Latvijas Lauksaimniecības universitātes Augsnes un augu zinātņu institūtā maģistratūras studiju kursa „Augu ekofizioloģija” ietvaros. Izmantotas rudzu (*Secale cereale* L.), zirņu (*Pisum sativum* L.), lauka pupu (*Vicia faba* L.), kukurūzas (*Zea mays* L.) sēklas, kuras ielika mitrās „Petri” platēs, lai tās uzbriestu un sadīgtu. Vienāda tilpuma (0.5 l) stikla traukos ar attiecīgo pH reakciju ieliets destilēts ūdens, izveidojot septiņus stikla traukus, kuros pH līmenis ir robežās no 3.0 līdz 9.0 pH. Šķīdumu pH nodrošināts, izmantojot 1M KOH vai 1M HCl šķīdumu. Pētījumā savstarpēji tiek analizēti divi faktori: A – kultūraugi (rudzi, zirņi, lauka pupas, kukurūza un kontrole bez auga); B – šķīduma pH reakcija.

Mērījumi veikti vienu reizi nedēļā – laika posmā no 17. septembra līdz 12. oktobrim. Stikla trauki nomarkēti ar attiecīgo pH reakciju, kurš tajās iepildīts. Uz trauka uzlikts siets un sadīgušās kultūraugu sēklas tā, lai dīglsakne iegrimtu ūdenī ar attiecīgo pH līmeni.

28. septembrī veikta mēslošana ar „Yara Kristalon NPK+Mg” (18+18+18+3+micro), kur veidots uzlējums katrai burciņai, lai mēslojuma koncentrācija veidotu 1%.

Ik pēc nedēļas ar pH-metru „Denver Instrument Basic” katram kultūraugam noteikta pH reakcija un piefiksētas tā izmaiņas, kā arī kultūraugu attīstība.

Eksperimentu noslēdzot, noteikta augu virszemes un sakņu svaigā masa un garums, sausne un hlorofila saturs lapās. Iegūtie dati matemātiski apstrādāti, izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi.

Rezultāti un diskusijas

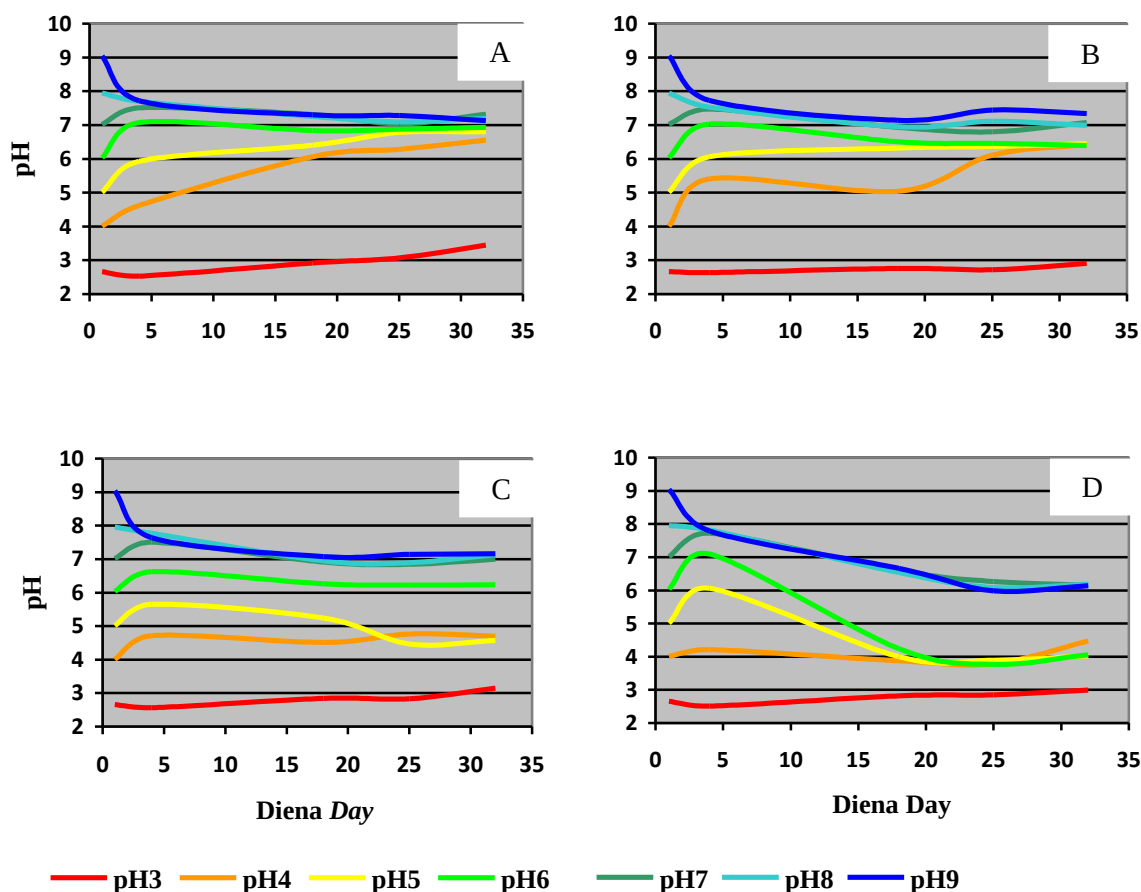
Šķīduma pH ietekmē gan sēklu dīgšanu, gan augu augšanu agrīnajās attīstības fāzēs. Zems pH līmenis var stimulēt atsevišķu augu sēklu dīgšanu un augšanu, jo veicina amilolītisko fermentu aktivitāti (Deska *et al.*, 2011).

Saskaņā ar literatūras avotos pieejamo informāciju kukurūzai optimālais pH ir robežās no 5.8 līdz 6.8, kas novērojams arī pētījumā, kur kukurūza mēģina pielāgot pH uz 6.9 (vidēji). Novērojams, ka gadījumā, ja barības šķīduma pH ir 3.0, 4.0 un 5.0, tas kukurūzai palielinās, turpretī pH 6.0 un 7.0 sākotnēji palielinās un tad pazeminās (skat. 1. att.). Piemēram, situācijās, kur pH sākotnējā vērtība bija 6.0, otrajā mērījumu reizē (21.09.) tā palielinājās līdz 7.0, trešajā

¹ Winter Rye (*Secale cereale*). Albert Lea Seed. [Tiešsaiste][skatīts 20.12.2018]. Pieejams: <http://www.alseed.com/UserFiles/Documents/Product%20Info%20Sheets-PDF/Basics%20Winter%20Rye-2010.pdf>

mērījumu reizē (05.10.) samazinājās līdz 6.5, savukārt ceturtajā novērojumu reizē (12.10.) vēl saruka līdz 6.5.

Lauka pupām pH reakcija, pamatojoties uz literatūras avotos lasāmo informāciju, vēlama augstāka par pH 5.6, taču pētījumā konstatēts, ka trešajā un ceturtajā novērojumu reizē pH vērtības samazinās neatkarīgi no tā, ka ir sasniegts lauka pupām raksturīgais pH līmenis (skat. 1. att.). Otrajā novērojuma reizē laboratorijas stikla traukos, kur pH vērtības sākotnēji bija 4.0, 5.0, 6.0 un 7.0, lauka pupas reakciju mēģināja normalizēt, bet pēc trešajā mērījuma visas vērtības samazinās, piemēram, traukā, kur sākotnēji pH bija 6.0, (21.09), pH vērtība ir palielinājusies līdz 7.1, bet trešajā novērojuma reizē (05.10.) pH vērtība ir sarukusi līdz 4.2, kas ir zemāka par lauka pupām literatūrā norādīto nepieciešamo pH reakciju (Kārklīšs, Ruža, 2013).



1. att. Barības šķīduma pH reakcijas izmaiņas augu agrīnās veģetācijas laikā: A – rudzi, B – kukurūza, C – zirņi, D – lauka pupas.

Fig. 1. Changes in solutions' pH during plant vegetation: A – rye, B – maize, C – peas, D – field beans.

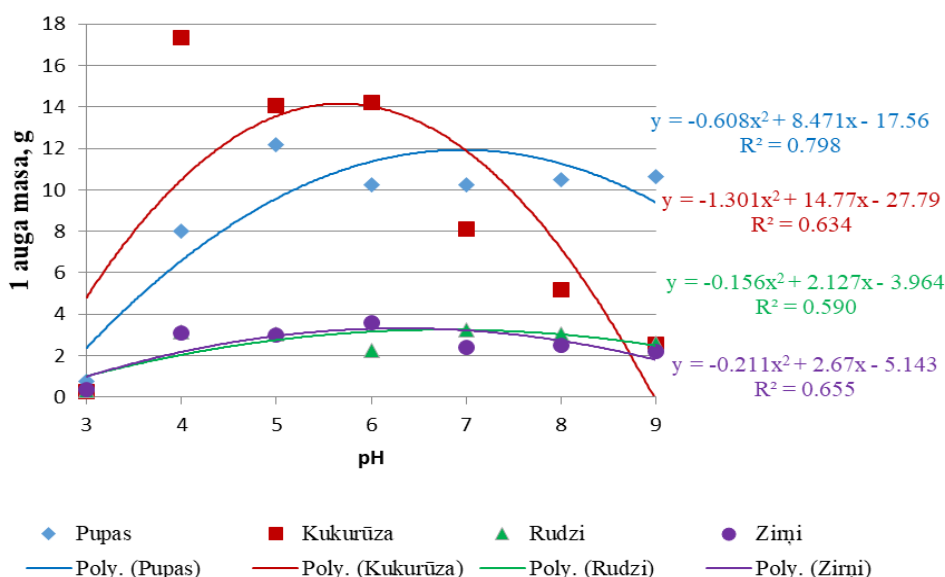
Zirņi ir vienīgais kultūraugs, kam nav novērojama tendence pielāgot pH reakciju pētījuma laika posmā. Traukos, kur sākotnējais pH bija 6.0, novērojams, ka tā vērtība visu pētījuma laiku ir tuva pH 6.0. Otrajā mērījumu veikšanas reizē pH reakcija palielinājās līdz 6.6, bet pēc tam (05.10.) samazinājās līdz 6.3, savukārt 12.10. – 6.2. Līdzīgi kā lauka pupām, arī zirņi pie sākotnējā pH 4.0 un 5.0 otrajā reizē (21.09.) palielina reakciju, bet pēc tam samazina, lai gan nav sasniegta optimālā vērtība, kas zirņiem ir 6.0 līdz 6.8 (Gordana *et al.*, 2007).

Rudzi mēģināja optimizēt sev nepieciešamo pH jau pēc septiņām dienām – tika novērots, ka pH vērtības mainās. Traukos, kur sākotnējais pH bija 7.0, 8.0 un 9.0, tas uzreiz pielāgojās rudziem nepieciešamajā vērtībā – pH 7.2 līdz 7.5 (vidēji). Traukos, kur bija pH 4.0, 5.0 un 6.0, novērots, ka rudzi paaugstina vērtību un mēģina optimizēt pH virs 6. Pēdējās divās novērojumu dienās (05.10. un 12.10.) traukos, kur sākotnējā pH vērtība bija 4.0, rudzi pielāgoja līdz pH 6.0 un vairāk (skat.

1A. att.). Pie sākotnējās vērtības pH 3.0 rudzi spēja pielāgot līdz pH 3.4, kas bija augstākais mērījums. Rudzi var augt un attīstīties plašā pH amplitūdā, no 4.0 līdz 9.0, ko apliecina arī literatūrā minētie dati (Oelke *et al.*, 1990).

Interesanti, ka abām eksperimentos izmantotajām tauriņziežu sugām raksturīgas divas atšķirīgas pH vērtības, uz kurām augi cenšas optimizēt barības šķīdumu. Šo faktu varētu skaidrot ar atšķirīgajiem mehānismiem augu adaptācijai.

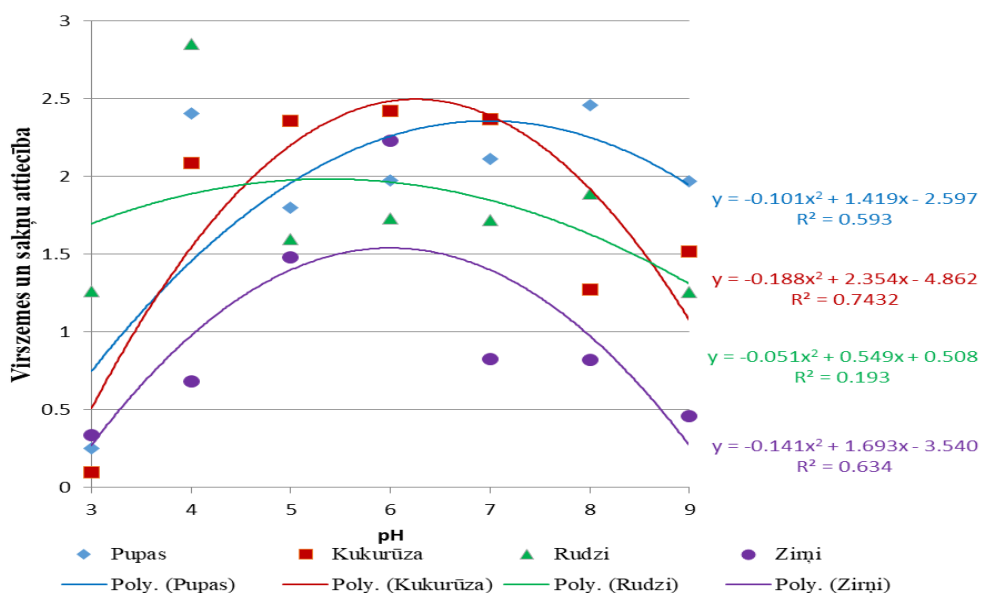
Katram kultūraugam auga masas maksimums sasniegts pie dažādām šķīduma pH vērtībām, kas apstiprina kultūraugu dažādo pH vajadzību (skat. 2. att.). Kukurūzas augu masa vislielākā ir pie pH 5.8, kas gandrīz atbilst kukurūzas optimālajām pH vērtībām 5.8 līdz 6.8, kā tas norādīts literatūras avotos – tādējādi ir sasniegta nepieciešamības zemākā robeža. Lauka pupām eksperimenta laikā maksimālā auga masa sasniegta pie pH 6.9 – literatūrā rekomendētās robežas ir no 6.5 līdz 9.0. Rudziem izmēģinājumā vislielākā masa tiek sasniegta, šķīduma pH vērtībai tuvojoties 6.8, taču, kā jau aprakstīts iepriekš, rudzu augšanai piemērota salīdzinoši liela augsnes skābuma amplitūda. Salīdzinājumā ar pupām un kukurūzu masas izmaiņas ir mazākas, mainoties pH. Zirņi, līdzīgi kā rudzi, eksperimenta laikā ir parādījuši salīdzinoši mazāku pH vērtības ietekmi uz auga masu, maksimumu sasniedzot pie pH 6.8, kas gan novērots divos traukos, kuros sākotnēji bijuši šķīdumi ar pH 4.0 un 7.0. Kukurūza bijusi visjutīgākā attiecībā uz auga masas izmaiņām atkarībā no pH.



2. att. Augu masa atkarībā no sākotnējās pH vērtības barības šķīdumā.

Fig. 2. Mass of plants grown in solutions with different pH.

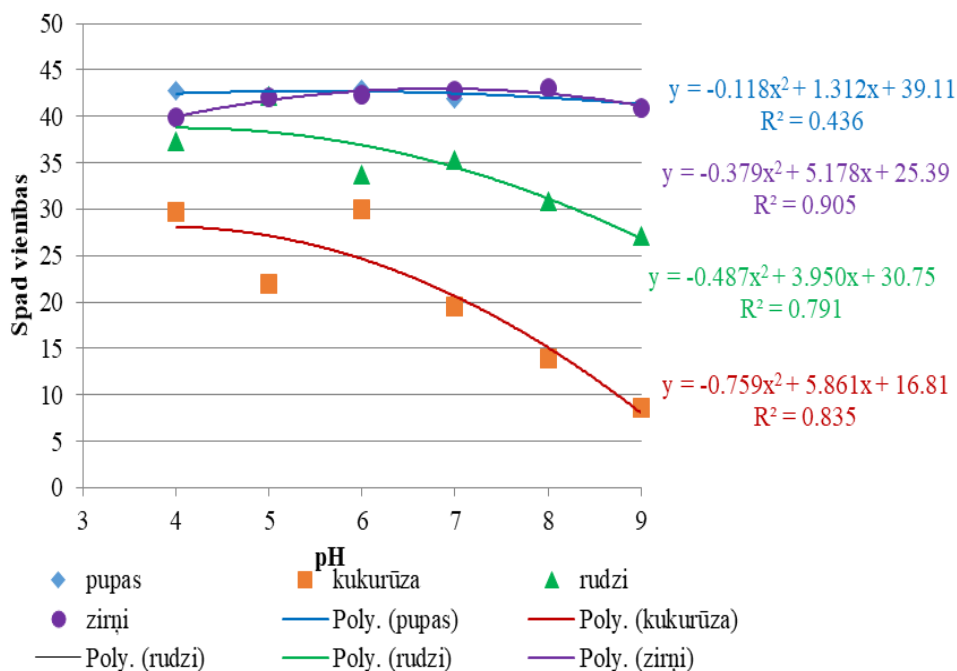
Kultūraugu virszemes masas un sakņu attiecībai ir tendence būt nelielai pie ļoti skābām reakcijām un samazināties, tuvojoties bāziskākiem šķīdumiem (3. att.). Jūtīgāk uz pH izmaiņām reaģē kukurūza un zirņi, tikai nedaudz tolerantākas ir pupas, taču vismazāk virszemes un sakņu masas izmaiņas atkarībā no šķīduma pH konstatētas rudziem. Rudziem arī dzīve attiecību maksimālā vērtība sasniegta nedaudz skābākā šķīdumā, proti, virs pH 5.0 (5.4). Zirņiem un kukurūzai augstākās vērtības ir attiecīgi 6.0 un 6.3, bet pupām vērtības maksimums sasniegts pie sārmaināka šķīduma – pH 7.3. Kukurūza bijusi visjutīgākā attiecībā uz auga masas izmaiņām atkarībā no pH.



3. att. Pētījumā aplūkoto augu virszemes un sakņu attiecība atkarībā no sākotnējās pH vērtības šķīdumā.

Fig. 3. Ratio between shoot and root mass of plants grown in solutions with different pH.

Hlorofila mērījumu dati (skat. 4. att.), kas veikti pētījumā iekļauto augu lapām, atspoguļo faktu, ka kukurūzai un rudziem vērtības salīdzinoši strauji pazeminājušās, palielinoties šķīduma pH. Zirņiem un pupām hlorofila saturs lapās ir bijis izlīdzinātāks visa pH spektra ietvaros. Visiem augiem hlorofila vērtību maksimumi sasniegti robežās no pH 5.0 līdz 7.0.



4. att. Hlorofila saturs augu lapās atkarībā no sākotnējās pH vērtības šķīdumā.

Fig. 4. Chlorophyll content in leaves of plants grown in solutions with different pH.

1. tabula Table 1

Barības šķīduma pH vērtība eksperimenta noslēgumā, kur aprēķināta lielākā augu masa, ūdens un hlorofila saturs

pH values of nutrient solutions at the end of the experiment where highest plant mass, water and chlorophyll content were observed

Augs / Plant	Šķīduma pH eksperimenta beigās / Nutrients solutions pH at the end of experiment		Lielākā augu masa / Highest plant mass	Lielākā virszemes un sakņu attiecība / Highest shoot root ratio	Lielākais ūdens saturs augā / Highest water content in plant	Augstākais hlorofila saturs / Highest chlorophyll content
Pupas / Beans	6.11	4.54	6.96	7.34*	6.15	5.52
Zirņi / Peas	6.78	4.62	6.32	6.00	6.69	6.82
Kukurūza / Maize	6.71		5.68	6.25	6.91	6.68
Rudzi / Rye	6.89		6.78**	5.36	7.09	5.08

* 2 maksimumi pie pH 4 un pH 8.

** 2 maksimumi pie pH 4 un pH 7.

Tabulas un attēlu dati atspoguļo faktu, ka augu maksimālās raksturvērtības, kā augu masa, virszemes un sakņu attiecība, ūdens saturs, kā arī augstākais hlorofila saturs augā, tiek sasniegtas pētījumos pierādīto pH vērtību robežās. Lai arī pētījuma ietvaros konstatēts, ka augi ir spējīgi mainīt šķīduma pH, panākot iespējami tuvu šķīduma reakciju, lai augs spētu normalizēt augšanas procesus, ir skaidrs, ka tam nepieciešami resursi. Iepriekš minētie auga kvalitatīvo un kvantitatīvo īpašību rādītāji liecina, ka ārpus optimālā pH tie sarūk, kaut arī pH reakciju augs tajā pašā laikā pielāgo. Tas norāda, ka nepieciešamās barības vielas netiek lietotas auga augšanai, bet gan šķīduma pH normalizēšanai.

Secinājumi

Ja šķīduma pH ir 3.0, tad augi nespēj šo pH izmainīt. Būtiski samazinās augu augšana un masa.

Lielākās augu masas konstatētas, ja barības šķīdumu pH atrodas robežās no 5.7 (rudzi) līdz 7.0 (pupas).

Šķīduma pH paaugstināšanās virs 8.0 samazina hlorofila saturu augos.

Graudaugiem un tauriņziežiem varētu būt atšķirīgi metabolisma ceļi adaptācijai, par ko liecina atšķirīgās barības šķīdumu pH vērtības, eksperimentu noslēdzot.

Izmantotā literatūra

1. Balodis R. (2016). Šķirnes, izsējas normas un fungicīda ietekme uz lauka pupu (*Vicia faba* L.) ražu: zinātniskais darbs maģistra grāda ieguvei. Latvijas Lauksaimniecības universitātes Agrobiotehnoloģijas institūts. Jelgava. 48 lpp.
2. Deska J., Jankowski K., Bombik A., Jankowska J. (2011). Effect of growing medium pH on germination and initial development of some grassland plants. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 10(4), p. 45–56.
3. Gordana B., Grljusic S., Rozman V., Lukic D., Lackovic R., Novoselovic D. (2007). Seed age pH of water solution effects on field pea (*Pisum sativum* L.) germination. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*, 35(1), p. 20–26.
4. Jensen E. S., Peoples M. B., Hauggaard-Nielsen H. (2010). Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*. Vol.115(3), p. 203–216.

5. *Lauku kultūraugu mēslošanas normatīvi* (2013). Sast. A. Kārklīš un A. Ruža. Jelgava: LLU, 55 lpp.,
6. Mallarino A.P., Sawyer J. E. (2011). Corn and soybean response to soil pH level and liming. *Integrated Crop Management Conference*. Iowa State University. Vol.148, p. 93–97.
7. Mandić V., Tomic Z., Krnjaja V., Bijelić Z., Zujovic M., Simic A., Prodanovic S. (2011). Effect of acid stress on germination and early seedling growth of red clover. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 27. p. 1295–1303.
8. Matthews P., Marcellos H. (2003). Faba bean. NSW Agriculture second edition. Vol, 12. [Tiešsaiste][skatīts 22.02.2019.]. Pieejams:
https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/157729/faba-bean-pt1.pdf
9. Najera F., Tapia Y., Baginsky C., Figueroa V., Cabeza R., Salazar O. (2015). Evaluation of soil fertility and fertilisation practices for irrigated maize (*Zea mays* L.) under Mediterranean conditions in central Chile. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Vol. 15(1), p. 84–97.
10. Nardi S. Concheri G., Pizzeghello D., Sturaro A., Rella R., Parvol G. (2000). Soil organic matter mobilization by root exudates., *Chemosphere*, Vol.41(5), p. 653–658.
11. Nye P.H. (1981). Changes of pH across the rhizosphere induced by roots, *Plant and Soil*. Vol. 61(1–2), p. 7–26.
12. Oelke, E.A., Oplinger E.S., Bahri H., Durgan B.R., Putnam D.H., Doll J.D., Kelling K.A.. (1990). Rye. **In:** *Alternative field crops manual*. [Tiešsaiste][skatīts 20.12.2018.]. Pieejams:
www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/
13. Yan F, Schubert S, Mengel K. (1992). Effect of low root medium pH on net Proton release, root respiration, and root growth of corn (*Zea mays* L.) and broad bean (*Vicia faba* L.). *Plant Physiol*. 1992. Vol. 99(2), p. 415–421.

LATVIJAS IZCELSMES VĪNOGU ŠĶIRNES ZIEMEĻVALSTĪS GRAPE CULTIVARS OF LATVIA ORIGIN IN NORDIC COUNTRIES

Dzintra Dēķena, Ilze Grāvīte
Dārzkopības institūts (LatHort)
dzintra.dekena@llu.lv

Abstract. Grapevine growing in Northern European countries is limited due to a shorter growing season and colder climate than in Central and Southern Europe. Due to the climate change and global warming, grapevine growing has spread farther to the north of the Baltic Sea region and to Scandinavian countries, where climatic conditions have considerable air temperature fluctuations during the wintering period. In the Baltic countries and the south of Finland and Sweden the grapevine growing cycle from a bud burst to the end of vegetation is 180-200 days on average. The grapevine plantations have rapidly expanded also in Latvia, and the history of the fruit here has started long ago. They were grown around Ventspils already in the 15th century and later on the banks of the rivers Venta and Abava. Pauls Sukatnieks was the first breeder who developed Latvian grape varieties. Interspecific hybrids 'Zilga', 'Supaga', 'Sukribe', 'Guna', 'Veina', 'Veldze', 'Meda' and 'Spulga' created by him since 1959 are the most favourite varieties. Besides *Vitis vinifera*, two other *Vitis* species were used in the crossings: the fox grapevine (*Vitis labrusca*) whose hybrids have the increased frost resistance, rather high resistance to diseases, they are modest and suitable for wet climate, and Amur grape (*Vitis amurensis*). Some of these varieties are known not only in Latvia, but also in neighbouring countries as well as in Finland, Norway, Sweden and the north of the USA. Varieties bred by Sukatnieks are so popular because they can survive through severe, cold winters. The variety 'Zilga' is especially widely spread outside Latvia and is used also in wine production. 'Zilga' is recognized as the most winter-hardy variety adaptable to Finland's and Estonian conditions where severe climatic conditions are observed. 'Zilga' survived in -30.7 °C degrees in open field conditions without any covering therefore it is recognized as suitable for growing in an open field. The Polish Institute of Horticulture, where cold resistance of 32 varieties was evaluated during winter of 2009/2010 when the minimal air temperature was -28.1 °C, evaluated 'Zilga' and 'Supaga' as the most resistant. It has been proven that in Finland 'Zilga' has 138 day long vegetation cycle from the bud burst till fruit ripening on average, and it is two weeks shorter than for varieties from southern countries. The variety 'Veina' is noted as the least winter-hardy among P. Sukatnieks varieties. 'Guna' is noted as the tastiest in Norway. Due to the global warming and the climate change, the fruit quality and content of sugars in fruit are increasing in northern regions. The content of sugars in juice of the variety 'Zilga' was 17.9 g L⁻¹ in 2013 in Finland, and it was comparatively higher than for southern varieties. The research findings at the Institute of Horticulture in Latvia show that the content of sugars and taste qualities for P. Sukatnieks varieties differed among years. The highest content of soluble solids for the variety 'Zilga' was in 2015 (18.3 Brix%), while the lowest content of them was in 2016 (14.4 Brix%). The lowest evaluation of taste (score 2.9) was observed in 2017, although at the same time the content of soluble solids was comparatively high (16.8 Brix%). The variety 'Veldze' had lower content of soluble solids (15.5 Brix%) compared to 'Zilga', while the taste evaluation was higher (score 3.8).

Key words: Nordic viticulture, climate change, Pauls Sukatnieks, winter hardiness, grape interspecific hybrids.

Ievads

Vīnkopības attīstībā vīnogu šķirnēm ir svarīga spēja izturēt kritiski zemas gaisa temperatūras ziemšanas periodā. Vīnkoku ziemcietību ietekmē ģenētiskie faktori, meteoroloģiskie apstākļi un atbilstošu prasību nodrošināšana (Jackson, 2000). Salcietība ir īpaša vīnkoku audu spēja izturēt kritiski zemas temperatūras, tomēr, lai augi izdzīvotu, ir nepieciešama arī spēja izturēt gaisa temperatūras pazemināšanos rudenī, kļūt rezistentai ziemas sākumā, lēni reaģēt uz temperatūras izmaiņām ziemā un izturēt gaisa temperatūras svārstības pavasarī (Howell, 2000). Sala izturību ziemšanas periodā pazemina nepietiekama barības vielu uzņemšana, stipri noēnoti vainagi, augsts

kaitēkļu un slimību bojājumu līmenis, kā arī dažādi citi stresa izraisītāji, kas samazina vai kavē korķa kambija veidošanos (Dami, 2007).

Tāpat tiek uzskatīts, ka vīnkoku aukstuma aklimatizācija norisinās divos posmos. Pirmais posms notiek no vasaras beigām līdz agram rudenim, ko ierosina zemas, bet pozitīvas temperatūras. Pirmā posma laikā vīnkoki vēl nerasniedz maksimālo izturību pret aukstumu. Otro posmu izraisa temperatūras, kas zemākas par sasalšanas temperatūru. Svarīgi, lai vīnkoks spētu izturēt šīs kritiskās temperatūras (Jansson, 2013). Tiek uzskatīts, ka Ziemeļu reģioniem piemērotākās ir Baltijas reģionā izveidotās šķirnes (Karvonen, 2014^b), kuru veidošanā *Vitis vinifera* krustota ar *Vitis amurensis* un *Vitis labrusca*, tādējādi paaugstinot augu salizturību (Rätsep, 2016). Tādas ir Latvijas selekcionāra Paula Sukatnieka šķirnes, kurš labākas ogu kvalitātes un labākas ziemcietības iegūšanai krustojis šīs trīs iepriekš minētās sugas. Pazīstamākās un izplatītākās P. Sukatnieka šķirnes ir 'Zilga', 'Veina', 'Supaga', 'Sukribe', 'Guna', 'Veldze', 'Meda', 'Spulga', kuras izdalītas no 3000 sēkludžiem.

Raksta mērķis ir apkopot pētījumus par P. Sukatnieka vīnogu šķirņu izplatību, ziemcietību un ogu kvalitāti Skandināvijas un Baltijas reģiona valstīs.

Rakstā apkopoti pētījumi, kas veikti, izmantojot Latvijā selekcionētās P. Sukatnieka šķirnes, kurām viens no mātesaugiem ir *Vitis labrusca*. Pētījumos iekļautas šķirnes 'Zilga', 'Guna', 'Supaga', 'Sukribe', 'Veldze'. Izmēģinājumu dati iegūti no pētījumiem Igaunijas Dabas zinātņu universitātes Rõhu eksperimentālajā stacijā, Polijas Dārzkopības institūtā Skiernievicē, Somijā Helsinku universitātes izmēģinājumos Tuusulā. Noteiktas minimālās gaisa temperatūras izmēģinājuma gados. 1. tabulā atspoguļota minimālā gaisa temperatūra sešu gadu laikā Pūrē (Latvijā) un divās vietās Igaunijā. Kaut gan iepriekšējās ziemas bijušas siltākas, joprojām mēdz novērot kritiski zemas gaisa temperatūras.

1. tabula Table 1

Minimālā gaisa temperatūra Pūrē (Latvija), Rāpina un Polli (Igaunija)*Minimum air temperature in Püre (Latvia), Rāpina and Polli (Estonia)*

Gads / Year	Rāpina	Polli	Püre
2010	-32.8	-35.3	-28.6
2011	-31.3	-33.5	-28.5
2012	-33.0	-32.1	-29.7
2013	-27.0	-24.8	-20.9
2014	-23.9	-19.4	-25.4
2015	-19.4	-12.5	-14.8

Igaunijā reģioni vīnogu audzēšanai un šķirņu izvēle noteikta arī pēc aktīvo temperatūru (>10 °C) summas vasarā: A – vēsas vasaras <1750 °C; B – mērenas vasaras 1750–1850 °C; C – karstas vasaras >1850 °C (Aasrand, 2018).

Latvijā, Igaunijā, Zviedrijā, Somijā, kā arī ASV ziemeļu daļā visizplatītākā no minētajām vīnoju šķirnēm ir 'Zilga' (Plocker, Parke, 2001), kas iegūta, krustojot šķirnes 'Smuglanka' (*V. amurensis*) un 'Dvietes Zilā' (*V. labrusca*), un 'Jubiļeinij Novgoroda' (*V. vinifera* un *V. labrusca*) 1964. gadā (Sukatnieks, 1981). Tā izrādījusies ļoti izturīga barga sala ziemās, ātri nogatavojas, ražo bagātīgi un spēj izturēt -30 °C līdz -36 °C temperatūru (Lisek, 2012; Лоико, 1999). Piemēram, Polijā Dārzkopības institūtā Skiernievicē 2005./2006. ziemā, kad minimālā gaisa temperatūra janvārī sasniedza -31.6 °C, šķirnei 'Zilga' pumpuri uz viengadīgajiem dzinumiem nebija apsaluši (Lisek, 2007). Dvietē, Paula Sukatnieka dzimtas mājās, tā izrādījusies visziemcietīgākā no visām selekcionāra šķirnēm (Dišlers, 2014). Somijas dienvidu daļā atklātā laukā šķirnei 'Zilga' veģetācijas periods no pumpuru plaukšanas līdz ražas novākšanai ilga 116 dienas, savukārt līdz lapu nobīršanai – 125 dienas (Karvonen, 2014^a). Izpētot augšanas cikla fenoloģiju un augšanas vietas vides apstākļus, redzams, ka šķirne 'Zilga' ir piemērota, lai maijā, jūnijā, jūlijā un augustā izmantotu Ziemeļeiropai raksturīgo mēreni augsto temperatūru (tas labi, jo

lapu atvārsnītes ilgāk paliek atvērtas) un mēreni intensīvo, taču ilgstošo saules gaismu. Lielākā šīs šķirnes platība Somijā jau 2012. gadā veidojusi 0.5 ha, no kura iegūta 2500 kg raža (Karvonen, 2014^a). Pauls Sukatnieks šo šķirni vērtējis kā noderīgu apzaļumošanai.

Vēsā klimata zonā svarīga ir piemērota vīnogu fenoloģiskā attīstība. Somijā 2013. gada vasarā šķirnes 'Zilga' augšanas cikls bija 116 dienas. Pumpuru plaukšana sākusies 21. maijā, bet raža novākta 14. septembrī. Lielākais šķīstošās sausas satur bījis ogu pilngatavībā. Ogu nogatavošanās fāzē vidējā gaisa temperatūra sasniegusi +13.0 °C (2. tab.).

2. tabula Table 2

Augšanas stadijas šķirnei 'Zilga' ar pieaugošu šķīstošās sausas saturu ogās un gaisa temperatūras izmaiņas 2013. gada vasarā

Growth stages of the 'Zilga' vine with the increasing soluble solids' content in grapes, and temperature changes in the air in summer of 2013 (Karvonen, 2014^b)

Datums / Date	E- L*	Visas stadijas / All stages*	Šķīstošā sausna / Soluble solids, Brix°	Vidējā gaisa temperatūra dienā / Average Air temperature during the observation day, (°C)
21. maijs / May	4	Pumpuru plaukšana / Bud burst	×	15.5
28. maijs / May	11	4 lapas atvērušās / 4 leaves separated	×	21.5
31. maijs / May	13	6 lapas atvērušās / 6 leaves separated	×	19.0
8. jūnijs / June	17	12 lapas atvērušās / 12 leaves separated	×	17.0
30. jūnijs / June	23	17–20 lapas atvērušās, 50% vainadziņu nobire /17–20 leaves separated, 50% caps off	×	19.5
17. jūlijs / July	31	Ogas zirņu lielumā / Berries pea- size	×	15.5
27. jūlijs / July	33	Ogas joprojām cietas un zaļas / Berries still hard and green	×	20.5
31. jūlijs / July	34	Ogas kļūst sulīgas / Berries beginn to soften	×	18.5
9. augusts / August	35	Ogas sāk krāsoties / Berries begin to color	10.3	20.5
24. augusts / August	37	Ogas nav pietiekami gatavas / Berries not quite ripe	14.2	13.0
14. septembris / September	38	Ogas pilngatavībā / Berries harvest-ripe	19	13.0
3. oktobris / October	43	Sākas lapu nobiršana / Beginning of leaf fall	×	10.0

*Izmantota Eichorn-Lorenca modificētā skala (Elton, 2013). Šī ir modificēta E-L sistēma, lai noteiktu galvenās un starpposmu vīnogulāju augšanas stadijas.

Šķīstošās sausnas saturs sadalījumā pa gadiem un pētījumu vietām šķirnei 'Zilga' bijis ļoti svārstīgs. Igaunijā Rõhy eksperimentālajā stacijā tiek uzskatīts, ka vīna vīnogu ieteicamais šķīstošās sausnas saturs ir robežās no 17 līdz 22 Brix°. Tomēr 'Zilga' ar 13 Brix° 2017. gadā atklātā laukā nerasniedza ieteikto cukura līmeni (Aasrand, 2018;), turpretī 2013. gadā atklātā laukā šai šķirnei bijusi 17.9 Brix° (Rätsep, Karp *et al.*, 2014; Vool, Rätsep *et al.*, 2014), tajā pašā gadā siltumnīcā 24.1 Brix° (Rätsep, Karp *et al.*, 2014). Dārzkopības institūtā Dobelē augstākais cukura saturs šķirnei 'Zilga' konstatēts 2015. gadā (18.3 Brix°), zemākais 2016. gadā (14.4 Brix°), savukārt viszemākais garšas vērtējums piešķirts 2017. gadā (2.9 balles (5 ballu skalā)), kaut gan cukuru saturs ogās bija salīdzinoši augsts (16.8 Brix%). Kā trūkums šķirnei 'Zilga' Latvijā minēta ieņēmība pret miltrasu (Ikase, 2015), kaut gan pētījumā Krievijā šī šķirne raksturota kā izturīga pret īsto un neīsto miltrasu (Ганич, 2009).

Otra plaši izplatīta šķirne ir 'Supaga', kas iegūta 1959. gadā, krustojot šķirni 'Madlēna Anževine' (*V. vinifera*) ar 'Dvietes Zilo' (*V. labruska*) (Sukatnieks, 1981). Krievijā sešu dažādu vīnogu paraugu īstenotā aptaujā 'Supaga' ieguva otro vietu garšas ziņā (Ганич, 2009). Polijā secināts, ka šī šķirne var izturēt līdz -25 °C temperatūru. Polijas Dārzkopības institūtā Skiernieci 2006. gadā pie -31.6 °C viengadīgiem dzinumiem bija izsaluši 63.5% pumpuru (Lisek, 2007), 2010. gadā pie -28.1 °C – 14% pumpuru bija izsaluši (Lisek, 2012), bet 2009. gadā, kad minimālā gaisa temperatūra janvārī sasniedza -23.0 °C, pumpuri nebija bojāti (Lisek, 2009). Savukārt Igaunijā tā ieteikta kā laba šķirne galda vīnogu audzēšanai plēves siltumnīcās (Kivistik, 2012). Pētījumā Krievijā šīs šķirnes raža tiek vērtēta kā vidēja (4.8 kg no krūma), ar īsto un neīsto miltrasu 'Supaga' slimo nedaudz vairāk nekā šķirne 'Zilga' (Ганич, 2009).

'Sukribe' – izcelsme tāda pati kā 'Supagai'. Ogas vidēji lielas, nedaudz mazākas nekā 'Supagai'. Iztur līdz -25 °C temperatūru. Bezsniega ziemās nepieciešams piesegt saknes (Dobelis, 2013, Plocker, Parke, 2001). Igaunijā atklātā laukā ieteikta dienvidu rajonos, to nedaudz piesedzot (Kivistik, 2012).

'Guna' – šķirņu 'Madlēna Anževine' (*V. vinifera*) un 'Dvietes Zilā' krustojums, tāpat kā 'Supaga' un 'Sukribe'. Atlasīta 1959. gadā. Raža neliela – 2.6 kg no krūma (Ганич, 2009). Ogu ķekari nav lieli. No Paula Sukatnieka šķirnēm 'Gunai' bijušas lielākās (19–23 mm) un garšīgākās (4.8 balles) ogas (Dišlers, 2014; Ганич, 2009). Šī ir viena no retajām šķirnēm, kurai nepieciešams apputeksnētājs (Dobelis, 2013), arī Igaunijā novērotas apputeksnēšanās problēmas. Latvijā šī šķirne var izturēt -25 °C, turklāt lietainākās un vēsākās vasarās tā ienākas un uzkrāj cukurus labāk nekā citas vīnogu šķirnes (Dobelis, 2014). Latvijā šī šķirne raksturota kā lauka apstākļos ziemcietīga, Igaunijā tā ieteikta dienvidu reģionos ar aktīvo temperatūru summu virs 1900 °C, to viegli piesedzot (Kivistik, 2012). Pētījumos Krievijā 'Guna' bijusi ieņēmīgāka pret īsto miltrasu nekā 'Supaga' un 'Zilga' (Ганич, 2009).

Šķirne 'Spulga' tiek ieteikta gaišo vīnu ražošanai, jo ogās ir augsts cukuru saturs arī vēsās vasarās un rudenos. Ogas ir ļoti aromātiskas. Ziemā var izturēt līdz -20 °C temperatūru (Plocker, Parke, 2001). 'Spulga' Latvijā nav tik plaši izplatīta kā iepriekš minētās vīnogu šķirnes. Dārzkopības institūtā Dobelē 2015. gadā sausnas saturs 'Spulgas' ogās veidoja 18.4 Brix° un 2017. gadā 17.0 Brix°. Garšas īpašības 2015. gadā sasniedza 4.0 balles 5 ballu skalā. Igaunijā 'Spulga' ieteikta audzēšanai atklātā laukā dienvidu daļā, to piesedzot. Kā trūkums minēta ieņēmība pret īsto miltrasu (Kivistik, 2012).

Līdztekus iepriekš minētajām šķirnēm gan Paula Sukatnieka mājās Dvietē, gan Dārzkopības institūtā Dobelē un Pūrē, gan Sabiles vīna kalna kolekcijā tiek audzētas šķirnes 'Meda', 'Veldze', 'Agra' un 'Veina'. Par sala neizturīgāko šķirni konstatēta 'Veina', kas iztur tikai no -10 līdz -18 °C temperatūru (Dišlers, 2014).

Secinājumi

Apkopojot literatūras avotos iegūto informāciju, rezultāti par Paula Sukatnieka vīnogu šķirņu izturību un ražību bija atšķirīgi atkarībā no audzēšanas vietas.

Kā ziemcietīgākā atzīta vīnogu šķirne 'Zilga', kā neizturīgākā – 'Veina'.

Tā kā klimatiskie apstākļi gadu gaitā bijuši atšķirīgi, svārstīgs bijis arī šķīstošās sausnas saturs (Brix°).

Arī Latvijas klimatiskajai zonai raksturīgie laikapstākļi gan ziemošanas, gan veģetācijas periodā mēdz būt dažādi, tādēļ šķirņu izvēle varētu atšķirties, taču kopumā Paula Sukatnieka šķirnes ir piemērotas audzēšanai Latvijas apstākļos.

Izmantotā literatūra

1. Aasrand A. A. (2018). Grapes maturity parameters depending on cultivar and summer cover. Abstract of Master's Thesis, Tartu, p. 77.
2. Dišlers A. (2014). Pauls Sukatnieks un ziemeļu vīnkopība. *Dārzs un Drava*, No. 3 40.–41. lpp.
3. Dobelis G. (2013). Vīnogas Latvijā. *Lauku avīze*, 64 lpp.
4. Elton M. (2013). The modified Eichorn Lorenz scale. [Tiešsaiste][skatīts 13.02.2019.]. Pieejams: https://www.researchgate.net/figure/The-modified-Eichorn-Lorenz-scale-Coombe-1995_fig4_278849934
5. Gustafsson J.G., Martensson A. (2005). Potential for extending Scandinavian wine cultivation. *Acta Agriculturae Scandinavica* Section B-Soil and Plant Science, Vol. 55, p. 82–97.
6. Howell S.G. (2000). Grapevine cold hardiness: mechanism of cold acclimation, mid-winter hardiness maintenance, and spring deacclimation. *In: Proceedings of the ASEV 50th anniversary meeting*, Washington, p. 35–48.
7. Ikase L. (2015). Results of fruit breeding in Baltic and Nordic states. *In: Nordic View to Sustainable Rural Development*. Proceedings of 25th NJF congress, June 16–18, 2015, p. 33 – 37.
8. Jackson R. S. (2000). Wine science principles, and application, 3nd. Academic press, p. 789.
9. Jansson M. M. (2013). Frost hardiness of grapevine cultivars as affected by ground cover under Scandinavian conditions. Paper in biology – master's thesis, Alnarp, p. 31.
10. Karvonen J. (2017). Climate change and grapevine growth in the southernmost Finland. *International Journal of Enology and Viticulture*, Vol. 14, p.192–221.
11. Karvonen J^a. (2014). Vitis cv. Zilga is a vine for the northern temperate climate. *Hort. Sci. (Prague)*, Vol.41 p. 147–151.
12. Karvonen J^b. (2014). Northern European viticulture compared to Central European high altitude viticulture: annual growth cycle of grapevines in the years 2012–2013.
13. Kivistik J. (2012). *Grapes in Estonia*. [Tiešsaiste][skatīts 13.02.2019.]. Pieejams: http://ak.rapina.ee/jaan/viinarajad/index_i.htm
14. Lisek J. (2007). Frost damage of grapevines in Poland following the winter of 2005/2006. *Folia Hort.*, Vol. 19/2, p.69–78.
15. Lisek J. (2009). Frost damage of buds on one-year-old shoots of wine and table grapevine cultivars in central Poland following the winter of 2008/2009. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, Vol. 17(2), p. 149–161.
16. Lisek J. (2012). Winter frost injury of buds on one-year-old grapevine shoots of *Vitis vinifera* cultivars and interspecific hybrids in Poland. *Folia Hort.*, Vol. 24/1, p. 97–103.
17. Plocker T., Parke B. (2001). *Northern Winework*. Growing grapes and making wine in cold climates. Eau Claire Printing Company, USA, p. 177.
18. Rätsep R. (2016). Effect of cultivation techniques on grapevine (*Vitis sp.*) and strawberry (*Fragaria x ananasa* DUCH) fruit quality. Thesis of Doctor of Philosophy, Tartu, p.134.
19. Rätsep R. Karp K., Vool E (2014). Yield maturity parameters of hybrid grapevine (*Vitis sp.*) cultivar 'Zilga'. *In: Research for Rural Development*, Vol.1, p. 44–50.
20. Sukatnieks P. Dvietes vīnogas (1981). *Dārzs un Drava*, Nr. 7, 3.–6. lpp.
21. Vool E., Rätsep R., Karp K., Bachman K., Moor U. (2014). The quality of grapes in open field and in protected cultivation conditions. *In: Horticulture in quality and culture of life*. Proceedings of the international conference, Lednice, Czech Republic; 23.–26. September 2014. p. 839–846.
22. Ганич В. А. (2009). Виноград *Vitis labrusca* L. как исходный материал для усовершенствования сортимента виноградных насаждений в Нижнем Придолье. Автореферат диссертации, п Персиановский, [Tiešsaiste][skatīts 13.02.2019.]. Pieejams: <http://earthpapers.net/vinograd-vitis-labrusca-l-kak-ishodnyy-material-dlya-usovershenstvovaniya-sortimenta-vinogradnyh-nasazhdeniy-v-nizhnem-pr>
23. Лойко Р.Э. (1999). *Виноградный сад*, Минск, Лазурек, с 175.

24. Сороко А.А. (2009). Проблемы виноградника в открытом грунте. **В: Атлас Северного винограда.** Смоленск, КФК Питомник, с. 46–50.

JAUKTIE STĀDĪJUMI DĀRZENĀ – IZAICINĀJUMS VAI RISINĀJUMS? INTERCROPPING IN VEGETABLE GROWING – CHALLENGE OR SOLUTION?

Līga Lepse, Sandra Dane, Solvita Zeipiņa, Jānis Lepsis

Dārzkopības institūts

liga.lepse@llu.lv

Abstract. *The demand for organic vegetable products is rapidly growing in Europe and also in Latvia. The bottleneck of fulfilment of consumers' demands is the lack of innovative technologies for intensive vegetable production in organic cropping systems. The depleted soil with decreased productivity is one of the main constraints in organic vegetable production. Therefore seeking new technologies is crucial for the solution of the problem. Intercropping, especially strip cropping, is foreseen as one of the possible improvements in growing technologies. The scientific literature review conducted by the authors on the intercropping efficiency in vegetable production is based on different scientific journals from all around the world. The summary of the findings shows that intercropping approach is considered to be an interaction of different factors influencing crop yield and its performance: insect attraction or repellent properties of particular plants caused by their aromatic volatiles; allelopathy effect for inhibiting or stimulating neighbouring organisms; symbiotic atmosphere nitrogen fixation; optimal physical use of belowground and aboveground space; the increase of plant available nutrients in the soil; increased soil microbiological activity. All abovementioned gains from using of intercropped plants promote environmental sustainability and increase the yield potential for particular cropping systems. The indices can be calculated by means of precise formulas. One of the most widely used method for evaluation of intercropping efficiency is LER (land equivalent ratio), which is defined as the area of monocropped land required to provide the same productivity as the area of intercropped land. It is possible to conclude from the literature reviewed that there is missing scientific data on vegetable intercropping, and especially in northern European agroecological conditions.*

Key words: *strip cropping; LER; soil microbiological activity.*

Ievads

Pieprasījums pēc bioloģiskajiem produktiem aug ļoti strauji, taču netiek pilnībā apmierināts, izmantojot esošās agrotehniskās metodes. Kā pamata iemeslus šai situācijai var minēt salīdzinoši mazu bioloģisko daudzveidību (gan virszemes, gan augsnes) un salīdzinoši zemu augsnes auglību. Tas skaidri norāda uz nepieciešamību pēc jaunām agrotehniskām metodēm. Viena no šādām metodēm ir jauktie stādījumi. Pamatojoties uz literatūrā pieejamo informāciju, var secināt, ka šāds audzēšanas veids ir perspektīvs gan bioloģiskajā, gan integrētajā saimniekošanā. Tā kā jaukto stādījumu ideja ir balstīta gan uz alelopātiskā efekta izmantošanu, gan uz augu sakņu un virszemes morfoloģisko un fizioloģisko īpašību lietošanu pieejamo resursu efektīvākai izmantošanai, arī dārzu audzēšanā tas ir kļuvis par aktuālu jautājumu ilgtspējīgu tehnoloģiju ieviešanā. Jauktie stādījumi nodrošina iespēju dažādot audzējamo augu sugas, vienlaikus iegūstot ražu gan no katras augu sugas atsevišķi (sleju vai jaukto rindu stādījumos), gan kopā (mistros) atkarībā no tā, kāds ir to veidošanas mērķis.

Līdz šim jauktie stādījumi galvenokārt tiek izmantoti mazās dārzenkopības saimniecībās un dažās bioloģiskajās saimniecībās. Nozīmīgs kavējošs faktors jaukto stādījumu ieviešanai ražošanā ir tas, ka šai audzēšanas tehnoloģijai nepieciešams nedaudz komplicēts risinājums stādījumu ierīkošanā un kopšanā. Tomēr tas ir veids, kā iespējams izmantot dabas resursus, samazinot ūdens un minerālā mēslojuma lietojumu. Pētījumi par optimālu augu izvietojumu un to savstarpējo ietekmi uz ražu, oglekļa piesaisti, augsnes īpašībām, kā arī tehnoloģisko risinājumu iespējām uzsākti „CORE Organic Plus” programmas ietvaros īstenojot projektā „Dārzu audzēšana pamīšus slejās un augu atlieku pārstrādes produktu izmantošana dārzu komercražošanā, nodrošinot bioloģisko daudzveidību un efektīvu resursu izmantošanu” (Strip-cropping and recycling of waste for biodiverse and resource-Efficient intensive Vegetable production (SureVeg)). Publikācijas mērķis ir apkopot pieejamo informāciju par zinātniskajiem pētījumiem šajā jautājumā, lai varētu

izstrādāt pēc iespējas efektīvāku iespējamo jaukto stādījumu modeli, piemērotu Latvijas agroekoloģiskajiem apstākļiem, kā arī aplūkot jaukto stādījumu efektivitātes izvērtēšanas metodes.

Materiāli un metodes

Šī apskata sagatavošanā tika izmantota monogrāfiskā metode. Rakstā apkopoti un analizēti zinātnisko pētījumu rezultāti, kas publicēti zinātniskās publikācijās par jaukto stādījumu tēmu. Diemžēl pētījumi par šo tēmu galvenokārt tiek veikti dienvidu valstīs: Brazīlijā, Bangladešā, Indijā, Francijā u.c. Mūsu reģionā par šo tēmu publicēti dati no Zviedrijas. Apskatā apkopoti gan praktisku pētījumu rezultāti, gan teorētiski skaidrojumi par mehānismiem, kas iedarbojas jauktu augu sabiedrībās.

Literatūras apskats

Jauktie stādījumi ir tādas augu sabiedrības, kur divu vai vairāku sugu augi tiek audzēti vienlaikus vienā laukā (dārzenkopībā visbiežāk pamīšus rindās) ar mērķi paaugstināt kopējo produktivitāti. Šī tehnoloģija nodrošina bioloģiskās sistēmas elastību, izmantojot augu daudzveidību (Cardinale, Srivastava, Duffy *et al.*, 2006; Bommarco, Kleijn, Potts, 2013) un bezmugurkaulnieku (tai skaitā apputeksnētāju) daudzveidību, kas garantē ražības pieaugumu (Garibaldi, Steffan-Dewenter, Winfree *et al.*, 2013). Agroekosistēmu dažādošana sekmē tās lietderību arī dabiskās augu aizsardzības pakalpojumu nodrošināšanā (Jonsson, Bommarco, Ekbom *et al.*, 2014). Jauktie (sleju) stādījumi tiek uzskatīti par ekonomiski un tehnoloģiski izdevīgākajiem augu daudzveidības nodrošināšanas risinājumiem (Pardon, Mertnes, Reheul *et al.*, 2016), kas sekmē ģenētisko daudzveidību vietējā ekosistēmā un ainaviskā līmenī (Tscharntke, Tylianakis, Rand *et al.*, 2012). Tiek uzskatīts, ka jauktie stādījumi ir perspektīvs risinājums ilgtspējīgu audzēšanas sistēmu ieviešanai (Theunissen, 1997). Aplūkojot to komplekso iedarbību, var secināt, ka šai sistēmai ir potenciāls kaitēkļu un slimību ierobežošanā. Šis aspekts ir īpaši nozīmīgs svaigu produktu ražošanā, kas raksturīgi vairumam dārzeņu, tos audzējot galvenokārt patēriņam svaigā veidā.

Jauktie stādījumi tika izmantoti jau primitīvajās lauksaimniecības sistēmās – senie irokēzi audzēja "trīs māsas" – kukurūzu, pupiņas un kabačus pamīšus rindās. Katrs augs šajā sistēmā veica noteiktu funkciju – kukurūza aizsargāja no vēja, veidoja kulisu stādījumu, pupiņas piesaistīja atmosfēras slāpekli simbiozē ar gumiņbaktērijām, bet kabači ar spēcīgo lapotni nomāca nezāles (Chrispeels, Sadava, 2003). Tas ir klasisks augu "sadarbības" piemērs, turpretī citās augu kombinācijās darbojas citi sadarbības vai savstarpējās ietekmes veidi. Visbiežāk jaukto stādījumu pozitīvo ietekmi nodrošina šādi faktori:

- viens no augiem pievilina vai atbaida kaitēkļus, tādējādi "novirzot" tos no blakus auga (Tylianakis, Didham, Bascompte *et al.*, 2008);
- simbiotiskā atmosfēras slāpekļa piesaiste, kad tauriņzieži piesaista atmosfēras slāpekli, bet blakus esošie augi to var izmantot (Lithourgidis, Vlachostergios, Dordas *et al.*, 2011);
- barības vielu "piegāde" kaimiņam, kad viena auga sakņu eksudāti šķīdina augsnē grūti šķīstošos savienojumos esošās barības vielas, kas kļūst izmantojamas blakus augošam augam (Jensen *et al.*, 2010);
- alelopātija, kad kāda konkrēta auga izdalītās vielas (alelopātiskie savienojumi) iedarbojas uz blakus esošiem vai sekojošiem augiem stimulējoši (nelielā koncentrācijā) vai inhibējoši (nezāļu, kaitēkļu ierobežošana) (Ieviņš, 2016);
- fiziskās vietas izmantošana, kad viens augs sadīgst un ražo ātrāk nekā blakus esošais augs vai arī augi izmanto dažādus telpas līmeņus (gan virszemes, gan augsnē) (Resende, Canato, Filho, 2003);
- aromātiski augi bieži vien ir dzīvotne derīgajiem kukaiņiem, kas dabiski ierobežo blakus esošo augu inficējušos kaitēkļus (Tylianakis, Didham, Bascompte *et al.*, 2008);
- tiek nodrošināta paaugstināta bioloģiskā daudzveidība (arī augsnes), kas uzlabo augsnes bioloģisko aktivitāti, rada arbuskulārās mikorizas attīstībai labvēlīgus apstākļus, ierobežo patogēnos organismus augsnē.

Tieši augu mijiedarbība ar augsnes mikroorganismiem ir viens no galvenajiem jaukto stādījumu ieguvumiem. Ir pierādīts, ka ar sakņu izdalījumiem augs daļēji spēj kontrolēt augsnes mikroorganismu kvalitāti un kvantitāti, kas ir būtisks faktors augu nodrošināšanā ar barības vielām (Redman, Freeman, Clifton *et al.*, 1999; Nicol, Yousef, Traquair *et al.*, 2003; Akiyama, Matsuzaki, Hayashi, 2005). Sakņu izdalījumi veicina ne tikai mikroorganismu attīstību, bet arī sekmē dažādu grūti šķīstošu un augiem neuzņemamu barības elementu šķīšanu un pārveidošanos augiem uzņemamā formā (Lamont, 2003; Badri, Vivanco, 2009). Lai mikroorganismu kopa augsnē saglabātu elastīgumu un nezaudētu daudzveidību, ir nepieciešams nodrošināt pietiekami lielu augu daudzveidību. Ir pierādīts, ka, ilgstoši audzējot vienu un to pašu augu, samazinās mikroorganismu daudzveidība un to daudzums (Broeckling, Broz, Bergelson *et al.*, 2008). Tas notiek vairāku iemeslu dēļ, bet viens no plašāk minētajiem – katrai augu sugai specifisku barības vielu izmantošana, tādējādi izjaucot barības elementu līdzsvaru augsnē (Innes *et al.*, 2004).

Zviedrijā un Dānijā veikta virkne pētījumu par jauktajiem sējumiem laukaugiem (galvenokārt graudaugu un tauriņziežu maisījumiem) E.S. Jenssen vadībā, kur pierādīta augstāka ražas stabilitāte (Raseduzzaman, Jensen, 2017). Konstatēts, ka par 20% palielinājies augiem izmantojamā N, P, K, un S īpatsvars augsnē zirņu/miežu mistrā, salīdzinot ar miežu sējumu (Hauggaard-Nielsen, Gooding, Ambus *et al.*, 2009); par 1,5 t ha⁻¹ paaugstinājusies miežu ražība mistrā salīdzinājumā ar miežiem tīrsējā (Hauggaard-Nielsen, Ambus, Jensen, 2003); zirņu/miežu mistrā nozīmīgi samazinājusies nezāļu izplatība salīdzinājumā ar zirņiem tīrsējā (Hauggaard-Nielsen, *et al.*, 2003).

Zinātniskajā literatūrā ir atrodami salīdzinoši maz rezultātu par pētījumiem tieši dārzeņu jauktajos stādījumos mūsu klimatiskajā zonā. Pētījumi par dārzeņu jauktajiem stādījumiem galvenokārt veikti tropu, pustropu un tuksnešu apvidos, līdz ar to augu klāsts, kas iekļauts pētījumos, ne vienmēr atbilst mūsu platuma grādos audzētajam. Piemēram, Ali ar kolēģiem ziņo par pētījuma rezultātiem Bangladešā, kur tika salīdzināti dažādi jaukto stādījumu varianti kukurūzai ar dārzeņiem – kartupeļiem, redīsiem, koriandram, spinātiem un krūmu pupiņām (Ali, Rahman, Asaduzzaman *et al.*, 2015). Pamatojoties uz šī pētījuma rezultātiem, konstatēts, ka kukurūzas un pupiņu jauktie sējumi nodrošināja augstāko ražas iznākumu un bija ekonomiski izdevīgākā kombinācija – jauktajā stādījumā kukurūzas ražas ekvivalents bija 14.04 t ha⁻¹ salīdzinājumā ar tīrsēju, kur tā veidoja 10.9 t ha⁻¹. Savukārt Indijā cukurniedru stādījumā tika audzēti dažādi dārzeņi (kartupeļi, kāposti, ziedkāposti, burkāni, redīsi, kāļi) cukurniedru veģetācijas sākumā, kamēr tās vēl neaizņem visu platību un starprindās ir pietiekami plaša telpa citu augu audzēšanai. Šajā pētījumā kartupeļi bija labākais kompanjonaugs cukurniedrēm, taču arī ziedkāpostiem, kāpostiem un kāļiem reģistrēti labi ražas rezultāti cukurniedru jauktajos stādījumos. Vissliktākā cukurniedru raža tika konstatēta situācijā, kad tās auga blakus burkāniem un redīsiem (Singh, Singh, Rai *et al.*, 2018).

Savukārt Itālijā veiktos pētījumos, kur tika audzēti ziedkāposti jauktajā stādījumā ar viengadīgo āboliņu, netika konstatēta būtiska ražas palielināšanās izmēģinājuma periodā, tieši otrādi – ziedkāpostu raža bija ievērojami zemāka jauktajā stādījumā (35 t ha⁻¹), salīdzinot ar vienlaidu stādījumu (40 t ha⁻¹). Tomēr nākamajā sezonā, kad šajā laukā tika audzēti ledussalāti, tika novērots būtisks ražas palielinājums laukā, kurā iepriekš bija jauktais stādījums (Tempesta, Gianquinto, Hauser *et al.*, 2019). Jāpiebilst, ka šajā izmēģinājumā āboliņš tika sēts vienlaikus ar ziedkāpostu stādīšanu, līdz ar to veģetācijas periodu sakritības dēļ āboliņa labvēlīgā ietekme uz blakus augošajiem ziedkāpostiem nebija vērojama, jo tā piesaistītais slāpekļis vēl nebija ziedkāpostu augiem pieejams. Tieši otrādi – veģetācijas sākumā abi šie augi konkurēja uz slāpekļa resursiem augsnē. Šis pētījums norāda uz faktu, ka, izvēloties kompanjonaugus, ir jāņem vērā augu fenoloģija, attīstības periodi un bioloģiskās īpatnības.

Francijā salīdzinoši nesen veikti plaši pētījumi par jauktajiem stādījumiem dārzenkopībā – zirņi/bietes, salāti/redīsi/burkāni un kartupeļi/spināti/salāti/cūku pupas, kā arī citas kombinācijas (De Liedekerke De Pailhe, 2014). Arī šī pētījuma noslēgumā konstatēts, ka jaukto stādījumu izveidē jāņem vērā ļoti daudzi faktori – augu arhitektūra (virszemes daļas un saknes), sējas un novākšanas laiks, resursu nepieciešamība u.c. Kā viens no nozīmīgākajiem secinājumiem ir minēts fakts, ka nav ieteicams jauktajos stādījumos izmantot vairāk nekā divu augu kombinācijas.

Grieķijā lapu salātu/sīpolu jauktie stādījumi izvērtēti ražas parametru griezumā, kā arī izvērtētas uzturvērtības izmaiņas atkarībā no audzēšanas sistēmas – jauktajā stādījumā vai vienlaidus. Pētījumā tika secināts, ka jauktajā stādījumā nozīmīgi palielinās kopējā ražība no

platības vienības salīdzinājumā ar vienlaidu stādījumu, bet augu uzturvērtība būtiski nemainījās (Kapoulas, Koukounaras, Ilić, 2017).

Objektīvam jaukto stādījumu efektivitātes izvērtējumam tiek izmantotas vairākas metodes. Vispopulārākā ir lauka ekvivalenta attiecības (Land equivalent ratio – LER) noteikšana (Mead, Willey, 1980). LER norāda, cik liela platība būtu nepieciešama vienlaidus stādījumā, lai panāktu to ražas apjomu, kas tika iegūts konkrētajam kultūraugam jauktajā stādījumā. LER aprēķinam izmanto formulu (1):

$$\text{LER kultūraugam} = \frac{\text{raža sējū stādījumā}}{\text{raža vienlaidus stādījumā}} \quad (1)$$

LER sistēmai = LER a kultūraugam + LER b kultūraugam

Ja LER ir >1, tad jauktajā stādījumā konkrētā kultūrauga produktivitāte ir bijusi augstāka, salīdzinot ar audzēšanu vienlaidu stādījumā. Savukārt, ja LER <1, tad jaukto stādījumu gadījumā konkrētā kultūrauga ražība ir zemāka salīdzinājumā ar vienlaidu stādījumu. LER sistēmai raksturo abu kultūraugu kopējo produktivitāti jauktajā stādījumā. Kā piemēru var minēt pētījumu Ziemeļu un Rietumu Eiropā, kur zirņu/miežu mistrā LER bija no 1,4 līdz 1,5 (Hauggaard-Nielsen et al., 2009). Tas nozīmē – lai iegūtu līdzvērtīgu ražu tīrsējā, būtu nepieciešama 1.4 līdz 1.5 reizes lielāka lauka platība.

Līdztekus LER jaukto stādījumu efektivitātes aprēķinam tiek izmantota arī virkne citu rādītāju, ar kuriem nosaka augu konkurences spēju, savstarpējo agresivitāti, ekonomisko efektivitāti un citus rādītājus (Williams, McCarthy, 2001; De Carvalho, Nunes, Neto et al., 2018).

Gan plašais pētījumu klāsts citos reģionos, gan augu savstarpējās mijiedarbības un ārējās iedarbības uz vidi mehānismu skaidrojums jauktajos stādījumos, gan plašais sugu mijiedarbības efektivitātes izvērtēšanas aprēķinu klāsts liecina par tēmas zinātnisko aktualitāti, virkni neskaidru jautājumu un konkrētu augu kombināciju izvērtējumu tieši mūsu reģionā.

Secinājumi

Apkopojot zinātniskajā literatūrā minēto informāciju, jāsecina, ka par jauktajiem stādījumiem dārzenkopībā mūsu platuma grādos ir pieejams salīdzinoši mazs zinātniskās informācijas klāsts. Tas liecina, ka pētījumi šajā jomā tiek veikti nelielā un nepietiekamā apjomā. Īpaši maz pētījumu ir veikti Eiropas centrālajā un ziemeļu daļā. Tomēr, izanalizējot pieejamo informāciju, jāsecina, ka jaukto stādījumu koncepcija ir perspektīva no vides ilgtspējas un produkcijas kvalitātes nodrošināšanas viedokļa. Esošie pētījumi liecina par jaukto stādījumu pozitīvo ietekmi gan uz virszemes, gan augsnes bioloģisko daudzveidību, kas savukārt turpmāk pozitīvi ietekmē augsnes auglību un vienlaikus arī augu produktivitāti. Tomēr ir atrodamī arī pētījumi par negatīvu jaukto stādījumu ietekmi uz konkrēto augu sugu ražību. Pētījumu veikšana šajā jomā mūsu reģionā būtu inovatīva risinājuma piedāvājums mainīga klimata apstākļos.

Izmantotā literatūra

1. Akiyama K., Matsuzaki K.I., Hayashi H. (2005). Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. *Nature*, Vol. 435, p. 824–827.
2. Ali R., Rahman M.S., Asaduzzaman M. et al. (2015). Intercropping maize with different vegetables. *Bangladesh Agron. J.*, Vol. 18, No 1, p. 49–52.
3. Badri D.V., Vivanco J.M. (2009). Regulation and function of root exudates. *Plant, Cell and Environment*, Vol. 32, Issue 6, p. 666–681.
4. Bommarco R., Kleijn D., Potts S.G. (2013). Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in ecology & evolution*, Vol. 28 Issue 4, p. 230–238.
5. Broeckling C.D., Broz A.K., Bergelson J. et al. (2008). Root exudates regulate soil fungal community composition and diversity. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 74, No. 3, p. 738–744.
6. Cardinale B.J., Srivastava D.S., Duffy J.E., et al. (2006). Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. *Nature*, Vol. 443 (7114), p. 989–992.

7. Chrispeels M. J., Sadava D. E. (2003). *Plants, Genes, and Crop Biotechnology*. US: Jones and Bartlett Publishers International. 552 p.
8. De Carvalho F.W.A., Nunes G.H.S., Neto B. F. et al. (2018). Optimum plot size of planting and bio-agroeconomic revenues from arugula-carrot intercropping systems in a semi-arid region. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Vol. 90, Issue 4, p. 3493–3512.
9. De Liedekerke De Pailhe A. (2014). *Designing intercropping in vegetables, scope for improvements*. Master thesis. The Netherlands: Wageningen University, 60 p.
10. Garibaldi L.A., Steffan-Dewenter I., Winfree R. et al. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, Vol. 339, Issue 6127, p. 1608–1611.
11. Hauggaard-Nielsen H, Gooding M, Ambus P., Corre-Hellou G., Crozat Y, Dahlmann C, Dibet A, P Von Fragstein, A. Pristeri, M. Monti, E. S. Jensen (2009). Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N₂-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field crops research*, Vol. 113, p. 64–71.
12. Ieviņš Ģ. (2016). Augu fizioloģija. Funkcijas un mijiedarbība ar vidi. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 607 lpp.
13. Innes L., Hobbs P.J., Bardgett R.D. (2004). Impacts of individual plant species on rhizosphere microbial communities in soils of different fertility. *Biol. Fertil. Soils*, Vol. 40, Issue 1, p. 7–13.
14. Jonsson M., Bommarco R., Ekbom B. et al. (2014). Ecological production functions for biological control services in agricultural landscapes. *Methods Ecol Evol.*, Vol. 5, Issue 3, p. 243–252.
15. Kapoulas N., Koukounaras A., Ilić Z.S. (2017). Nutritional quality of lettuce and onion as companion plants from organic and conventional production in north Greece. *Scientia Horticulturae* Vol. 219, p. 310–318.
16. Lamont B.B. (2003). Structure, ecology and physiology of root clusters – a review. *Plant and Soil*, Vol. 248, Issue 1-2, p. 1–9.
17. Lithourgidis A.S., Vlachostergios D.N., Dordas C.A. et al. (2011). Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea – cereal intercropping systems. *Eur. J. Agron.* Vol. 34, p. 287–294.
18. Mead R., Willey R. (1980). The concept of a 'land equivalent ratio' and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture*, Vol. 16, Issue 3, p. 217–228.
19. Nicol R.W., Yousef L., Traquair J.A. et al. (2003). Ginsenosides stimulate the growth of soilborne pathogens of American ginseng. *Phytochemistry*. Vol. 64, Issue 1, p. 257–264.
20. Pardon P., Mertnes J., Reheul D., et al. (2016). Ecological interactions between tree, crop, soil and environment in alley cropping systems in Flanders. **In:** *3rd European agroforestry Conference*. Montpellier 23–25 May, 2016. p. 314–315.
21. Raseduzzaman M., Jensen E. S. (2017). Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, Vol. 91, p. 25–33.
22. Redman R.S., Freeman S., Clifton D.R. et al. (1999). Biochemical analysis of plant protection afforded by a nonpathogenic endophytic mutant of *Colletotrichum magna*. *Plant physiol.*, Vol. 119, Issue 2, p. 795–804.
23. Resende B.L.A., Canato G.H.D., Filho A.B.C. (2003). Productivity of lettuce and radish cultivations as a function of spacing and of time of establishment of intercropping. *Acta Horticulturae*, Vol. 607, p. 97–101.
24. Singh S. N., Singh P., Rai R. K. et al. (2018). Vegetables intercropping with autumn planted sugarcane: a step towards doubling farmers' income in Indian sub-tropics. *Indian Farming*, Vol. 68, Issue 1, p. 65–68.
25. Tempesta M., Gianquinto G., Hauser M., Tagliavina M. (2019). Optimization of nitrogen nutrition of cauliflower intercropped with clover and in rotation with lettuce. *Scientia Horticulturae*, Vol. 246, p. 734–740.
26. Theunissen J. (1997). Intercropping in field vegetables as an approach to sustainable horticulture. *SAGE*, Vol. 26, issue 2, p. 95–99.
27. Tschamntke T., Tylianakis J. M., Rand T. A. et al. (2012). Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews*, Vol. 87, Issue 3, p. 661–685.

28. Tylianakis J.M., Didham R.K., Bascompte J. et al. (2008). Global change and species interactions in Terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, Vol. 11, p. 1351–1363.

IOT SVARA SENSORU IZMANTOŠANA PRECĪZAI LAISTĪŠANAS PARAMETRU NOTEIKŠANAI PIE DAŽĀDIEM APGAISMOJUMA VEIDIEM

IOT WEIGHT SENSOR APPLICATION FOR PRECISE IRRIGATION PARAMETER DETECTION WITH DIFFERENT TYPES OF LIGHTING

Andrejs Potapovs¹, Ansis Avotiņš¹, Daiga Sergejeva², Ina Alsiņa², Juris Grudulš³
¹Rīgas Tehniskā universitāte, ²Latvijas Lauksaimniecības universitāte, ³SIA „Latgales dārzu
loģistika”
ansis.avotins@rtu.lv

Abstract. The paper describes experimental results of continuous weight measurement data of tomatoes and salad crops grown with three different types of lighting using IoT technology. Light Emitting Diode (LED), induction and high pressure sodium vapour lamps were used as lighting luminaries. Furthermore, a new irrigation cycle detection algorithm was developed and tested. The obtained data show precise water evaporation and irrigation amount values that can be used for future crop quality control and evaluation algorithm development.

Key words: crop, weight measurement, IoT, greenhouse systems, tomatoes.

Ievads

Mūsdienās praktiski visās cilvēka darbības jomās arvien lielāku popularitāti iegūst IoT (Internet of Things) sistēmu automatizācijas un monitoringa sistēmu elementi (Chandraul, Singh, 2010). Arī industriālo siltumnīcu vadības sistēmas nav izņēmums, jo tajās arī pēdējā laikā arvien lielāku popularitāti iegūst daudzveidīgu sensoru izmantošana dārzu un citu kultūragu audzēšanas procesa automatizācijai – ar mērķi kopumā paaugstināt šī procesa automatizācijas līmeni, ražošanas procesu kvalitāti, energoefektivitāti un citus svarīgus parametrus (Thakkar, Prajapati, Patel, 2013; Kondratjevs, Kunicina, Patlins *et al*, 2016).

Autori uzskata, ka dati, ko ļauj iegūt IoT svara sensori, un to atbilstoša analīze var sniegt svarīgu informāciju, veicot dažādus laboratorijas pētījumus, kas saistās ar augu augšanas parametru izpēti. Tāpat šie dati var tikt izmantoti arī industriālās siltumnīcās, lai novērtētu esošo automātiskās laistīšanas sistēmu efektivitāti un darba kārtību, kā arī palīdzēt automātiski un efektīvi veikt nepieciešamās korekcijas jau esošajos automātiskās laistīšanas grafikos (Avotins, Potapovs, Apse-Apsitis *et al*, 2018).

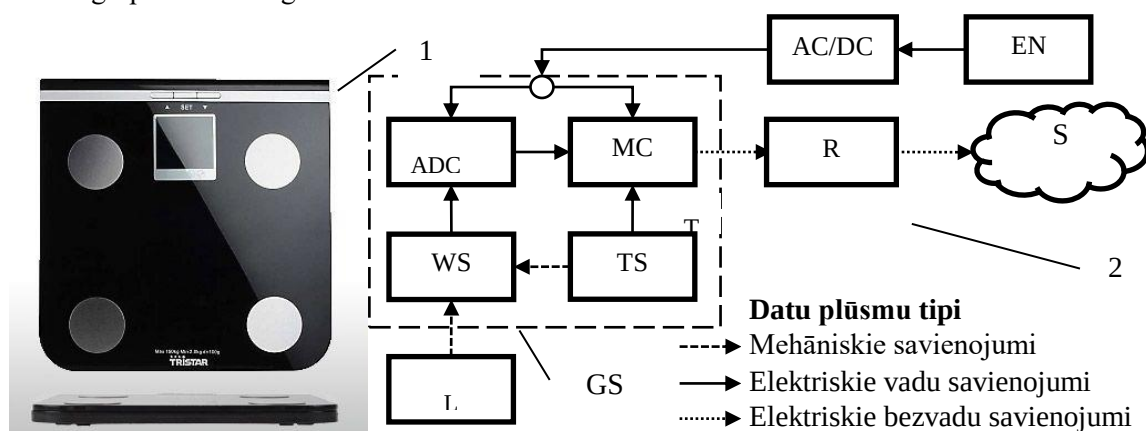
Šajā rakstā autori aplūko gan piedāvāto IoT svaru sensoru prototipu uzbūvi, gan arī veicamo augu svēršanas un IoT svara sensoru sistēmas testēšanas eksperimentu, kurš veikts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Augsnes un augu zinātņu institūta polikarbonāta siltumnīcā un kura ietvaros siltumnīcā ir iedalītas trīs eksperimentālās zonas atbilstoši tajās izmantotā apgaismojuma veidam – LED (Helle COB), nātrija (NaHPS) un indukcijas lampas. Katrā no zonām ir izvietoti vairāki IoT svara sensori, kā arī gaisa temperatūras un mitruma sensori, kas attiecīgi ir izkārtoti 3 līmeņos (20 cm no zemes, auga līmenī un aptuveni 20 cm no jumta seguma).

Autori izvirza hipotēzi, ka IoT svara sensoru izmantošana aprakstītā augu svēršanas eksperimenta ietvaros ļautu iegūt precīzus datus par salātu *Lactuca sativa* L. var. foliosum šķirnes ‘Dubacek’ un *Lactuca sativa* L. šķirnes ‘Michalina’ ūdens daudzuma patēriņu laikā (nepieciešamību) pie dažādiem apgaismojuma apstākļiem. Salāti audzēti 1 litra veģetācijas traukos ar 13 cm lielu diametru, pildīti ar SIA „Horticom” ražoto kūdras substrātu „Kekkila” (pH 5.6, N:P:K – 80:60:200 mg L⁻¹, kūdras frakcija 0–25 mm). Eksperiments iekārtots, ņemot vērā dabisko ūdens iztvaikošanas daudzumu no augšnes virsmas, veicot mērījumus stādu konteineriem ar augu un analogam veģetācijas traukam bez tā. Katra varianta ietvaros visi veģetācijas trauki nodrošināti ar vienādiem ārējās vides apstākļiem. Veikts uzlietā ūdens manuāls un automatizēts monitorings.

Materiāli un metodes

Eksperimenta datu automātiskai ievākšanai tiek izmantoti iepriekš izstrādāti grīdas svaru moduļi (GS). GS ir izveidoti uz gatavu nopērkamu grīdas svaru pamata (skat. 1. att. (1)). No tirdzniecībā pieejamajiem un konstruktīvi atbilstošajiem grīdas svāriem tika izvēlēts „Tristar” ražotāja svaru modelis ar nosaukumu „WG-2424”, kura maksimālā ražotāja norādītā slodze ir 150 kg.

Nepieciešamās funkcionalitātes iegūšanai esošā grīdas svaru konstrukcija ir papildināta ar atsevišķu lielas izšķirtspējas analogciparu pārveidotāju (ADC), temperatūras sensoru (TS) un mikrokontrolieri ar iebūvētu Wi-Fi moduli (MC). Analogciparu pārveidotājs (HX711, 24 bitu) tiek izmantots signāla nolasīšanai no četriem oriģināli iebūvētajiem tenzorezistoru svaru sensoriem, kas ir saslēgti pilna tilta slēgumā.



1. att. IoT svari: 1 – GS izstrādei izmantotie grīdas svari, 2 – GS tenzorezistoru slēguma shēma.

Fig. 1. IoT based weight sensor: 1 – GS base system, 2 – GS tensor-resistor circuit.

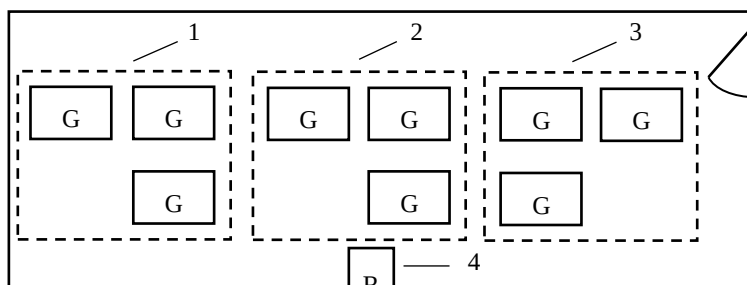
Kopējā principiālā GS funkcionēšanas shēma attēlota (skat. 1. att. (2)), un tā satur šādus elementus:

- GS – grīdas svaru modulis;
- WS – tenzometriskais svaru sensors;
- ADC – augstas izšķirtspējas analogciparu pārveidotājs;
- MC – mikrokontroliera platforma ar iebūvētu Wi-Fi funkciju;
- TS – temperatūras sensors;
- R – Wi-Fi bezvadu interneta rūteris;
- S – datu serveris (IoT Cloud);
- AC/DC – barošanas bloks;
- L – slodze;
- EN – elektriskais tīkls.

Temperatūras sensors (TS) ir mehāniski pievienots vienam no četriem tenzorezistoriem (svara sensors), un tas kalpo paša svaru sensora temperatūras noteikšanai, lai veiktu GS svaru rādījumu pēcapstrādi. TS lomā tiek izmantots temperatūras sensors DS18B20 TO92 korpusā. Mikrokontroliera (MC) lomā tiek izmantots mikrokontrolieris „Electric IMP” (V1), kurš apstrādā visu nepieciešamo informāciju no ADC un TS, kā arī nosūta to turpmākai datu analīzei un glabāšanai uz servera (S). GS universālai elektrobarošanai grīdas svaru korpusā ir iestrādāta mikro-USB kontaktligzda. GS barošanai tiek izmantots AC/DC tīkla sprieguma adapteris ar izejas spriegumu 5 V un maksimālo strāvu 700 mA.

Veicamā eksperimenta apraksts

Aprakstāmā eksperimenta veikšanai GS izvietoti siltumnīcā pēc konkrētas shēmas (skat. 2. att.). Eksperimenta norises vieta iedalīta 3 zonās – atbilstoši tajās izmantojamajam apgaismojumam. Katrā no šīm zonām atrodas 3 GS moduļi, no kuriem 2 (GS7 un GS8, GS4 un GS5, kā arī GS2 un GS3) tiek izmantoti eksperimentālo datu ieguvei aprakstāmajam eksperimentam, bet trešais (GS1, GS6 un GS9) papildu statistisko datu ieguvei. Attālums starp gaismekļu zonām vidēji ir 8.5 m.



2. att. GS izvietojuma shēma: 1 – nātrija lampu zona, 2 – indukcijas lampu zona, 3 – LED lampu zona, 4 – bezvadu interneta rūteris.

Fig. 2. Weight sensor placement in the greenhouse: 1 – Sodium lamps, 2 – Induction lamps, 3 – LED lamps, 4 – WiFi router.

Automātiskais laistīšanas parametru uzskaites algoritms

Eksperimenta laikā iegūtie GS svara mērījuma dati tiek apstrādāti ar atbilstoša meklēšanas algoritmu palīdzību, kurš ar zināmu precizitāti ļauj automātiski noteikt laistīšanas reižu skaitu un laistīšanas brīdī izmantotā ūdens apjomu (šeit augu masas pieaugums netiek ņemts vērā). Šī informācija tiek fiksēta arī manuāli uzskaites datu tabulā (1. tab.), kas turpinājumā ļaus pārbaudīt automātiskās laistīšanas datu uzskaites algoritma un pašu GS darbības precizitāti. Auga svara mērījumu dati tiek glabāti šāda datu masīva veidā:

$$\begin{cases} SV = \{sv_1, sv_2, \dots, sv_m\} \\ TS = \{ts_1, ts_2, \dots, ts_m\} \end{cases}, (1)$$

kur SV – auga svara mērījuma masīvs, g;

TS – atbilstošo veikto mērījumu laika masīvs, (d, h, m, s).

Definēts kritiskais svara pieaugums Δsv_{rob} , kas tiek uzskatīts par laistīšanas procesa uzsākšanu un var tikt iestatīts atbilstoši apstrādājamam masīvam SV . Laistīšanas reižu diennaktī automātiskās uzskaites algoritms pēc reāliem mērījumu datiem darbojas secīgi pa šādiem soļiem:

1. solis: Tiek noteikts svara pieaugums n -tajam svara mērījumam:

$$\Delta sv_n = sv_n - sv_{n-1}, (2)$$

kur Δsv_n – svara pieaugums n -tajam mērījumam, g;

sv_n – momentānais svara mērījuma rezultāts, g;

sv_{n-1} – iepriekšējā svara mērījuma rezultāts, g.

2. solis: Tiek pārbaudīts, vai Δsv_n pārsniedz uzdoto robežvērtību Δsv_{rob} .

3. solis: Ja $\Delta sv_n > \Delta sv_{rob}$, tiek noteikts minimālā svara mērījuma indekss n^* atbilstošajā mērījumu diapazonā (± 5 mērījumi), kas turpmāk kalpos kā indikators laistīšanas uzsākšanas momentam:

$$n^* = (n^* | sv_{n^*} = \min(sv_{n-5}, \dots, sv_n, \dots, sv_{n+5})).$$

Seko, ka sv_{n^*} ir svars laistīšanas sākumā, bet tl_{n^*} ir atbilstošais laiks laistīšanas sākumā.

4. solis: Tiek noteikts maksimālā svara mērījuma indekss n^{**} atbilstošajā mērījumu diapazonā ($+10$ mērījumi), kas turpmāk kalpos kā indikators laistīšanas beigu momentam:

$$n^{**} = (n^{**} | sv_{n^{**}} = \max(sv_n, \dots, sv_{n+10})).$$

Seko, ka $sv_{n^{**}}$ ir svars laistīšanas beigās, bet $tl_{n^{**}}$ ir atbilstošais laiks laistīšanas beigās.

5. solis: Tiek noteikts laistīšanas apjoms sl_i , izmantojot formulu:

$$sl_n = sv_{n^{**}} - sv_{n^*}.$$

6. solis: Atbilstošais laistīšanas laiks tiek noteikts pēc formulas:

$$tl_n = tl_{n^*}.$$

7. solis: Dati tiek saglabāti jaunā datu masīvā, kurā tiek glabāta informācija par laistīšanas apjomiem sl_{in} un to veikšanas atbilstošajiem laikiem tl_n :

$$\begin{cases} SL = \{sl_1, sl_2, \dots, sl_m\} \\ TL = \{tl_1, tl_2, \dots, tl_m\}. \end{cases}$$

Tiek paredzēts, ka aprakstītais algoritms tiks realizēts uz datu glabāšanas servera pamata, kas ļaus ērti analizēt visus iekrātos eksperimenta datus.

Rezultāti un diskusijas

Publikācijas sagatavošanas brīdī un aizvadītā eksperimenta laikā tika fiksēti konkrēti dati par augu laistīšanas laiku un apjomiem. 1. tabulā kā piemērs ir apskatāmi dati par pielieto ūdens daudzumu, kas ir fiksēti manuāli, un atbilstošie dati, kas ir fiksēti automātiski ar GS un aprakstītā meklēšanas algoritma palīdzību (pierakstīts iekavās). Tabulas pēdējā rinda satur informāciju par katru svaru vidējo aprēķināto noteiktā laistīšanas apjoma kļūdu.

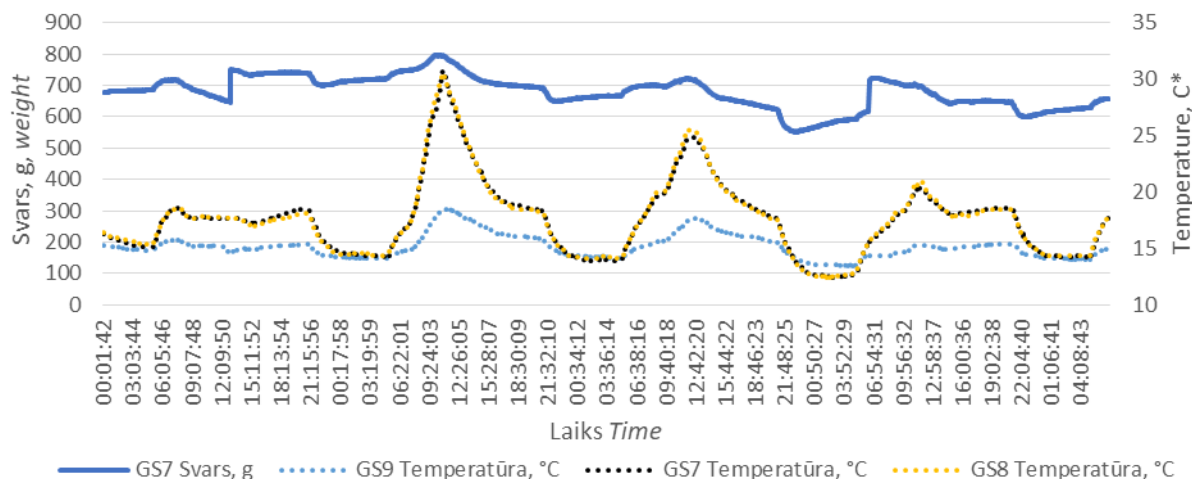
No GS7 lielākajā eksperimenta daļā netika veikti ticami mērījumu dati. Šo faktu autori saista ar to, ka konkrētajam svaru modulim eksperimenta uzsākšanas brīdī netika veikts korekts kalibrēšanas process, savukārt 2019. gada 19. janvārī neviens no svāriem nefiksēja laistīšanas procesus saistībā ar interneta sakaru pārtraukumu. Laistīšanas cikli norādīti 4. attēlā.

1. tabula Table 1

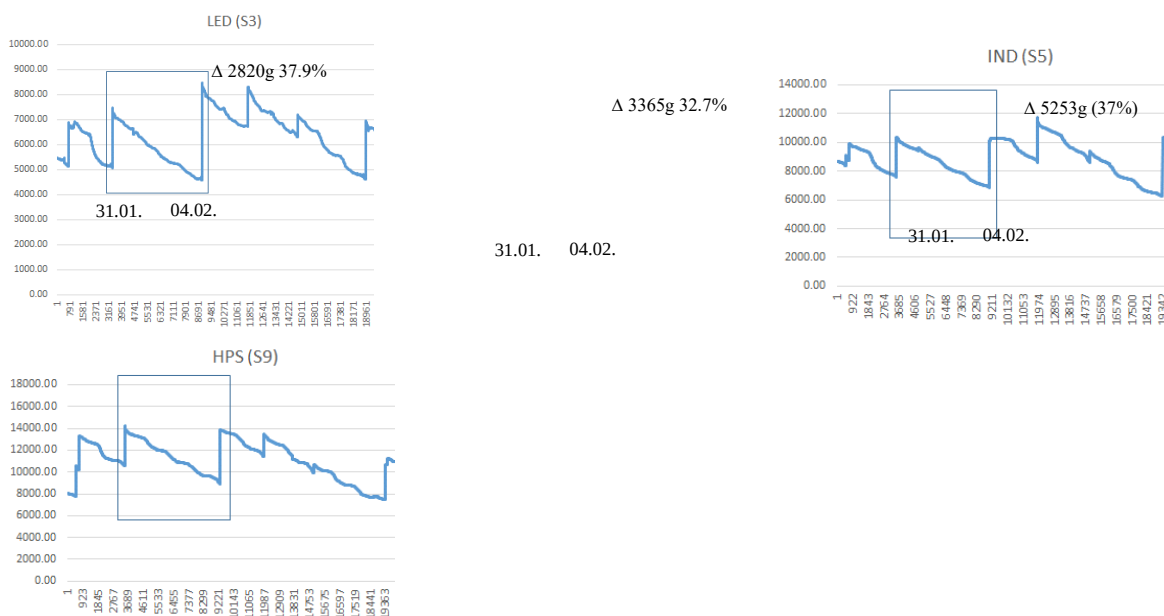
Laistīšanas datu uzskaites tabula
Table of obtained irrigation measurement data

Datums / Date	Laiks / Time	Ielietais ūdens daudzums, g / Obtained water amount					
		1.	2.	3.	4.	5.	6.
		LED		IND		HPS	
	Svaru ID	GS2	GS3	GS4	GS5	GS7	GS8
		salāti / salats	tomāti / tomatoe	salāti / salats	tomāti / tomatoe	salāti / salats	tomāti / tomatoe
16.01.2019	09:45	100(89)	0(0)	100(91)	100(93)	100(93)	200(166)
17.01.2019	11:15	100(96)	0(0)	100(94)	0(0)	100(95)	0(0)
18.01.2019	11:15	0(0)	0(0)	0(0)	100(111)	0(0)	0(0)
19.01.2019	16:55	0(0)	100(0)	100(0)	200(0)	100(0)	200(0)
21.01.2019	15:39	100(63)	100(109)	100(0)	0(75)	100(?)	100(100)
22.01.2019	15:55	100(101)	200(195)	120(198)	200(125)	140(?)	200(200)
25.01.2019	15:30	0(0)	0(0)	100(81)	80(66)	60(?)	100(107)
27.01.2019	08:30	100(0)	0(0)	200(0)	100(0)	100(?)	100(0)
28.01.2019	08:34	0(102)	0(0)	0(97)	0(191)	0(?)	0(102)
04.02.2019	15:25	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	600(536)	600(621)
11.02.2019	17:03	600(500)	600(558)	1200(1072)	1200(1094)	1200(1088)	1200(1031)
14.02.2019	17:00	?(500)	?(544)	?(1361)	?(1061)	?(0)	?(0)
Kļūda, %		13,93	7	25	16,36	---	6,23

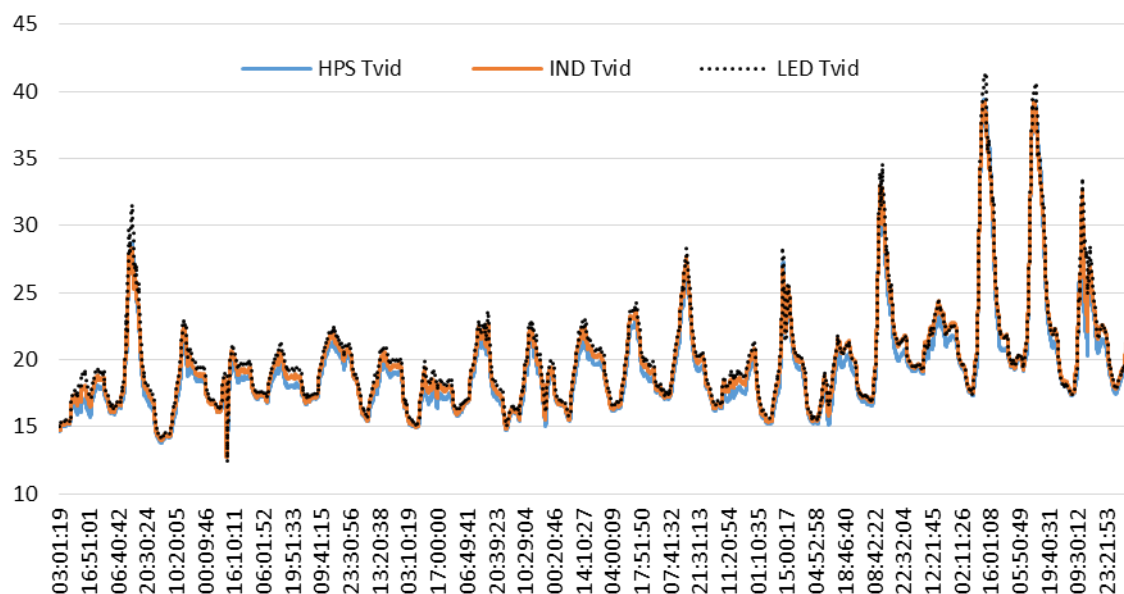
Aprēķinātās GS kļūdas paaugstinātā vērtība lielākoties saistīta ar GS darbības precizitāti pie mainīgām apkārtējās gaisa temperatūras vērtībām (skat. 3. att.), kas aprakstītajā eksperimentā pārsvarā veidojās, pateicoties lampu darbībai un attiecīgajam GS izvietojumam (piemēram, GS7 un GS8 bija izvietoti uz galda, bet GS9 – uz grīdas (skat. 3. att.)). Mērījumu kļūdu palielināja arī fakts, ka eksperimenta norises laikā sveramā masa bija aptuveni 2% no GS maksimālā darba svara, kas neļāva iegūt mērījumus ar maksimālo izšķirtspēju. Laistīšanas apjoma (svara) kritums veidoja 37–37.9% (skat. 4. att.).



3. att. GS iegūtie mērījumu dati.
Fig. 3. Obtained GS measurement data.



4. att. GS iegūtie laistīšanas cikli.
Fig. 4. Obtained GS irrigation cycles.



5. att. Vidējās temperatūras siltumnīcā pie dažādu gaismekļu sekcijām.
Fig. 5. Average temperatures in the greenhouse at different luminaires' sections.

Secinājumi

Veiktā eksperimenta laikā tika noteikts, ka ar izmantoto svaru moduļu un aprakstītā meklēšanas algoritma palīdzību ar zināmu precizitāti ir iespējams noteikt laistīšanas apjomus un to laiku. Ūdens patēriņš pie LED lampu apgaismojuma veido 37.9%, pie nātrija – 37%, bet pie indukcijas lampām – 32.7%. Temperatūras ir augstākas pie LED gaismekļiem un zemākas pie nātrija gaismekļiem, kas liecina, ka augs intensīvāk “elpo” un izdala mitrumu izteiktā infrasarkanā spektra diapazonā dēļ, respektīvi, nātrija gaismeklim novērojami izteikti siltuma zudumi.

Aprakstītā auga laistīšanas parametru automātiskās noteikšanas algoritma viens no iespējamajiem trūkumiem ir saistīts ar iespējamajām “viltus nostrādēm”, kas var būt saistītas ar auga svara rādījuma pēkšņajām izmaiņām (piemēram, augs ticis izkustināts, lai veiktu manuālus svara mērījumus).

Mazāku GS mērījumu kļūdu ļautu iegūt atbilstošāks svara rādījumu apstrādes algoritms, kas koriģētu rādījumus atbilstoši temperatūras ietekmei uz GS tenzorezistoriem un elektrisko shēmu, taču dažādu tenzorezistoru parametru dēļ šāda algoritma atbilstošie koeficienti būtu jāpiemeklē katram atsevišķam GS, kas varētu sadārdzināt tā ražošanas izmaksas.

Pateicība

Darbs izstrādāts ERAF projekta „Jaunu vadības metožu izstrāde siltumnīcu augu apgaismojuma sistēmām to enerģētisko un ekoloģisko parametru uzlabošanai (μMol)” ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Chandraul K, Singh A.(2010). An agriculture application research on cloud computing. *International Journal of Current Engineering and Technology*, Vol. 3, No.5, p. 2084–2087.
2. Thakkar K. H., Prajapati V. M., Patel B.P. (2013). Performance Evaluation of Strain Gauge Based Load Cell to Improve Weighing Accuracy. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)*, Vol. 2, Issue 1.
3. Kondratjevs K., Kunicina N., Patlins A., Zabasta A., Galkina A. (2016). Vehicle weight detection sensor development for data collecting in sustainable city transport system. *In: 57th International Scientific Conference RTUCON*, Riga, 2016, p. 1–5.
4. Avotins A., Potapovs A., Apse-Apsitis P., Gruduls J. (2018). Crop weight measurement sensor for IoT based industrial greenhouse systems. *Journal of Agronomy Research*, Vol. 16, Special Issue 1, p. 952–957.

INDUSTRIĀLĀS SILTUMNĪCAS ENERGO-EKOLOĢISKĀS MODELĒŠANAS PIEEJA ENERGY-ECOLOGICAL APPROACH OF INDUSTRIAL GREENHOUSE ENVIRONMENT MODELING

Sergey Rakutko¹, Ansis Avotiņš², Ina Alsina³, Māra Dūma⁴

¹Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP), Russia

²Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūts, Rīgas Tehniskā universitāte

³Augsnes un augu zinātņu institūts, Latvijas Lauksaimniecības universitāte

⁴Ķīmijas katedra, Latvijas Lauksaimniecības universitāte

sergej1964@yandex.ru

Abstract. The concept of Artificial Bio-Energetic System (ABES) of greenhouse as a synergy of power apparatus, technological processes and biological objects is considered. The comparative experiment was carried out in a light-isolated laboratory room. An index of the spectral composition of the radiation of sources K_{LW} is proposed, which characterizes the fraction of the energy of long-wave radiation in the total flux of PAR radiation. Empirical models of the basic biometric parameters of tomato plants are obtained. The results of experimental studies are presented, which confirm the applicability of the theoretical positions in the justification of the choice of light sources for indoor plant lighting.

Key words: greenhouse, plant lighting, artificial bio-energetic system, energy-ecological performance, best available technologies.

Ievads

Valstīs un reģionos, kur ir nelabvēlīgi klimata apstākļi, industriālās siltumnīcas tiek plaši izmantotas, lai audzētu augus visu gadu garumā. Tajās tiek izmantotas dažādas tehnoloģijas, un visi vides faktori tiek stingri kontrolēti, turklāt līdztekus saules enerģijai tiek izmantoti arī mākslīgie apgaismojuma avoti, kuru parametru (daudzums, ilgums, periodiskums, gaismas kvalitāte) variācija arī dažādi ietekmē augu augšanu un attīstību (Smith, 1982).

Augu apgaismojumā spektrs tiek raksturots kā enerģijas daļa no kopējā fotosintētiski aktīvā starojuma (PAR) konkrētos viļņa diapazonos, kur "zilais" (B) ir 400–500 nm, "zaļais" (G) ir 500–600 nm, "sarkanais" (R) 600–700 nm un "tālu-sarkanais" (FR) 700–800 nm. Galvenās novērotās sakarības ir tādas, ka auga lapas absorbē gaismu B un R, bet atstaro G diapazonos, savukārt FR diapazonā – daļu gan absorbē, gan atstaro (Larcher, 2000). Vairākos eksperimentos tika noteikti dažādi spektra diapazonu ietekmes efekti uz augiem, secinot, ka zilais spektrs ir būtiski svarīgs (Wheeler *et al.*, 1991). Tas ietekmē piparu stumbra un lapu morfoloģiju (Schuerger *et al.*, 1997) un izraisa variācijas hloroplastu sastāvā (augstāka "Chl a" attiecība pret "Chl b"), kas uzlabo fotosintēzes efektivitāti (Hoffmann *et al.*, 2015). G starojumam ir pozitīva ietekme uz tomātu un saldo piparu attīstību (Samuolienė *et al.*, 2012).

R un FR starojuma ietekme uz augu attīstību ir detalizēti pētīta (Rajapaske *et al.*, 1992). FR starojums palielina saldā pipara stādu augstumu un stumbra masu (Brown *et al.*, 1995). Enerģijas attiecība iepriekš minētajās joslās ir svarīga arī dažādu augu normālai fotomorfoģenēzei (Kim *et al.*, 2006).

Apkopojot līdz šim pieejamo eksperimentu rezultātus, var secināt, ka palielināta zilā starojuma daļa veicina šūnu dalīšanos, pirmo asnu veidošanos un novērš augu stīdžēšanu. Jaunajām siltumnīcu tehnoloģijām jābūt energoefektīvām un ar zemu ietekmi uz vidi, tādēļ mākslīgais apgaismojums ir viens no nozīmīgākajiem instrumentiem kopējās energoefektivitātes uzlabošanā (Rakutko, Patsukov, 2013). Augu apgaismojuma energo-ekoloģija ir jauns termins, kas saista gan augu fizioloģiju, gan fiziku (apgaismojuma inženierija) un ekoloģiju. Pieejas īpatnība ir tāda, ka tā ņem vērā vielas un enerģijas plūsmas likumsakarības augu apgaismojuma mākslīgajā bioenerģijas sistēmā (ABES), ko var noteikt ar apgaismojuma fotonu plūsmu un ABES fotosintēzes produktu plūsmu sakarībām.

Augu apgaismojuma enerģijas un ekoloģiskās savietojamības jēdziens tiek interpretēts kā ABES augošo augu tehnoloģiskā procesa īpašība, lai atbilstu energoefektivitātes un vides ietekmes prasībām, kas tiek novērtētas pēc šobrīd labākajām pieejamajām tehnoloģijām (BAT). Svarīgākais

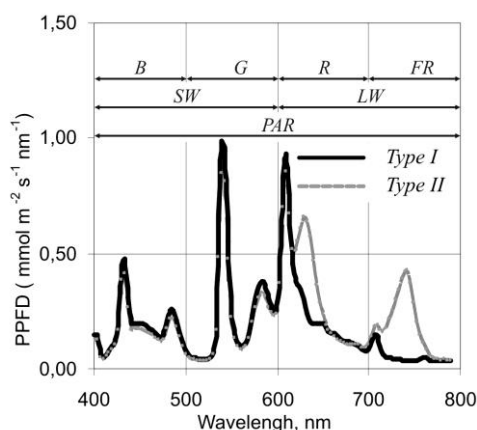
augu apgaismojuma efektivitātes indikators ir auga augšanas dinamika, kuru nosaka vairāki biometriski parametri. Nosakot šo parametru dinamikas matemātisko modeli, varēs izstrādāt augu apgaismojuma vadības teoriju un atbilstošus algoritmus. Šī pētījuma mērķis ir skaitliski novērtēt enerģijas un ekoloģijas savietojamību, audzējot tomātu dēstus pie dažādiem apgaismojuma tiptiem un to kvalitātes parametriem.

Materiāli un metodes

Eksperimentu pētījuma objekts bija tomātu stādu (*Solanum Lycopersicum* L.) šķirne 'Polonaise' F1, kas audzēta kūdras substrātā. Kopumā 220 sēklas tika iestādītas augsnes substrāta tvertnē 11.05.2018., tvertne tika pārklāta ar plēvi un ievietota telpā, kur gaisa temperatūra bija +27 °C un mitruma līmenis 72%. Pirmais dīgsts izdīga 14.05.2018., un pēc masveida asnu parādīšanās 15.05.2018. augi tika apgaismoti cauru diennakti ar nātrija augstspiediena lampu (DNaz 400W). No šī brīža tika uzskaitīts augu vecums (DAE – diena pēc asnu parādīšanās). 18.05.2018. fotoperiods tika nomainīts uz 16 stundām. 24.05.2018. (10 dienas pēc sadīgšanas), pie otrās īstās lapas parādīšanās, augi tika pārstādīti viena litra podos ar jauktu kūdras un augsnes maisījumu attiecībā 2:1. Podi ar augiem tika novietoti eksperimentālajā apgaismojuma vietās 28.05.2018. Augi tika laistīti un baroti pēc nepieciešamības. 03.06.2018. parādījās trešā īstā lapa. Pēc tam pirmie mērījumi tika veikti 05.06.2018. (22. diena), otrie – 13.06.2018. (30. diena), trešie – 21.06.2018. (38. diena) un ceturšie – 29.06.2018. (46. diena).

Salīdzinošais eksperiments tika veikts gaismas izolētā laboratorijas telpā ar speciālu aprīkojumu, kas nodrošina augu augšanas nosacījumus: gaisa kondicionēšanas sistēma, elektriskie ventilatori, gaisa mitrinātājs, kombinēta mikroklimata sensoru sistēma, vadības panelis un laistīšanas iekārta. Telpu sadalīja divās zonās, izmantojot baltas plastmasas plēves, tādējādi aizsargājot augus no apgaismojuma no blakus esošās sekcijas un no dabiskās gaismas, bet neierobežojot gaisa plūsmu sekciju iekšienē. Eksperimentu laikā tika uzturēts identisks PAR ($140 \mu\text{mol s}^{-2} \text{m}^{-2}$) līmenis katrā zonā, ko regulēja, mainot gaismekļu augstumu. Apgaismojuma nevienmērība ($z = E_{\text{max}}/E_{\text{av}}$) nepārsniedza 10%.

Pirmajā zonā tika izmantoti astoņi fluorescentā tipa gaismekļi "OSRAM L58W / 840 LUMILUX Cool White" un astoņi "OSRAM L58W / 77 FLUORA" gaismekļi, kur 8 no katra veida tika uzstādīti uz viena rāmja, jauktā secībā. Otrajā zonā tika izvietoti 40 gab. LED diožu gaismas avoti (PCB Star LED) ar viļņa garumu no 630 nm līdz 735 nm, kas iebūvēti līdzīgu fluorescento gaismekļu korpusos (vienāda optika). Fotosintētiskās fotonu plūsmas blīvums (PPFD) tika mērīts ar "TKA VD/04" instrumentu, iegūtie rezultāti atspoguļoti 1. attēlā.



1. att. Fotosintētiskās fotonu plūsmas blīvums.

Fig. 1. Photosynthetic photon flux density.



2. att. Tomātu stādi: pa kreisi audzēti īso viļņu garuma joslā (SM), pa labi – garo viļņu garuma joslā (LW).

Fig. 2. Tomato plants: left- grown at the short wavelengths (SW), right- grown at the long wavelengths (LW).

Metodoloģiskais izaicinājums, meklējot augu reakciju uz gaismas starojuma kvalitāti, ir grūtības aprakstīt šo sastāvu ar vienu rādītāju. Šajā pētījumā apgaismojuma plūsmas zilajās un zaļajās joslās tika summētas un uzskatītas par starojumu PAR īsā viļņa garuma joslā (SW). Radiācijas plūsmas sarkanajās un tālu sarkanajās joslās tika summētas un uzskatītas par starojumu PAR garo viļņu joslā (LW). Šī pieeja ļāva ieviest koeficientu, kas raksturo garās viļņu starojuma enerģijas īpatsvaru kopējā starojuma plūsmā (1. formula):

$$K_{LW} = \frac{\Phi_{LW}}{\Phi_{SW} + \Phi_{LW}}. \quad (1)$$

Šis koeficients tiek izmantots, lai aprakstītu spektra tipu eksperimenta variantos: I tips – spektrs ar mazāku daļu no garo viļņu starojuma enerģijas ($K_{LW} = 0.37$); II tips – spektrs ar lielāku garās viļņu starojuma enerģijas daļu ($K_{LW} = 0.5$). Lai mainītu starojuma kvalitatīvo sastāvu, tika izmantota papildu plūsma no LED diodēm, kas palielināja K_{LW} vērtību. Lai saglabātu tādu pašu PPFD līmeni, gaismekļu augstums virs augu galotnēm bija atšķirīgs (0.38 m I tipa spektram un 0.71 m II tipa spektram). Vairākos mērījumos pēc kārtas, dažādās dienās pēc asnu parādīšanās (DAE) tika pierakstīti tomātu stādu galvenie biometriskie parametri: auga stumbra diametrs D , lapu skaits N , hipokotila augstums H , auga svaigā masa M , lapu laukums S un auga sausnas saturs ν . Variāciju dinamika stumbra diametram D un lapu skaitam N tika aproksimēta ar logaritmiskām līknēm (2. formula):

$$Y = Y_m(1 - e^{-B(T-T_m)}). \quad (2)$$

Variāciju dinamika hipokotila augstumam H , svaigajai masai M un lapu virsmai S tika aproksimēta ar „Gompertz” līkni (3. formula):

$$Y = Y_0 + Y_m e^{-e^{-B(T-T_m)}}. \quad (3)$$

Sausnas saturu ν aproksimēja ar polinomu (4. formula):

$$Y = AT^2 + BT + C. \quad (4)$$

Formulām (2)–(4) tika noteiktas arī koeficientu kopas katram spektra tipam. Augu apgaismojuma enerģijas un vides savietojamība tika novērtēta ar koeficientu K_{EE} , kas parāda, cik tuvu ir izvēlēta audzēšanas tehnoloģija salīdzinājumā ar labākajām pieejamajām apgaismojuma tehnoloģijām (BAT). Tuvuma pakāpe tika novērtēta pēc normalizētā Eiklīda attāluma starp abām trajektorijām salīdzināmajos apstākļos (P) un optimālajiem BAT nosacījumiem (O) augu biometrisku parametru n -dimensiju faktoru telpā (5. formula):

$$K_{EE} = \begin{cases} \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k \delta_t^{R-O} \\ O \in BAT \end{cases}. \quad (5)$$

Tā kā augu biometrisku parametru funkcionālās atkarības ir norādītas analītiskā formā (vienādojumi (2)–(4)), tad enerģijas koeficienta un ekoloģiskās savietojamības izteiksme ir šāda (6. formula):

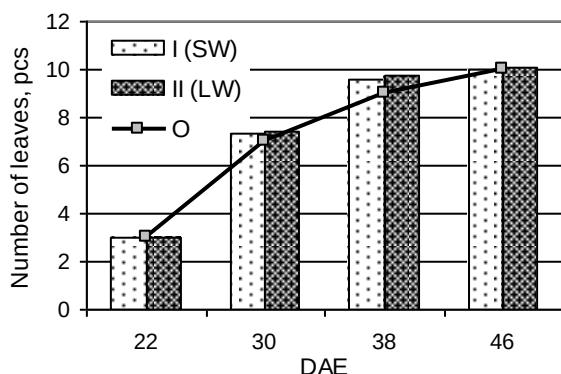
$$K_{EE} = \frac{1}{T} \int_0^T \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i \left(\frac{f_i^R(t) - f_i^O(t)}{f_i^O(t)} \right)^2} dt, \quad (6)$$

kur T ir noteiktais laika periods, $f_i^R(t)$ un $f_i^O(t)$ ir funkcionālās sakarības i -tajam parametram laikā starp reālo (R) un optimālo (O) tehnoloģiju, respektīvi, w_i ir svara koeficients i -tajam parametram. Iegūtie dati tika apstrādāti ar matemātiskās statistikas metodēm ($p < 0.05$), izmantojot „MS Excel 2003” un „Statistica 6.0” programmas.

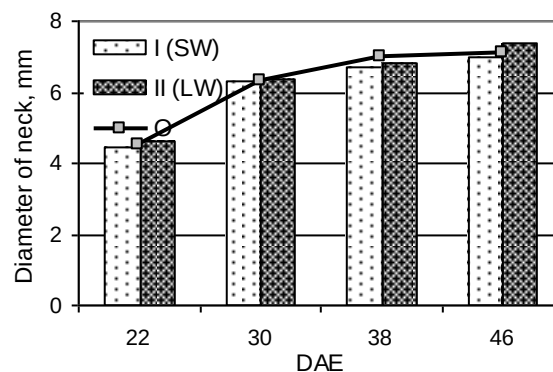
Rezultāti un diskusijas

Saskaņā ar izvirzītajām hipotēzēm I tipa spektrs ar mazāku LW starojuma īpatsvaru ir atzīts par labvēlīgāku augiem (skat. 2. att.). Augi ar šādu apgaismojumu bija spēcīgāki un labāk atbilda stādu kvalitātes standartiem. Attiecīgi 3. un 4. attēlā norādīta sakarība starp auga lapu skaitu un laiku, kā arī sakarība starp stumbra diametru un laiku. Augiem, kas atradās zem starojuma spektra ar lielāku K_{LW} vērtību, bija lielāks augstums un svaigā masa, bet mazāks lapu laukums. Statistiski nozīmīgas šo parametru atšķirības augiem, kas audzēti ar dažādu starojuma spektru, netika konstatētas.

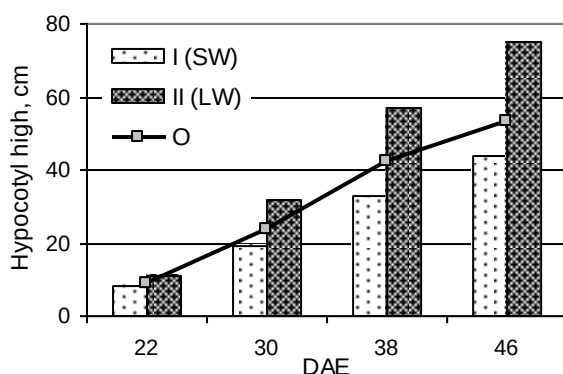
5., 6. un 7. attēlā parādīta sakarība starp hipokotila augstumu, tā svaigo masu un lapu laukumu un laiku, savukārt 8. attēlā parādīta sakarība starp augu sausnas saturu un laiku. Eksperimenta beigās augstāks sausnas saturs tika novērots augiem, kas bija pakļauti starojumam ar zemāku K_{LW} . Biezā līnija 3. līdz 8. attēlā atspoguļo konkrētu biometrisku parametru attīstības ceļu, kas ir ieskicēts saskaņā ar ekspertu aplēsēm, pamatojoties uz šo parametru vēlamajām vērtībām jebkurā brīdī.



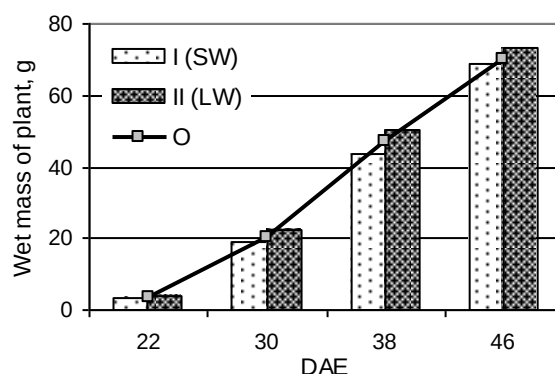
3. att. Lapu skaits, gabali.
Fig. 3. Number of leaves, pieces.



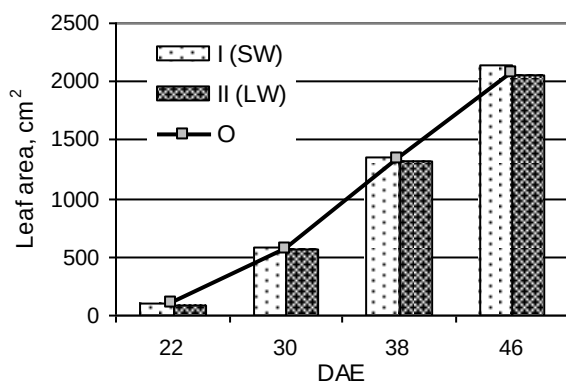
4. att. Stāda stumbra diametrs, mm.
Fig. 4. Neck diameter, mm.



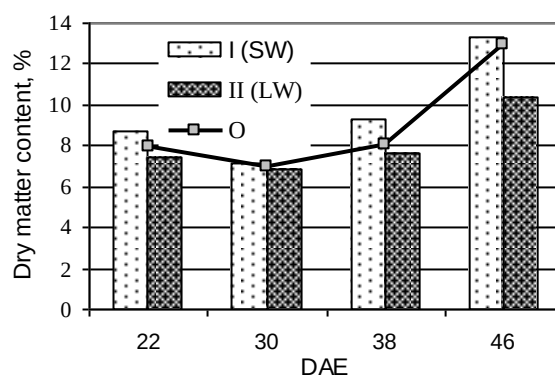
5. att. Hipokotila augstums, cm.
Fig. 5. Hypocotyl height, cm.



6. att. Augu svaigā masa, g.
Fig. 6. Plant fresh mass, g.



7. att. Lapu laukums, cm².
Fig. 7. Leaf area, cm².



8. att. Sausnas saturs, %.
Fig. 8. Dry matter content, %

Tabulā iekļautas koeficientu vērtības aproksimācijas funkcijām – attiecībā pret noteiktu biometrisku parametru dinamiku abiem spektra veidiem, kā arī optimālam attīstības ceļam. Enerģijas un ekoloģiskās savietojamības koeficienta vērtības, kas aprēķinātas ar 6. formulu, ir

$K_{EE} = 0.22$ rel. vienības I tipa spektram un $K_{EE} = 0.38$ rel. vienības II tipa spektram. Koeficienta vērtība pieaug, palielinoties arī garo viļņu daļas īpatsvaram. Ir zināms, ka īso viļņu (zilajam) starojumam ir labvēlīga ietekme uz stādu attīstību agrīnā stadijā. Empīriskās pieejas rezultātā, pamatojoties uz eksperimentāliem datiem, tika izvēlētas diezgan vienkāršas augu galveno biometrisko parametru formulas. Tika konstatēts, ka garo viļņu frekvenču joslas nobīde no 37% uz 50% (par 13%) izraisa ievērojamu atšķirību gandrīz visos augu biometriskajos parametros to audzēšanas procesā, un enerģijas koeficienta un ekoloģiskās savietojamības vērtības izmaiņu no 22% uz 38% (par 16%).

1. tabula Table 1

Koeficientu vērtības aproksimāciju sakarībām.
The values of coefficients of approximation dependences

Parametrs / Parameter	Vērtība / Values			Parametrs / Parameter	Vērtība / Values		
	I (SW)	II (LW)	O		I (SW)	II (LW)	O
Lapu skaits / Model of the number of leaves $N=f(T)$, gab.				Stumbra diametra modelis / Model of the stem neck diameter $D=f(T)$, mm			
Y_m	10.686	10.806	11.000	Y_m	6.984	7.594	7.213
B	0.110	0.110	0.087	B	0.161	0.098	0.143
T_m	19.027	19.034	18.325	T_m	15.724	12.355	15.175
Auga augstuma modelis / Model of the plant height $H=f(T)$, sm				Auga svaigās masas modelis / Model of the plant fresh mass $M=f(T)$, g			
Y_0	5.296	5.008	6.941	Y_0	-0.674	-0.311	0.716
Y_m	50.345	89.360	54.019	Y_m	117.90	101.137	97.802
B	0.098	0.100	0.126	B	0.077	0.096	0.097
T_m	32.684	31.865	31.366	T_m	37.71	34.126	35.004
Lapu laukuma modelis / Model of the leaf area $S=f(T)$, cm ²				Sausnas satura modelis / Model of the dry matter content $V=f(T)$, %			
Y_0	-28.304	-37.546	-27.950	A	0.022	0.013	0.023
Y_m	3772.17	3366.178	3386.076	B	-1.287	-0.755	-1.345
B	0.075	0.080	0.081	C	26.337	17.823	26.592
T_m	38.072	36.783	36.788				

Secinājumi

Augu augšanas modeļu nozīme augu apgaismojuma vadības teorijā tika pamatota praktiski. Izveidoti jauni indikatori K_{LW} , kas ļauj izteikt gaismas kvalitāti vienā skaitlī, un K_{EE} , kas parāda, cik tuvu ir izvēlēta audzēšanas tehnoloģija pret BAT, izmantojot Eiklīda distanci starp divām mainīgām biometrisko parametru augšanas trajektorijām. Atklāta nozīmīga atšķirība starp tomātu biometriskajiem parametriem, kas auguši zem dažādu apgaismojumu K_{LW} vērtībām. Izveidoti matemātiskie modeļi tomātu stādu galvenajiem biometriskajiem parametriem. Iegūta sakarība starp enerģiju un ekoloģisko savietojamību tomātu stāda apgaismojumam un apgaismojuma kvalitātei.

Atzinība

Raksts ir sagatavots ar ERAF projekta „Jaunu vadības metožu izstrāde siltumnīcu augu apgaismojuma sistēmām to enerģētisko un ekoloģisko parametru uzlabošanai (uMol)”, līguma Nr. 1.1.1.1/16/A/261 atbalstu.

Izmantotā literatūra

1. Brown C., Shuerger A.C. and Sager J.C. (1995). Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far-red lighting. *J. Am. SocHortic Sci.* 120, p. 808–813.
2. Hoffmann A.M., Noga G. and Hunsche M. (2015). Acclimations to light quality on plant and leaf level affect the vulnerability of pepper (*Capsicum annuum* L.) to water deficit. *Journal of Plant Research*, 128(2), p. 295–306.
3. Larcher W. (2000). *Physiological Plant Ecology*. Springer, p. 513.
4. Rajapaske N.C., Pollock R.K., McMahon M.J., Kelly J.W. and Young R.W. (1992). Interpretation of light quality measurements and plant response in spectral filter research. *HortScience*, 27, p. 1208–1211.

5. Rakutko S. and Patsukov A. (2013). Comparative application efficiency of optical flux delivered from led and gas-discharge sources in indoor plant cultivation. ***In: Engineering for Rural Development. The 12-th International Scientific Conference.*** Latvia University of Agriculture, Latvia, p. 137–141.
6. Samuolienė G., Brazaitytė A., Duchovskis P., Viršilė A., Jankauskienė J., Sirtautas R., Novičkovas A., Sakalauskienė S. and Sakalauskaitė J. (2012). Cultivation of vegetable transplants using solid-state lamps for the short-wavelength supplementary lighting in greenhouses. *Acta Hort.* 952, p. 885–892.
7. Schuerger A.C., Brown C.S. and Stryjewski E.C. (1997). Anatomical Features of Pepper Plants (*Capsicum annuum* L.) Grown under Red Light-emitting Diodes Supplemented with Blue or Far-red Light. *Annals of Botany*, 79, p. 273–282.

**APGAISMOJUMA IETEKME UZ SILTUMNĪCĀ AUDZĒTU TOMĀTU
FIZIOLOĢISKAJEM PARAMETRIEM**

**THE EFFECT OF ILLUMINATION ON THE PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF
GREENHOUSE GROWN TOMATOES**

**Daiga Sergejeva, Ance Simtniece, Reinis Reinsons, Niks Badauķis, Edijs Kalniņš, Lāsma
Lapiņa, Ina Alsina, Laila Dubova**

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augšnes un augu zinātņu institūts

Ina.Alsina@llu.lv

Abstract. Light is one of the most important factors affecting plant growth, development, yield and its quality. The intensity of light not only affects the intensity and productivity of photosynthesis, but the spectral composition of the illumination can change plants' biochemical processes. The development of analytical methods gives the opportunity to assess the effect of light on plant growth more precisely. At the same time, various technical solutions for the adaptation of the spectral composition of plant lighting and energy saving requirements have also developed. The trial was arranged at the Polycarbonate Greenhouse of the Institute of Soil and Plant Sciences of the Latvia University of Life Sciences and Technologies in the autumn of 2018. Tomatoes were grown under LED, induction and high pressure sodium lamps with 16 h photoperiod, light intensity at the tomatoes tops were $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Tomato varieties 'Encore' F1, 'Diamantino' F1, 'Bolzano' F1 and 'Chocomate' F1 grafted on the 'Maxifort' rootstock were used in the trial. The intensity of plant transpiration and water retention were determined. Non-destructive methods have been used to evaluate chlorophyll fluorescence parameters (F_v / F_m , F_v / F_0 , PI) with OS5p + fluorometer and indices CRI500 (carotene content), NDVI (chlorophyll content), SIPI (content of various pigments), GI (Chlorophyll Content), PSRI (Plant Aging) were determined by a radio-spectrometer RS-3500 based on the spectra of reflection of tomato leaves. The most intensive transpiration for all analyzed tomato varieties was found under LED lighting. The highest transpiration intensity under the LED illumination was found in 'Bolzano' F1. The lower water retention capability was also below the LED illumination, but the highest below the high pressure sodium lamps. F_v / F_m and F_v / F_0 values show that plants are best suited for LED and induction lamp lighting, but interactions between variety and lighting are essential. The highest plant vitality indicators for the tomato variety 'Bolzano' F1 were under the LED lamp, and the variety 'Encore' F1 - under the induction lamp. The 'Diamantino' F1 breed was the worst under the high pressure sodium lamp, but there was no significant difference between the effect of the LED and the induction lamp.

Key words: transpiration, water retention, leaf reflectance spectrum.

Ievads

Apgaismojuma kvalitāte un intensitāte ir viens no svarīgākajiem kultūraugu ražu ietekmējošiem faktoriem. Gaisma ne tikai ietekmē fotosintēzes intensitāti un produktivitāti, bet arī apgaismojuma spektrālais sastāvs var izmainīt auga bioķīmisko procesu norisi. Nepietiekama apgaismojuma intensitāte, neatbilstošas gaismas spektrālais sastāvs un/vai fotoperiods limitē tomātu augšanu, attīstību un ražas formēšanos. Dažāda garuma gaismas viļņi atšķirīgi ietekmē augu augšanu un attīstību. Izmēģinājumos noskaidrots, ka tomātu augšana uzlabojas, pievienojot 380 nm viļņu gaismas avotus, turpretim oranža (622 nm), dzeltena (595 nm) un zaļa (520 nm) gaisma nav piemērota šo augu augšanai. Dažādi gaismas avoti atstāj atšķirīgu ietekmi uz augu augšanu, attīstību, ražas formēšanos un kvalitāti (Olle, Viršile, 2013).

Kā vienu no augu fizioloģiskā stāvokļa raksturotājiem var izmantot hlorofilu fluorescenci. Novērots, ka mainīgais fluorescences un minimālās fluorescences potenciālās aktivitātes parametrs tumsas stāvoklī būtiski atšķiras atkarībā no fotosintētiskās aktivitātes gan veselām, gan stresa apstākļos augušiem augiem (Ozfidan, Turkan, Sekmen *et al.*, 2013). Hlorofila fluorescences aktivitāti ietekmē tā brīža auga fizioloģiskais stāvoklis, kas norāda uz auga stresa līmeni (Gorbe, Calatayud, 2012). Fotosistēmas II (PSII) maksimālās fotoķīmiskās efektivitātes parametrs tumsas stāvoklī (F_v/F_m) izmanto kā augu fotosintēzes darbības jutīguma indikatoru (Kalaji, Govindjee,

Bosa *et al.*, 2011). Parametra F_v/F_m rādītāji samazinās stresa apstākļos, bet palielinās gaismas intensitātes ietekmē (Srivastava, Guisse, Strasser *et al.*, 1997). Intensīvas gaismas ietekmē samazinās PSII aktivitāte, fotosintēzes elektronu transporta kapacitāte un fotoķīmiskā aktivitāte (Quiles, López, 2004). Pētījumi apstiprina, ka optimālās F_v/F_m vērtības mērenās joslas augiem ir robežās no 0.70 līdz 0.83 (Mohammed, Tejada, Miller, 2003). Augu vitalitātes rādītājs (PI) izmantojams kā parametrs, lai raksturotu auga stresa līmeni dažādos audzēšanas apstākļos (Živčák, Brestič, Olšovská *et al.*, 2008; Maļceva, Vikmane, Stramkale *et al.*, 2009; Gorbe, Calatayud, 2012; Liu, Liang, Zhou *et al.*, 2017).

Augu lapu atstarošanās spektrus un no tiem aprēķinātos indeksus var izmantot kā auga fizioloģiskā stāvokļa indikatorus. Par augu augšanas vai attīstības izmaiņām, stresa situāciju, kā arī novecošanos liecina antociānu satura palielināšanās lapās. To daudzuma izmaiņas raksturo gaismas atstarošanās intensitāte pie 550 nm (Gitelson *et al.*, 2007). Plaši tiek lietots WBI (*Water Bind Index*) ūdens satura indekss, kurš raksturo ūdens saistīšanas un uzņemšanas izmaiņas tomātu lapās. Ūdens satura noteikšanai izmantojams gaismas atstarošanas spektrs viļņu garumos no 950–970 nm (Penuelas, Filella, 1998). Jaunākā pētījumā precizēts, ka ūdens satura izmērīšanai nepieciešams izmantot attiecību starp īsviļņu infrasarkanā (970 nm) un tuvā infrasarkanā spektra (900 nm) atstarošanu (Ceccato, Flasse, Grégoire, 2002). Hlorofila daudzumu lapās nosaka pie viļņu garumiem 550 un 799 nm (Gitelson, Merzlyak, Zur *et al.*, 2001), bet 500–520 nm ir karotīnu jutīgs intervāls. Augu augšanu un attīstību pozitīvi ietekmējošais faktors ir fotosintēzes aktivitāte un hlorofila saturs augu lapās (Dorigo, Zurita-Milla, de Wit *et al.*, 2007). Hlorofila satura noteikšanai izstrādāts vienkāršots normalizētais veģetācijas indekss (NDVI), kas balstīts uz kontrastu starp maksimāli hlorofila pigmentu absorbēto sarkano gaismu un maksimālo lapu šūnu struktūras atstaroto tuvo infrasarkanā gaismu, kaut gan izstrādāti vairāki gaismas atstarošanās indeksi hlorofila satura noteikšanai (Rouse, Haas, Schell *et al.*, 1974), izstrādātais NDVI indekss atzīts par vispazīstamāko un visplašāk izmantoto precīzajā lauksaimniecībā (Wu, Niu, Tang *et al.*, 2008). Hlorofila satura novērtēšanai tiek ieteikts arī SIPI (Penuelas, Filella, 1998) un zaļuma indekss GI (Smith, Adams, Stephens *et al.*, 1995). Pēc aktīvas veģetācijas augiem sākas novecošanās. Attiecīgi, augam novecojot, visvairāk no auga virsmas tiek atstarota gaisma 550–740 nm diapazonā, bet hlorofila daudzums atstarošanas spektrā 400–500 nm samazinās. Augu novecošanās indekss (PSRI) atspoguļo sakarības ar hlorofila/karotīnu attiecību novecošanās laikā (Merzlyak, Gitelson, Chivkunova *et al.*, 1999).

Pētījuma mērķis ir skaidrot tomātu lapu transpirācijas, auga ūdens aiztures spējas, lapu fluorescences un lapu atstarošanas indeksu izmaiņas atkarībā no dažāda spektrālā sastāva papildapgaismojuma.

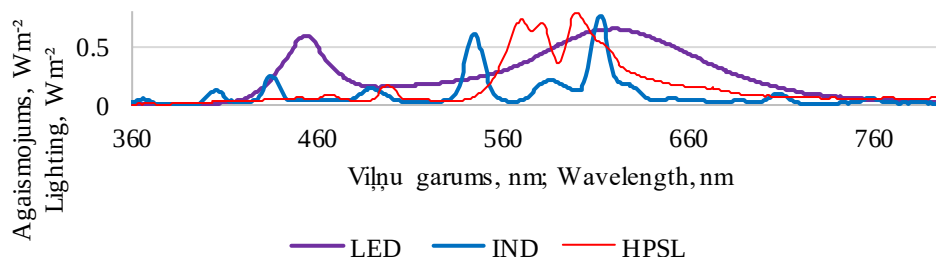
Materiāli un metodes

Tomātu kultivēšana. Tomāti audzēti Latvijas Lauksaimniecības universitātes Augsnes un augu zinātņu institūta polikarbonāta siltumnīcā 2018. gada rudens periodā. Siltumnīcas vidējā dienas temperatūra ir 20 ± 5 °C, nakts temperatūra >10 °C. Gaisa cirkulācijas un temperatūras samazināšanas nolūkos izmantotas jumta vēdināmās lūkas.

Izmēģinājumā izmantotas tomātu šķirnes 'Encore' F1, 'Diamantino' F1, 'Bolzano' F1, 'Chocomate' F1. Tomāti ir potēti uz potcelma 'Maxifort', katram stādam izveidotas divas galotnes.

Tomāti audzēti 15 L konteineros, kūdras substrātā „Kekkila” (pH H_2O 5.6, N – 80 mg L^{-1} , P – 30 mg L^{-1} , K – 200 mg L^{-1} , kūdras frakcija 0–25 mm). Katru nedēļu vienu reizi augi mēslooti. Vienu nedēļu ar kalcija nitrātu, katru otro nedēļu – NPK komplekso mēslojumu (NPK 12-12-36) ar mikroelementiem (deva – 2 g uz veģetācijas trauku).

Tomātu apgaismojuma raksturojums. Tomātus audzēja, izmantojot trīs pēc spektrālā sastāva atšķirīgas lampas – gaismu emitējošās diodes (LED), indukcijas (IND) un augstspiediena nātrija lampas (HPSL) (1. att.). Lampu emitētās gaismas kvantitatīvais un kvalitatīvais sastāvs noteikts ar pārnēsājamo spektrometru „Gigahertz-Optic MSC15”. Lampu emisijas spektri atspoguļoti 1. attēlā.



1. att. Apgaismojuma spektrālais sastāvs tomātu galotņu augstumā.

Fig. 1. Light spectrum at the height of tomatoes tops.

Pētījumā lietotajām lampām (LED, IND un HPSL) sarkanajai spektra daļai (600–700 nm) bija lielāks īpatsvars nekā zilajam spektram (400–500 nm). Ievērojami lielāku FAR, salīdzinot ar indukcijas lampām, uzrādīja HPSL un LED lampu papildapgaismojums.

Tomātu ūdens režīma noteikšana. Transpirācijas intensitāte noteikta ar transpirometriem, kuri pirms mērījuma karsēti 60 °C temperatūrā 30 minūtes, nosvērti un piestiprināti augu lapām. Pēc 30 minūtēm transpirometri noņemti no lapām, noteikta to masa un pēc 1. formulas aprēķināta transpirācijas intensitāte:

$$T = \frac{c}{t \cdot s}, \quad (1)$$

kur c – transpirētais ūdens – transpirometra masas pieaugums, g;
t – izmēģinājuma ilgums, min.;
s – transpirometra laukums, m².

Augu ūdens aiztures spēja noteikta, izmantojot Ārlanda metodi. No katra analizētā auga nogrieztas 6 lapas. Nekavējoties lapas griezumā vieta iemērkta parafīnā, lai novērstu ūdens zudumu caur griezumā vietu. Lapas nosvērtas, un svēršana atkārtota ik pēc 30 minūtēm. Pēc mērījumu veikšanas zaudētais ūdens apjoms izteikts procentos no auga masas (Dubova, Alsiņa, Sergejeva, u.c., 2015) publikācijā.

Tomātu lapu atstarošanās spektru un indeksu noteikšana. Eksperimenta laikā veikta randomizēta tomātu lapu analīze deviņos variantos un septiņos atkārtojumos ar ASV uzņēmumā „Spectral Evolution” ražoto radiospektrometru „RS-3500”. Iegūtie rezultāti analizēti ar Bonnas Universitātes Augu zinātņu un resursu saglabāšanas institūta (INRES) katalogā iekļautajiem indeksiem. Augu augšanas un fizioloģiskā stāvokļa raksturošanai izvēlēti 7 indeksi:

- ARI – antociānu saturs;
- CRI500 – karotīnu saturs;
- NDVI – hlorofila saturs;
- SIPI – dažādu pigmentu saturs;
- GI – hlorofila saturs;
- PSRI – auga novecošanās;
- WBI – ūdens saturs.

Augu lapu fluorescences mērījumi. Hlorofila fluorescences parametri noteikti ar „Opti-Sciences Inc.” (ASV) ražoto fluorometru „OS5p+”. Novērtēti šādi hlorofila fluorescences parametri:

- F_v/F_m – PSII maksimālais fotoķīmiskais efektivitātes parametrs tumsas stāvoklī;
- F_v/F_0 – mainīgais fluorescences un minimālās fluorescences potenciālās aktivitātes parametrs tumsas stāvoklī;
- PI – auga vitalitātes rādītājs.

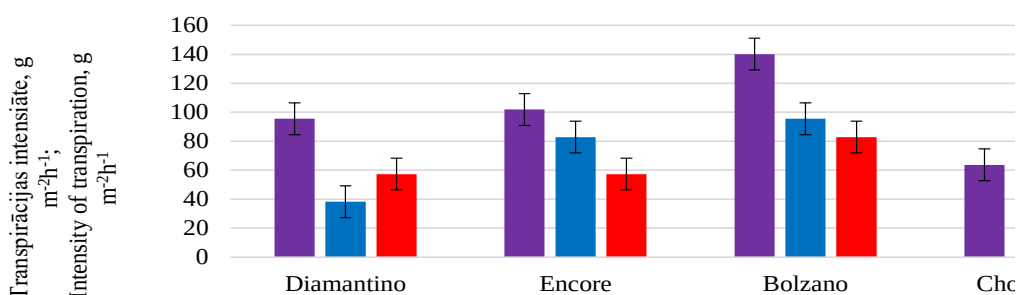
Datu matemātiskā apstrāde

Savstarpējo faktoru ietekmei tika aprēķināta divfaktoru dispersijas analīze, izmantojot „MS Excel” programmu. Hlorofila fluorescences parametri tika vērtēti, lai noteiktu atšķirības starp katra tomātu šķirnes auga fizioloģisko stāvokli, ko ietekmē izmantotie gaismas avoti.

Rezultāti un diskusijas

Augu ūdens režīms

Transpirācijas intensitāte būtiski atšķiras atkarībā no apgaismojuma veida. Visām tomātu šķirnēm, izņemot ‘Chokomate’ F1, krietni lielāka transpirācijas intensitāte tika novērota zem LED papildapgaismojuma. Šķirnei ‘Chokomate’ F1 augstāka transpirācijas intensitāte konstatēta zem IND lampām ($101.9 \text{ g m}^{-2}\text{h}^{-1}$). Šādi rezultāti ir pretrunā ar Polijā veikto pētījumu, kurā lielāka transpirācijas intensitāte iegūta augiem, kas auguši zem HPSL lampas, salīdzinot ar LED lampu (Wolska, 2013). Intensīvāka transpirācija tika novērota zem LED lampas apgaismojuma šķirnei ‘Bolzano’ F1 ($140.1 \text{ g m}^{-2}\text{h}^{-1}$) (skat. 2. att.).

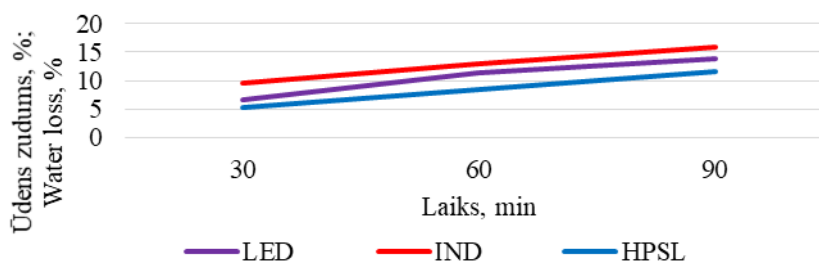


2. att. Dažāda apgaismojuma ietekme uz transpirācijas intensitāti tomātos.

Fig. 2. Different light impact on transpiration intensity.

Savukārt zemākā transpirācija tika atklāta zem IND lampas augošajiem tomātiem ‘Diamantino’ F1 ($38.2 \text{ g m}^{-2}\text{h}^{-1}$).

Augu ūdens aiztures spējas. Novērojamas būtiskas atšķirības starp apgaismojuma veida ietekmi uz augu ūdens aiztures spēju. Augstākā ūdens aiztures spēja tomātiem konstatēta zem HPSL lampas papildapgaismojuma, bet zemākā – zem IND papildapgaismojuma (skat. 3. att.).



3. att. Ūdens zudums no dažādos apgaismojumos augušu tomātu lapām.

Fig. 3. Waterlosses from the tomatoes leaves grown under different lighting sources.

Mazākā ūdens aiztures spēja tomātu augiem, kas auguši LED lampas papildapgaismojumā, tika novērota šķirnei ‘Bolzano’ F1. Ūdens zudums pēc 30 minūtēm sasniedza 15% un pēc 90 minūtēm – 23%. Lielākā augu ūdens aiztures spēja LED lampas apgaismojumā ir šķirnei ‘Encore’ – pēc 90 min. ūdens zudumi veidoja tikai 13%. IND lampas apgaismojumā augošajiem tomātiem lielākais ūdens zudums konstatēts šķirnei ‘Bolzano’ F1 (20%), bet vismazākais – šķirnēm ‘Diamantino’ F1 (13%) un ‘Chokomate’ F1 (13%).

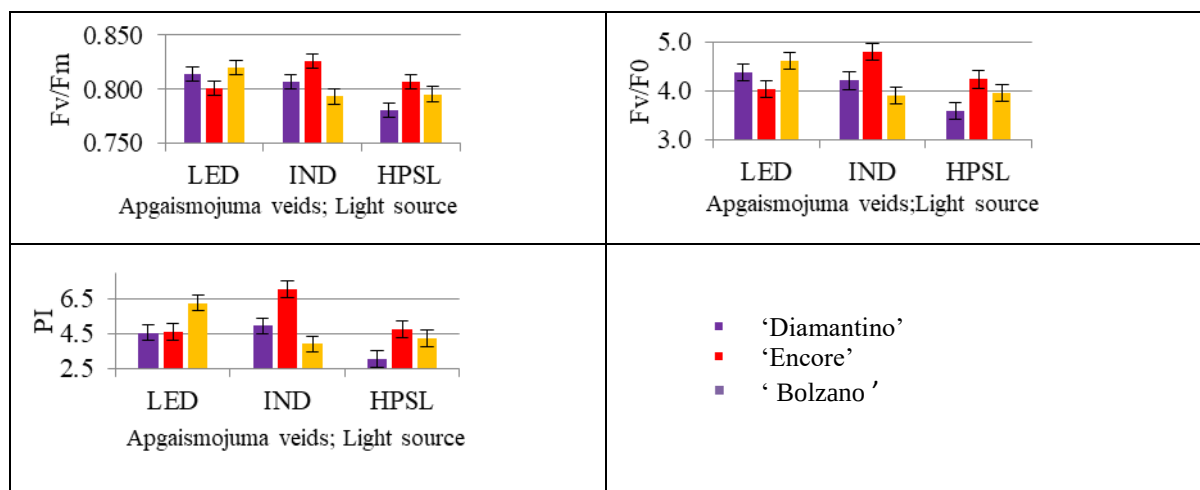
1. tabula Table 1

Apgaismojuma ietekme uz augu fizioloģisko stāvokli raksturojošiem atstarošanas indeksiem
The effect of illumination on the reflection indices of tomato leaves

Lampa Illumination source	Šķirne / Cultivar	CRI	ARI	Hlorofilu raksturojošie indeksi / Indices of chlorophyll characterisation				PSRI	WBI
				NDVI	SIPI	G	Δ		
LED	Encore	0	+1	+1	0	0	0	+1	-1
	Diamantino	0	0	0	+1	+1	+1	0	0
	Bolzano	0	0	+1	0	-1	0	0	-1
IND	Encore	-1	+1	0	-1	-1	-1	-1	+1
	Diamantino	-1	+1	0	-1	-1	-1	-1	+1
	Bolzano	+1	0	-1	+1	0	0	+1	+1
Na	Encore	0	-1	0	0	+1	0	0	0
	Diamantino	0	-1	-1	0	0	0	0	+1
	Bolzano	+1	-1	0	+1	0	0	+1	0
0	Rezultāts būtiski neatšķiras no vidējā								
+1	Rezultāts būtiski pārsniedz vidējo								
-1	Rezultāts ir būtiski mazāks par vidējo								

HPSL lampas apgaismojumā dažādām tomātu šķirnēm netiek novērotas būtiskas atšķirības ūdens aizturē. Salīdzinot pētāmās lampas apgaismojuma ietekmi uz augu ūdens aiztures spēju, visaugstākie rezultāti ir LED lampas apgaismojumam, tad seko IND, savukārt viszemākie rādītāji konstatēti, audzējot tomātus zem HPSL lampas.

LED lampas apgaismojumam bija būtiska pozitīva ietekme uz hlorofila saturu tomātu ‘Diamantino’ F1 lapās (raksturots pēc plašāk lietotajiem indeksiem NDVI, SIPI, G) (1. tab.).



4. att. Hlorofila fluorescences parametri atkarībā no apgaismojuma veida.

Fig. 4. Chlorophyll fluorescence parameter changes depending on the type of lighting.

Savukārt IND lampas apgaismojums šķirnēm ‘Encore’ F1 un ‘Diamantino’ F1 ievērojami palielināja antociānu saturu (ARI) un samazināja hlorofila saturu lapās (SIPI un G), tomēr

palēnināja lapu novecošanos (PSRI) un palielināja ūdens saturu (WBI) tajās. Tas varētu būt skaidrojams ar pazeminātu fotosintēzes aktivitāti un traucējumiem vielu aprītē (Wu, Niu, Tang *et al.*, 2008).

Tomātu lapu fluorescences raksturojums. Pēc datu matemātiskās apstrādes un apkopošanas parametram F_v/F_m konstatētas būtiskas atšķirības gan starp apgaismojuma veidiem, gan apgaismojuma un šķirņu mijiedarbību. Parametra F_v/F_m vērtības svārstības visām šķirnēm zem visiem apgaismojuma veidiem bija salīdzinoši nelielas, tāpēc labākai novērtēšanai fotosistēmas II aktivitāte tika vērtēta pēc parametra F_v/F_0 (skat. 4. att.).

Hlorofila fluorescences parametru rādītāji (F_v/F_m , F_v/F_0) raksturo gaismas kvantu izmantošanas lietderību un efektivitāti atšķirīga spektrālā sastāva apgaismojumā. Rezultāti norāda, ka LED lampas apgaismojumā fotosintēzes fotosistēmu darbībai piemērotākie apstākļi bija tomātu šķirnei ‘Bolzano’ F1 ($F_v/F_m=0.821$). Zem IND ($F_v/F_m=0.827$) un HPSL lampas ($F_v/F_m=0.807$) vislabvēlīgākie apstākļi hlorofila darbībai bija tomātu šķirnei ‘Encore’ F1. Mazākā parametra F_v/F_m vērtības ir šķirnei ‘Diamantino’ F1 zem HPSL ($F_v/F_m=0.781$). Starp PI vērtību un F_v/F_m , F_v/F_0 vērtībām ir saskatāmas kopsakarības. Auga vitalitātes rādītāji atspoguļo faktu, ka būtiski pozitīva ietekme ir šķirnes ‘Bolzano’ F1 mijiedarbībai ar LED papildapgaismojumu (PI=6.266), savukārt ar IND apgaismojumu augstākā vitalitāte konstatēta šķirnei ‘Encore’ P1 (PI=7.059). Ievērojama mijiedarbības ietekme zem HPSL lampas apgaismojuma novērtēta šķirnēm ‘Encore’ F1 un ‘Bolzano’ F1 (skat. 4. att.).

Secinājumi

Vislielākā trasnpirācijas intensitāte ir tomātu lapām, kas augušas LED lampas apgaismojumā. Būtiska atšķirība konstatēta starp apgaismojuma veidiem, bet starp šķirnēm nav nozīmīgu atšķirību.

Viszemākā augu ūdens aiztures spēja novērota augiem, kas auguši IND lampas apgaismojumā, bet vismazākā – nātrija lampas apgaismojumā. Būtiskas atšķirības konstatētas gan starp apgaismojuma veidiem, gan starp šķirnēm.

F_v/F_m un F_v/F_0 vērtības uzrāda, ka vispiemērotākie apstākļi auga fotosistēmu efektīvai darbībai ir zem LED un indukcijas lampas apgaismojuma, taču būtiska ir šķirnes un apgaismojuma veida mijiedarbība. Auga vitalitātes rādītāji atspoguļo faktu, ka vislabāk tomātu šķirne ‘Bolzano’ F1 jūtas zem LED lampas apgaismojuma, bet šķirne ‘Encore’ F1 – zem indukcijas lampas apgaismojuma. Šķirnei ‘Diamantino’ F1 visnepiemēroākais ir HPSL lampas papildapgaismojums.

Pateicība

Darbs izstrādāts maģistratūras studiju kursa „Augu ekofizioloģija” ietvaros un uz ERAF projekta „Jaunu vadības metožu izstrāde siltumnīcu augu apgaismojuma sistēmām to enerģētisko un ekoloģisko parametru uzlabošanai (μMol)” eksperimentālās bāzes.

Izmantotā literatūra

1. Ceccato P., Flasse S., Grégoire J. M. (2002). Designing a spectral index to estimate vegetation water content from remote sensing data: Part 1: Theoretical approach. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 82 (2–3), p. 188–197.
2. Dorigo W. A., Zurita-Milla R., de Wit A. J. W., Brazile J., Singh R., Schaepman M. E. (2007). A review on reflective remote sensing and data assimilation techniques for enhanced agroecosystem modeling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 9 (2), p. 165–193.
3. Dubova L., Alsiņa I., Sergejeva D., Briede R., Šenberga A. (2014). *Rhizobium leguminosarum* un *Glomus* sp. ietekme uz cūku pupu augšanu. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība 2015 LLU LF, LAB un LLMZA Zinātniski praktiskās konferences raksti*, 2015. gada 19.–20. februāris, Jelgava, LLU, 121.–126. lpp.
4. Gitelson A. A., Merzlyak M. N., Chivkunova O. B. (2007). Optical Properties and Nondestructive Estimation of Anthocyanin Content in Plant Leaves. *Photochemistry and Photobiology*, Vol. 74 (1), p. 38–45.

5. Gitelson A. A., Merzlyak M. N., Zur Y., Stark R., Gritz U. (2001). Non-Destructive and Remote Sensing Techniques for estimation of vegetation status. *In: Papers in Natural Resources*, 273, p. 205–210.
6. Gorbe E., Calatayud A. (2012). Applications of chlorophyll fluorescence imaging technique in horticultural research: A review. *Scientia Horticulturae*, Vol. 128, No. 4, p. 24–35.
7. Kalaji H.M., Govindjee, Bosa K., Kościelniak J., Żuk-Gołaszewska K. (2011). Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO₂ assimilation of two Syrian barley landraces. *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 73, No. 9, p. 64–72.
8. Liu Y., Liang X., Zhou F., Zhan Z. (2017). Accessing the agronomic and photosynthesis-related traits of high-yielding winter wheat mutants induced by ultra-high pressure. *Field Crop Research*, Vol. 213, No. 16, p. 165–173.
9. Maļceva M., Vikmane M., Stramkale V., Stramkalis A. (2009). Slāpekļa mēslojuma izmantošanas efektivitāte galviņkāpostiem. *In: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference Environment. Technology. Resources*. Vol. 1, p. 125–132.
10. Merzlyak M. N., Gitelson A. A., Chivkunova O. B., Rakitin V. Y. (1999). Non-destructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, Vol. 106, No. 1, p. 135–141.
11. Mohammed G.H., Tejada P.Z., Miller J.R. (2003). Applications of chlorophyll fluorescence in forestry and ecophysiology. *In: Practical Application of Chlorophyll Fluorescence in Plant Biology*. Ed. De El I.R., Toivonen P.M.A. Kluwer academic publishers, Boston, Dordrecht, London. p. 80–124.
12. Olle M., Viršile A. (2013). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agricultural and Food Science*, Vol. 22(2), p. 223–234.
13. Ozfidan C., Turkan I., Sekmen A.H., Seckin B. (2013). Time course analysis of ABA and non-ionic osmotic stress-induced changes in water status, chlorophyll fluorescence and osmotic adjustment in *Arabidopsis thaliana* wild-type (Columbia) and ABA-deficient mutant (aba2). *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 86, No. 7, p. 44–51.
14. Peñuelas J., Filella L. (1998). Technical focus: Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. *Trends in Plant Science*. Vol. 3 (4), p. 151–156.
15. Quiles M.J., López N.I. (2004). Photoinhibition of photosystems I and II induced by exposure to high light intensity during oat plant growth. Effects on the chloroplast NADH dehydrogenase complex. *Plant Science*, Vol. 166, No. 3, p. 815–823.
16. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. and Harlan J.C. (1974). Monitoring the Vernal Advancement of Retrogradation of Natural Vegetation. Performances from the Accumulation of Large Swath Satellite Data. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 70, p. 293–306.
17. Smith R.C.G., Adams J., Stephens D.J., Hick P.T. (1995). Forecasting wheat yield in a Mediterranean-type environment from the NOAA satellite. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol 46 (1), p. 113–125.
18. Srivastava A., Guisse B., Greppin H., Strasser R.J. (1997). Regulation of antenna structure and electron transport in Photosystem II of *Pisum sativum* under elevated temperature probed by the fast polyphasic chlorophyll a fluorescence transient: OKJIP. *Biochimica et Biophysica Acta – Bioenergetics*, Vol. 1320, No. 1, p. 95–106.
19. Wolska G. J., Kowalczyk K., Metera A., Mazur K., Bujalski D., Hemka L. (2013). Effect of supplementary lighting on selected physiological parameters and yielding of tomato plants. *Folia Horticulturae*, Vol. 25(2), p. 153–159.
20. Wu C., Niu Z., Tang Q., Huang W. (2008). Estimating chlorophyll content from hyperspectral vegetation indices: Modeling and validation. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 148 (8–9), p. 1230–1241.
21. Živčák M., Brestič M., Olšovská K., Slamka P. (2008). Performance index as a sensitive indicator of water stress in *Triticum aestivum* L. *Plant Soil Environment*, Vol. 54, No. 4, p. 133–139.

NĀTRU AUDZĒŠANA RAŽAS IEGUVEI NETTLE GROWING FOR CROP PRODUCTION

Solvita Zeipīna¹, Līga Lepse¹, Ina Alsina²

¹APP Dārzkopības institūts, ²LLU Lauksaimniecības fakultāte
solvita.zeipina@llu.lv

Abstract. Leaf vegetables are a good source of **Abstract.** Leaf vegetables are a good source of indispensable components for human food. Vegetables usually contain natural antioxidants, vitamins, minerals and other biologically active compounds. The yield depends on the climate and growing conditions, genotype, plant development stage, harvesting time and other factors. Nettles are broadly used for food, textile production and pharmacy. Experiments were carried out to clarify the effect of growing and harvesting technology on the yield of four different nettle clones. Experiments were arranged in strongly altered by cultivation soil in the Institute of Horticulture. Root stolons of *Urtica dioica* L. were collected in Pure village and planted in the autumn of 2013 using two basic fertilization variants: without fertilisation (control) and fertilized with peat/manure compost 4 kg m⁻². Root stolons were planted in double row planting beds, with 40 cm distance between rows in bed, 80 cm between centres of planting beds and 20 cm between plants in a row. The trial was arranged in 4 replicates; the total area of each experimental plot was 3 m². The yield was harvested in the period of 2015 – 2017 by using two harvesting approaches: 1) the yield was harvested two times per season when shoots were 10 – 15 cm long, 2) the yield was harvested four times per season, when shoots were < 10 cm long. The research findings showed that the yield of nettles gradually reduced with the ageing of plantation. The yield ranged between 0.3 to 4.8 t ha⁻¹.

Key words: *Urtica dioica* L., leaf vegetables, clones.

Ievads

Mūsdienās pieaug patērētāju pieprasījums pēc dārzeņiem ar augstu uzturvērtību. Arvien vairāk patērētāju domā par veselīgu un sabalansētu uzturu, taču to nav viegli nodrošināt visa gada garumā tikai ar ierastajiem dārzeņiem.

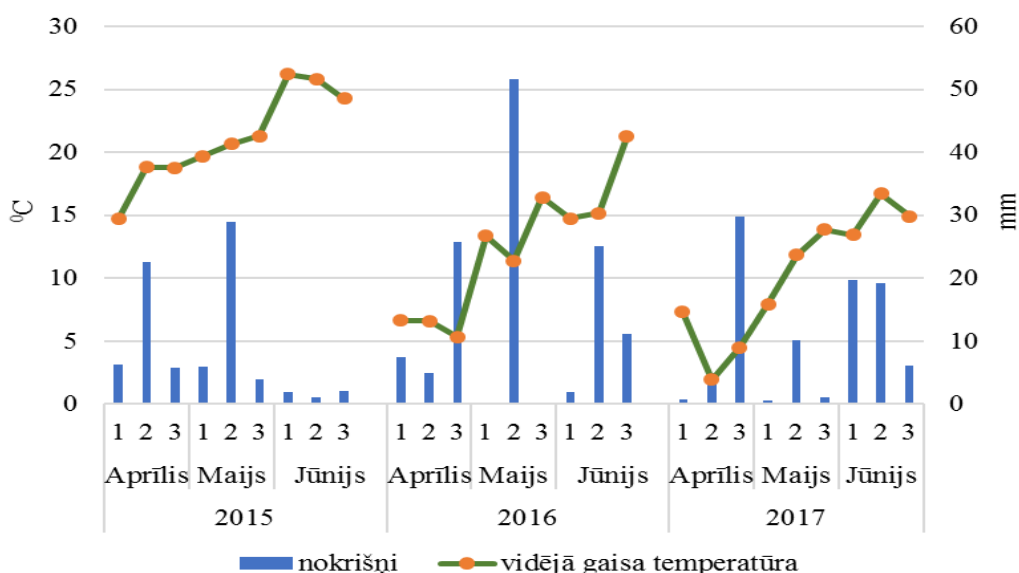
Visā pasaulē sastopamas vairāk nekā 1000 nātru dzimtas sugu (Kavalali, 2003). Latvijā ir atrodamas tikai divas nātru sugas: lielā nātre (*Urtica dioica* L.) un sīkā nātre (*Urtica urens* L.). Lielā nātre ir gandrīz vienīgā nātre, kas tiek izmantota uzturā un medicīniskiem nolūkiem. Nātru lapas ir ļoti labs minerālvielu un vitamīnu avots, jo īpaši C vitamīna un K vitamīna. No minerālelementiem visvairāk nātrēs ir kalcijs, dzelzs, fosfors, kālijs un nātrijs (Adamski, Bieganska, 1980; Kukric *et al.*, 2012; Upton, 2013). Nātres kalpo par vienu no pirmajiem C vitamīna avotiem agrā pavasarī, jo tā visvairāk ir jaunajās nātru lapās (Nencu *et al.*, 2013). Tāpat nātres ir bagātas ar flavonoīdiem, taukskābēm, terpēniem (Upton, 2013).

Lielā nātre ir augs ar senu vēsturi. Nātru audzēšana Eiropā aizsākās 19. gadsimta sākumā. Eiropā, tai skaitā Baltijas valstīs, ir veikti pētījumi par to audzēšanu un izmantošanas iespējām tekstilrūpniecībā (Hartl, Vogl, 2002; Baltina *et al.*, 2012). Kultūraugu ražu visbiežāk nosaka to genotips, vides apstākļi un audzēšanas tehnoloģija (Zhang *et al.*, 2017). Nātru audzēšanai nepieciešamas auglīgas augsnes ar augstu organiskās vielas saturu, bagātas ar barības vielām, jo īpaši slāpekli, un pietiekamu mitruma nodrošinājumu (Vogl, Hartl, 2003). Viena no nātru audzēšanas tehnoloģijām ir audzēšana no sēklām, taču tādā veidā var nākties saskarties ar augstu ģenētisko neviendabīgumu izsētajā materiālā, jo vecākaugi visbiežāk ir heterogēni. Līdz ar to, šādi audzējot, atšķiras ražas ienākšanās laiks un augu kvalitāte. Izlīdzinātu stādījumu var panākt, izmantojot veģetatīvo pavairošanas materiālu – spraudņus (Luna, 2001; Virgilio *et al.*, 2015). Latvijā nātres līdz šim nav plaši kultivētas, it īpaši svaigas ražas ieguvei, lai gan uztura speciālisti iesaka tās kā veselīgu uzturvielu avotu. Jaunās nātru lapas pievieno zupām, salātiem, zaļajiem kokteiļiem, kā arī žāvētā veidā izmanto ziemā.

Pētījuma mērķis bija salīdzināt audzēšanas un ražas vākšanas tehnoloģijas ietekmi uz četriem dažādiem nātru kloniem.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums ierīkots LLU APP “Dārzkopības institūts” Pūres izmēģinājumu laukā 2013. gada rudenī. Pūres pagasta apkārtnē tika ievākti četru dažādu nātru klonu sakneņi, kas iestādīti kultūraugsnē ar diviem pamatmēslojuma variantiem: nemēslots (kontrolē) un mēslots (kūdras – kūtsmēsļu komposts 4 kg m²), 3 m² lielos lauciņos, četros atkārtojumos. Nātru sakneņi stādīti divu rindu slejās, ar 40 cm atstarpēm starp rindām slejā, 80 cm starp sleju centriem un 20 cm starp augiem rindā. 2014. gada pavasarī novēroja dzinumumu veidošanās intensitāti. Aprīļa pirmajā dekādē parādījās pirmās lapiņas, savukārt trešajā dekādē lielākajai daļai dzinumumu jau bija 5–7 lapiņas. Šajā laikā tika veikta dzinumumu uzskaitē. Maija beigās novērtēja, cik labi kloni izaugušies, veicot dzinumumu uzskaiti, un jūnija pirmajā dekādē veica auga garuma mērījumus. Pēc mēneša visi augi tika nogriezti, lai tie neizziedētu. Ražas uzskaitē veikta 2015.–2017. gadā, izmantojot divas dažādas ražas vākšanas shēmas: 1) raža ievākta divas reizes sezonā, kad dzinumumi bija 10–15 cm gari; 2) raža ievākta četras reizes, kad dzinumumi bija < 10 cm gari. Visus trīs gadus pirmā raža ievākta aprīļa otrajā dekādē. Turpmāk intervāls starp ražas vākšanas reizēm bija atkarīgs no laikapstākļiem. Novērots, ka gaisa temperatūra veģetācijas periodā gadu gaitā samazinājās, kas ietekmēja ražas vākšanas laiku. 2015. gadā, kad bija augstāka vidējā gaisa temperatūra un regulāri nokrišņi, arī posmi starp ražas vākšanas laikiem bija īsāki (skat. 1. att., 1. tab.), turpretī 2017. gadā attiecīgi pie zemākas gaisa temperatūras posmi starp ražas vākšanas reizēm bija garāki.



1. att. Meteoroloģiskie apstākļi 2015.–2017. gadā.

Fig. 1. Meteorological conditions 2015 – 2017.

Ik gadu pakāpeniski pieauga periods, kurā veikta ražas uzskaitē. Starp pirmo un trešo gadu šis periods atšķīrās pat vairāk par mēnesi.

1. tabula Table 1

Ražas vākšanas datumi
Dates of yield harvest

Gads / Year	Dzinumu garums < 10 cm / Shoot length < 10 cm				Dzinumu garums 10–15 cm / Shoot length 10–15 cm	
2015.	15.04.	27.04.	07.05.	13.05.	27.04.	13.05.
2016.	13.04.	06.05.	18.05.	07.06.	28.04.	18.05.
2017.	13.04.	5.05.	25.05.	20.06.	05.05.	20.06.

Lai novērtētu klonu morfoloģiskās atšķirības, noteica desmit augu masu, nomērīja dzinumumu garumu un veica produktīvo dzinumumu ražas uzskaiti no lauciņa.

Rezultāti un diskusijas

Pirmajā gadā pēc iestādīšanas raža netika vākta, lai augiem ļautu izaugt. Lai novērtētu klonu atšķirības un mēslošanas ietekmi, pirmajā gadā novērtēta to augšanas intensitāte (2. tab.).

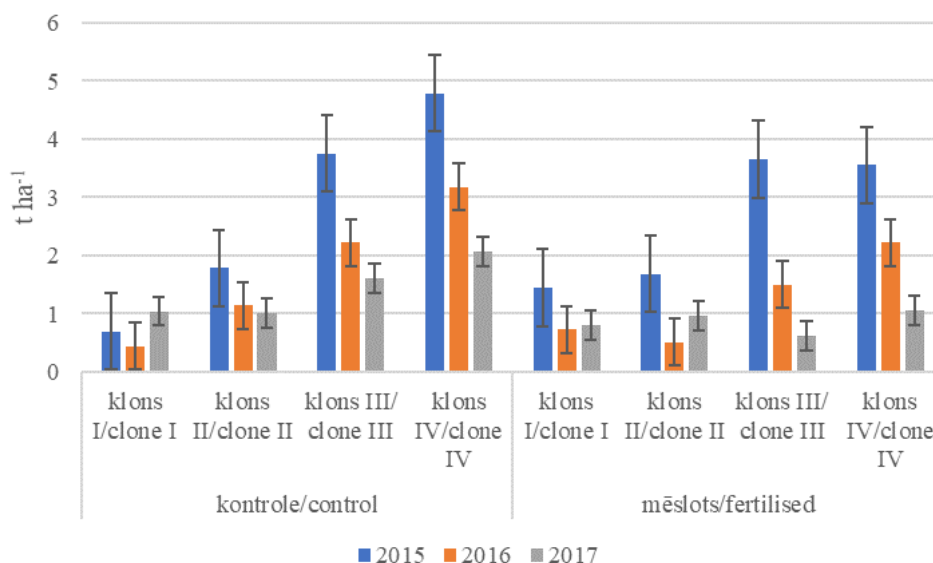
2. tabula *Table 2*

Veģetatīvie parametri 2014. gadā
Vegetative parameters in 2014

Parametrs Parameter	Kontrole / Control				Mēslots / Fertilised			
	klons I clone I	klons II clone II	klons III clone III	klons IV clone IV	klons I clone I	klons II clone II	klons III clone III	klons IV clone IV
Ieaugušo augu skaits / <i>Number of established plants</i>	11	15	14	8	13	15	12	9
Dzinumu skaits lauciņā / <i>Number of shoots per plot</i>	19	22	28	19	20	21	18	15
Auga garums, cm / <i>Plant height, cm</i>	28	27	34	28	31	28	32	27

2014. gada aprīļa trešajā dekādē novērtēja, kā izaugušies rudenī stādītie spraudēni. Lauciņā tika izstādīti 20 spraudēni. Salīdzinot izaugušo augu skaitu lauciņā, tika novērots, ka mēslošana to nav ietekmējusi, taču būtiskas atšķirības bija starp kloniem ($p = 8.11 \times 10^{-8}$). Trešajam klonam dzinumus veidoja mazāk nekā puse spraudēnu. Vislabāk izaugās / veidoja dzinumus otrā klona spraudēni. Vēlāk, maija beigās, veicot atkārtotu dzinumu / augu uzskaiti lauciņā, joprojām būtiskas atšķirības bija novērojamas vien starp kloniem ($p = 4.77 \times 10^{-3}$). Otrajam un ceturtajam klonam pārsvarā no viena sakneņa bija izveidojies viens dzinums, pirmajam klonam bija viens līdz divi dzinumi, bet trešajam klonam pārsvarā divi līdz trīs dzinumi. Mēslotajā variantā bija novērojama tendence veidoties vairāk dzinumiem uz auga. Jūnijā pirmajā dekādē, novērtējot augus pēc garuma, joprojām novēroja būtiskas atšķirības vien starp kloniem ($p = 1.19 \times 10^{-5}$). Zemākie augi bija otrajam un ceturtajam klonam, bet visgarākie – trešajam klonam. Auga garums bija robežās no 27 līdz 34 cm.

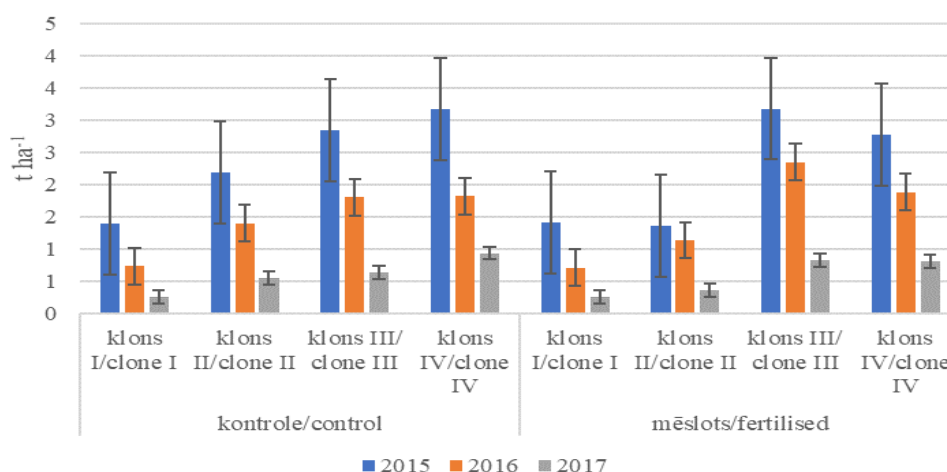
Sākot ar 2015. gadu, raža iegūta trīs gadus, īstenojot divas ražas vākšanas shēmas. Pirmajā gadā nokrišņi bija pietiekami regulāri, vidējā gaisa temperatūra jau no aprīļa sākuma stabili turējās virs 15 grādu atzīmes un pakāpeniski palielinājās laika gaitā, kas veicināja ātrāku nātru augšanu, un ražas vākšanu varēja veikt regulāri ar vienādu intervālu starp ražas vākšanas reizēm. Salīdzinot kopražu pa visu veģetācijas / ražas uzskaites periodu, visos gados novēroja būtiskas atšķirības starp kloniem, bet pēdējā, 2017. gadā, arī starp mēslošanas variantiem bija novērojamas nozīmīgas atšķirības, ja raža ievākta divas reizes sezonā ($p = 0.60 \times 10^{-5}$) (skat. 2. att.).



2. att. **Kopraža, vācot ražu divas reizes sezonā.**
 Fig. 2. Total yield of nettles harvested two times per season.

Raža 2015. gadā būtiski atšķīrās starp kloniem ($p = 1.42 \times 10^{-5}$), tā variēja no 0.7 līdz 4.8 t ha⁻¹. Vislielāko ražu ievāca no trešā un ceturta klona. Pēc gada ražas apjoms samazinājās, un starp kloniem tāpat bija novērojamas būtiskas atšķirības ($p = 1.77 \times 10^{-5}$). Arī šajā gadā saglabājās tendence iegūt augstāku ražu no trešā un ceturta klona. Kopumā raža variēja no 0.44–3.18 t ha⁻¹. Pēdējā ražas uzskaites gadā – 2017. gadā –, lai arī joprojām tika konstatētas būtiskas atšķirības starp kloniem ($p = 0.40 \times 10^{-2}$), atšķirības nebija tik krasas kā abos iepriekšējos gados, un raža variēja no 0.62 līdz 2.07 t ha⁻¹. Skaidri tika novērota tendence, ka, palielinoties stādījuma vecumam, samazinās ražas apjoms. Visizteiktāk tas novērojams pēc pirmā ražošanas gada.

Līdzīgi kā, izmantojot ražas vākšanas tehnoloģiju ar divām ražas vākšanas reizēm, arī griežot četras reizes sezonā mazāka izmēra dzinumus, raža ik gadu pakāpeniski samazinājās (skat. 3. att.).



3. att. **Kopraža, vācot ražu četras reizes sezonā.**
 Fig. 3. Total yield of nettles harvested four times per season.

Pirmajā ražas gadā raža ievērojami atšķīrās starp kloniem ($p = 1.36 \times 10^{-3}$), tā variēja no 1.4 līdz 3.17 t ha⁻¹. Arī 2016. gadā bija vērojamas būtiskas atšķirības starp kloniem ($p = 4.52 \times 10^{-7}$), kad raža variēja no 0.77 līdz 2.35 t ha⁻¹. Savukārt pēdējā ražas gadā tā variēja no 0.26–0.94 t ha⁻¹,

kas joprojām atspoguļoja būtiskas atšķirības starp kloniem ($p = 1.11 \times 10^{-8}$). Nevienā gadā starp mēslošanas variantiem netika novērotas lielas atšķirības. Jāpiebilst, ka Vācijā, īstenojot trīs dažādas mēslošanas sistēmas, augstākā raža sasniegta, izmantojot liellopu vircu un kūsmēslus ($3.2\text{--}4.4 \text{ t ha}^{-1}$) (Ruckebauer *et al.*, 2002). Nav gan ziņots, cik lieli augi tika ievākti. Ļoti iespējams, ka ievākti ziedoši augi, kas paredzēti šķiedras ieguvei. Krasais ražas samazinājums būtu skaidrojams ar faktu, ka pie tik intensīvas augu griešanas augi nespēj līdz nākamajam veģetācijas periodam uzkrāt pietiekami daudz barības vielu, lai intensīvi veidotu spēcīgus dzinumus. Papildu mēslošana netika veikta, kas varēja ietekmēt ražas veidošanās apjomu. Citos pētījumos novērota šāda likumsakarība – jo vairāk gadu gaitā samazinās barības vielu nodrošinājums, jo attiecīgi ik gadu sarūk kultūraugu raža (Mi *et al.*, 2018). Citās publikācijās minēts – tā kā nātres ik gadu saražo lielu apjomu biomasas, liela uzmanība arī jāvērs uz to, lai augiem piegādātu barības vielas, jo īpaši slāpekli, kas sekmē zaļās masas veidošanos (Virgilio *et al.*, 2015). Iegūtie rezultāti vedina uz pieņēmumu, ka intensīvai ražas ieguvei stādījumu vidēji varētu izmantot 3–5 gadus. Liela nozīme ir arī nezāļu izplatībai stādījumā, jo ar laiku tās var nomākt nātres. Lai ieteiktu precīzas rekomendācijas, būtu nepieciešams veikt paplašinātus pētījumus.

Secinājumi

Nātru augšanu un attīstību ietekmē gan meteoroloģiskie apstākļi, gan audzēšanas un ražas vākšanas tehnoloģija. Klonu vidū novērotas būtiskas atšķirības, tāpat raža ievērojami samazinās, pieaugot stādījuma vecumam. Raža no lauciņa bija robežās no 0.3 līdz 4.8 t ha^{-1} .

Izmantotā literatūra

1. Adamski R., Bieganska J. (1980). Studies of chemical substances present in *Urtica dioica* leaves. Part I, Trace elements. *Herba Polonica*, Vol. 26, No. 3, p. 177–180.
2. Baltina I., Lapsa L., Jankausiene Z., Gruzdeviene E. (2012). Nettle fibers as a potential natural raw material for textile in Latvia. *Material Science Textile and Clothing Technology*, Vol. 7, p. 23–27.
3. Hartl A., Vogl C.R. (2002). Dry matter and fiber yields, and the fiber characteristics of five nettle clones (*Urtica dioica* L.) organically grown in Austria for potential textile use. *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol. 17, No. 4, p. 195–200.
4. Kavalali G. (2003). An introduction to *Urtica* (botanical aspects). **In:** Kavalali G. *Urtica: The genus Urtica*, Taylor and Francis (CRC Press), Oxford, UK. p. 1–11.
5. Kukric Z. Z., Topalic-Trivunovic L. N., Kukavica B. M., Matoš S. B., Pavičić S. S., Boroja M. M., Savič A. V. (2012). Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.). *APTEFF*, Vol. 43, p. 259–272.
6. Luna T. (2001). Propagation protocol for stinging nettle (*Urtica dioica*). *Native Plants Journal*, Vol. 2, No. 2, p. 110–111.
7. Mi W., Sun Y., Xia S., Zhao H., Mi W., Brookes P.C., Liu Y., Wu L. (2018). Effect of inorganic fertilizers with organic amendments on soil chemical properties and rice yield in low-productivity paddy soil. *Geoderma*, Vol. 320, p. 23–29.
8. Ruckebauer P., Burstmayr H., Sturtz A. (2002). The stinging nettle: its reintroduction for fibre production. *Interactive European Network for Industrial Crops and their Applications*, No. 15, p. 1–4.
9. Upton R. (2013). Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): extraordinary vegetable medicine. *Journal of Herbal Medicine*, Vol. 3, Issue 1, p. 9–38.
10. Virgilio N., Papazoglou E., Jankauskiene Z., Lonardo S., Praczyk M., Wielgus K. (2015). The potential of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a crop with multiple uses. *Industrial Crops and Products*, Vol. 68, p. 42–49.
11. Vogl C.R., Hartl A. (2003). Production and processing of organically grown fiber nettle (*Urtica dioica* L.) and its potential use in the textile industry: a review. *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol. 18, No. 3, p. 119–128.
12. Zhang W., Yu C., Zhang K., Zhou Y., Tan W., Zhang L., Li Z., Duan L. (2017). Plant growth regulator and its interactions with environment and genotype affect maize optimal plant density and yield. *European Journal of Agronomy*, Vol. 91, p. 34–43.

LOPKOPĪBA

LAUKSAIMNIECĪBAS DZĪVNIEKU ĢĒNU BANKĀ UZKRĀTĀ LATVIJAS TUMŠGALVES AITU BIOMATERIĀLA IZCELSMES UN PRODUKTIVITĀTES VĒRTĒJUMS

EVALUATION OF THE BIOMATERIAL AND PRODUCTIVITY OF THE LATVIAN DARK HEAD SHEEP ORIGIN STOCKPILE IN THE ANIMALS GEN BANK OF AGRICULTURE

Dace Bārzdiņa¹, Daina Kairiņa¹, Iveta Kļaviņa², Andris Bāliņš²

¹LLU LF Dzīvnieku zinātņu institūts, ²LLU Biotehnoloģiju zinātniskā laboratorija
dace.barzdina@llu.lv

Abstract. After joining the European Union, conservation programs for livestock genetic resources were developed and approved in Latvia. 6 animal breeds that were established in Latvia were recognized as endangered, and one of them was Latvian darkheaded sheep (LT). The aim of the study was to evaluate the origin of the accumulated biomaterial of LT breed sheep and breeding rams and their respective productivity ratios. Breeding rams, whose bioproduct was accumulated in the Biotechnology Scientific Laboratory, were culled from flocks at an average age of 6.3 years. The analysed rams were used for breeding of 6,827 sheep, from which 5,232 had been lambing. The average number of lambs from one ewe was 1.6, and average body weight of lambs was 4.0 kg, corrected live weight after 70 days of age - 22.8 kg, the average live weight gain of lambs was 235.9 g. The sheep from which the bioproduct had been stored were kept in flocks for an average of 8.4 years, with an average lambing count of 6.6 times, and average fertility 167.3%. The offsprings of the analysed ewes were born with an average weight of 3.8 kg, their adjusted weight at the age of 70 days was 24.5 kg, and average daily weight gain was 295.2 g.

Key words: genetic resource, Latvian dark head breed, ratio of productivity.

Ievads

Strauji attīstoties lauksaimnieciskajai ražošanai, samazinās dzīvnieku ģenētiskā daudzveidība. Tiek izmantoti augstākā, pēc kvalitātes rādītājiem piemēroti, selekcijas ceļā veidoti augstākā dzīvnieki. Tas ievērojami palielina risku zaudēt dabiskā vidē veidojušos genotipus, kas ilgstošā laika posmā, izejot dabisko izlasi, ir piemērojušies audzēšanai vietējos apstākļos un ir izturīgi pret iespējamiem konkrētās vides izraisītiem stresa apstākļiem (Bhatia, Arora, 2005). Divdesmit procenti no mājdzīvnieku šķirnēm pasaulē tiek klasificētas kā “izzūdošas” (Gizaw, 2008). Vietējo šķirņu aitu audzēšana sekmē lauksaimniecības ekonomisko attīstību, īpaši tajās vietās, kur kultūraugu audzēšana un piena ieguve nav ekonomiski izdevīga.

Pētījuma mērķis bija vērtēt ģēnu bankā uzkrātā Latvijas tumšgalves (LT) šķirnes aitu biomateriāla izcelsmi un aitu produktivitāti.

Materiāli un metodes

Uzsākot ģenētisko resursu saglabāšanas programmas īstenošanu 2004. gadā, biedrības „Latvijas Aitu audzētāju asociācija” speciālisti apsekoja saimniecības, kurās audzēja LT šķirnes aitas. Uz apskates un dokumentu pamata tika apstiprinātas ģenētisko resursu saglabāšanas programmas prasībām atbilstošas 434 LT šķirnes aitas un 17 LT šķirnes teķi. Lauksaimniecībā izmantojamo dzīvnieku ģenētisko resursu raksturojošo ģēnu izpētei 2006. gadā tika izveidota LLU Lauksaimniecības fakultātes molekulārās ģenētikas laboratorija, kas 2017. gadā iekļauta LLU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas sastāvā (laboratorija). Latvijas Zinātnes padomes un Zemkopības ministrijas finansēto projektu ietvaros tika veikta lauksaimniecības dzīvnieku ģenētisko resursu biomateriāla uzkrāšana un daļēja ģēnu izpēte. Projekta „Latvijas mājdzīvnieku ģenētisko resursu izpētei un saglabāšanai” ietvaros 2007. gadā tika apsekotas 25 Latvijas aitu audzēšanas saimniecības, kurās izvēlējās tipiskākās LT šķirnes aprakstam atbilstošas aitas un teķus, no kuriem paņēma asins paraugus DNS iegūšanai. Asinis iepildīja 3 ml vakutaineros, pievienojot stabilizētāju EDTA, lai tās nesarecētu. Asins paraugi tika nogādāti LLU Biotehnoloģiju

zinātniskajā laboratorijā. Kopumā laboratorijā tika glabāts 181 LT šķirnes aitu asiņu paraugs, 35 no tiem ir teķu, kuri dzimuši laika posmā no 2001. līdz 2007. gadam, un 146 aitu, kuras dzimušas no 1995. līdz 2007. gadam. Uzkrāto asiņu izcelsmes un tam atbilstošo aitu un teķu produktivitātes rādītāju analīzei izmantota Lauksaimniecības datu centra datu bāzē uzkrātā informācija.

Dati par aitu māšu un vaislas teķu izcelsmi un produktivitāti tika analizēti pēc dzīvnieku asinības, izveidojot trīs aitu māšu un divas teķu grupas (1. tab.). Analizējot datu bāzē uzkrāto asins paraugu izcelsmi, noskaidrots, ka 67 bija tīršķirnes aitas (100% LT šķirnes asinība), 28 aitas ar Vācijas melngalves (VM) šķirnes asiņu daļu no 6.25% līdz 25.00%, savukārt 51 aita ar nezināmas (XX) izcelsmes asiņu daļu no 6.25% līdz 50.00%.

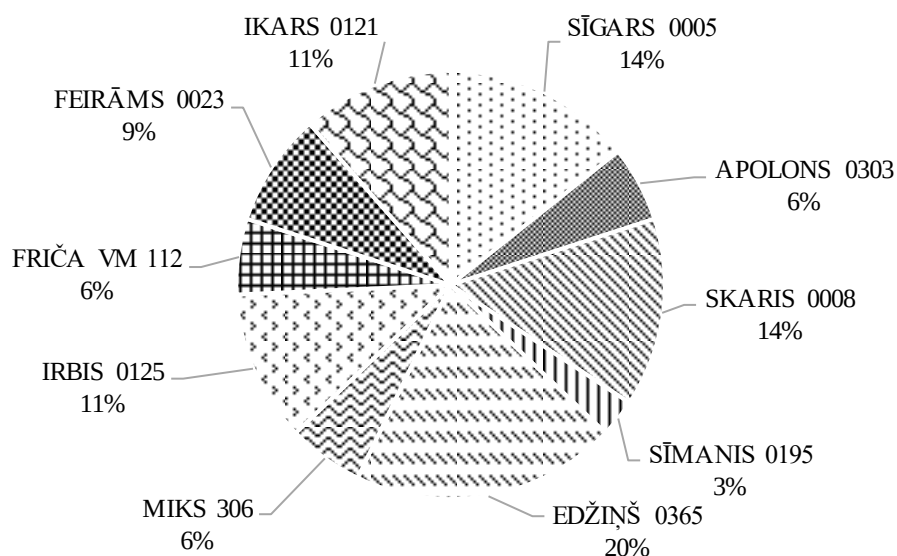
1. tabula Table 1

Pētījuma shēma
The research scheme

Pētījuma grupas / The research groups	Aitu šķirne un tās asins piejaukums / The breed of sheep and his blood adulterant	Dzīvnieku skaits / The number of animals
Aitas / Ewes		
1. kontroles / 1st control	LT 100% / LT 100%	67
2. pētījuma / 2nd research	LT ar VM asiņu piejaukumu no 6.25% līdz 25.00% / LT with VM blood adulterant from 6.25% to 25.00%	28
3. pētījuma / 3rd research	LT ar XX asiņu piejaukumu no 6.25% līdz 50.00% / LT with XX blood adulterant from 6.25% to 50.00%	51
Teķi / Rams		
1. kontroles / 1st control	LT 100% / LT 100%	23
2. pētījuma / 2nd research	LT ar VM ar SL asiņu piejaukumu no 6.25% līdz 25.00% / LT with VM blood adulterant from 6.25% to 25.0%	12

No pētījumā izmantotajiem 35 vaislas teķiem 23 teķi bija Latvijas tumšgalves tīršķirnes, 11 ar VM asiņu daļu no 6.25% līdz 25.00%, savukārt viens – ar 6.25% Somijas landrases (SL) šķirnes asiņu daļu.

Septiņi asins paraugi uzkrāti no tajā laikā plaši pārstāvētās Edžiņa 0365 līnijas teķiem (skat. 1. att.). Šīs līnijas teķi bija maza auguma (zemkājaini), un tie mūsdienās, palielinoties pieprasījumam pēc jēra gaļas, ir kļuvuši nepopulāri saimnieku vidū. Populārākās vaislas teķu līnijas ir Skaris 0008 un Apolons 0302 (Vecvagars, Kairiša, 2018).



1. att. Pētījumā iekļauto vaislas teķu sadalījums pa līnijām, %.

Fig. 1. Distribution of breeding rams included in the research by lines, %.

Laboratorijā no Friča 112 un Mika 306 līnijas teķiem ir uzkrāti 2 asins paraugi. Abas minētās līnijas šī zinātniskā raksta sagatavošanas laikā var uzskatīt par izzudušām, jo saimniecībās šo līniju aitū nav. Vaislas teķu Friča 112 un Feirāma 0023 līnijas ciltstēvi pārstāv Vācijas melngalves šķirni.

Turpmākai datu analīzei tika izmantotas vaislas teķu grupas pēc to asinības. Pētījuma datu analīze veikta, īstenojot datu matemātiskās apstrādes metodes. Aprēķinātas aitū un teķu mūža ilguma, produktivitātes, jēru ieguves, diennakts dzīvmasas pieauguma pazīmju vidējās vērtības un standartklūda. Vidējo vērtību starpību būtiskums noteikts ar t-testu. Starpību būtiskuma apzīmēšanai izmantoti latīņu alfabēta burti, kur a un b norāda uz starpību būtiskumu starp pētījuma grupām, bet A un B – uz starpību starp vienas grupas dažāda dzimuma dzīvniekiem ($p \leq 0.05$).

Rezultāti un diskusijas

Aitkopībā, tāpat kā citās lopkopības nozarēs, liela nozīme ir dzīvnieku izmantošanas ilgumam. Ātra aitū māšu nomaiņa saimniecībās palielina jaunaitū izaudzēšanas izmaksas un samazina ienākumus. Augstāko produktivitāti aitū mātes sasniedz 4. līdz 6. atnešanās reizē (Iman, Slyter, 1996). Pētījumā izmantoto aitū māšu mūža ilguma un produktivitāti raksturojošie rādītāji apkopoti 2. tabulā.

2. tabula Table 2

Aitū māšu vidējais mūža ilgums un produktivitāte
The average lifetime and productivity of ewes

Pētījuma grupas / The research groups	Mūža ilgums, gadi / Lifetime, years	Atnešanās reižu skaits / Lambing time	Auglība, % / Fertility, %
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
1. kontroles / 1st control	8.4±0.23 ^a	6.8±0.24 ^a	166.8±1.34 ^a
2. pētījuma / 2nd research	7.3±0.27 ^b	5.9±0.31 ^b	166.6±2.07 ^a
3. pētījuma / 3rd research	9.0±0.23 ^a	6.6±0.19 ^{ab}	168.8±1.64 ^a
Vidēji / Average	8.4±0.15	6.6±0.14	167.3±1.81

^{a, b} $p \leq 0.05$.

Vidējais aitū māšu mūža ilgumu bija 8.4±0.15 gadi, bet 3. pētījuma grupas aitū mātes turētas ilgāk, vidēji 9.0±0.23 gadi. Krietni jaunākas bija 2. pētījuma grupas aitū mātes, kuras saimniecībās izmantotas 7.3 gadus, kas ir par 1.1 gadu mazāk nekā 1. kontroles un 1.7 gadus mazāk nekā 3. pētījuma grupas aitū mātes ($p < 0.05$). Neraugoties uz to, ka 3. pētījuma grupas aitū mātes saimniecībās izmantotas visilgāk, viņu atnešanās reižu skaits bija vidēji 6.6±0.19 reizes, kas ir par 0.2 mazāks kā kontroles grupas aitū mātēm, kas netieši norāda uz šīs grupas vēlāku aitū aplecināšanas uzsākšanu vai ilgāku starpatnešanās periodu. LT šķirnes ciltsdarba programmā (līdz 2014. gadam) norādīts, ka aitas ieteicams uzsākt izmantot vaislai no 1 līdz 1.5 gada vecumā (Ciltsdarba programma....., 2014). Salīdzinot ar kontroles grupas aitū mātēm, ievērojami mazāks atnešanās reižu skaits fiksēts 2. pētījuma grupas aitū mātēm – vidēji 5.9±0.31 reizes, starpība 0.9 reizes ($p < 0.05$). Aitū māšu vidējā auglība pa grupām būtiski neatšķīrās un veidoja vidēji 167.3±1.81%, kas ir labs rādītājs. Salīdzinājumam pētījuma rezultāti ar Merino aitām – 147.1% (Lee, Atkins, Sladek, 2009) un krustojuma aitām – 180.0% (Leymaster, 2002).

Vaislas teķu mūža ilguma un produktivitātes rādītāji apkopoti 3. tabulā.

3. tabula Table 3

Vaislas teķu vidējais mūža ilgums un produktivitāte
The average lifetime and productivity ratios of breeding rams

Pētījuma grupas / The research groups	Mūža ilgums, gadi / Lifetime, years	Aplecināto aitū māšu skaits / Number of mated ewes	Atnesušos aitū māšu skaits / Number of lambd ewes	Lecināšanas rezultāts, % / The result of the mating, %
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$			$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
1. kontroles / 1st control	6.1±0.49 ^a	5051	3702	73.3±2.38 ^a
2. pētījuma / 2nd research	6.8±0.53 ^a	1776	1530	86.2±2.38 ^b
Kopā/Vidēji / Total/Average	6.3±0.37	6827	5232	79.8±1.78

^{a, b} $p \leq 0.05$.

Saimniecībās izmantoto vaislas teķu vidējais mūža ilgums bija 6.3 ± 0.37 gadi, kas ir vidēji par diviem gadiem mazāks salīdzinājumā ar aitū mātēm. Tas skaidrojams ar faktu, ka mazos aitū ganāmpulkos, lai izvairītos no tuvradnieciskās pārošanas, teķi tiek ātrāk izslēgti, un to vietā iegādāti jauni. Par 0.7 gadiem ilgāk izmantoti 2. pētījuma grupas vaislas teķi. Vidējais rezultatīvais rādītājs – $86.2 \pm 2.38\%$ atnesušos aitū māšu.

Viens no svarīgākajiem ekonomiskajiem rādītājiem saimniecībās ir jēru ieguve un dzīvmasas pieaugums noteiktā laika periodā. Aitū māšu pēcnācēju dzīvmasa piedzimstot un 70 dienu vecumā apkopota 4. tabulā. Aitū māšu izmantošanas laikā iegūti 1606 jēri, no tiem 764 teķi un 842 aitas. Lielākais skaits teķu un aitū (368 un 398) iegūts no 1. kontroles grupas aitū mātēm. Tas skaidrojams ar saimnieku izvēli audzēt tīršķirnes aitas. Krietni mazāka dzīvmasa, abu dzimumu jēriem piedzimstot, bija 3. pētījuma grupas aitū mātēm, respektīvi, aitām ar XX asiņu daļu, ko varam uzskatīt par vecā tipa aitū mātēm. Lielākā vidējā dzīvmasa pie dzimšanas bija 2. pētījuma grupas aitū māšu pēcnācējiem (4.0 ± 0.05 un 3.8 ± 0.06 kg), kam par iemeslu kalpo VM asiņu daļas klātbūtne. VM šķirnes teķi tika izmantoti ganāmpulkos ar mērķi uzlabot LT šķirnes aitū māšu ātraudzību un lielumu.

4. tabula Table 4

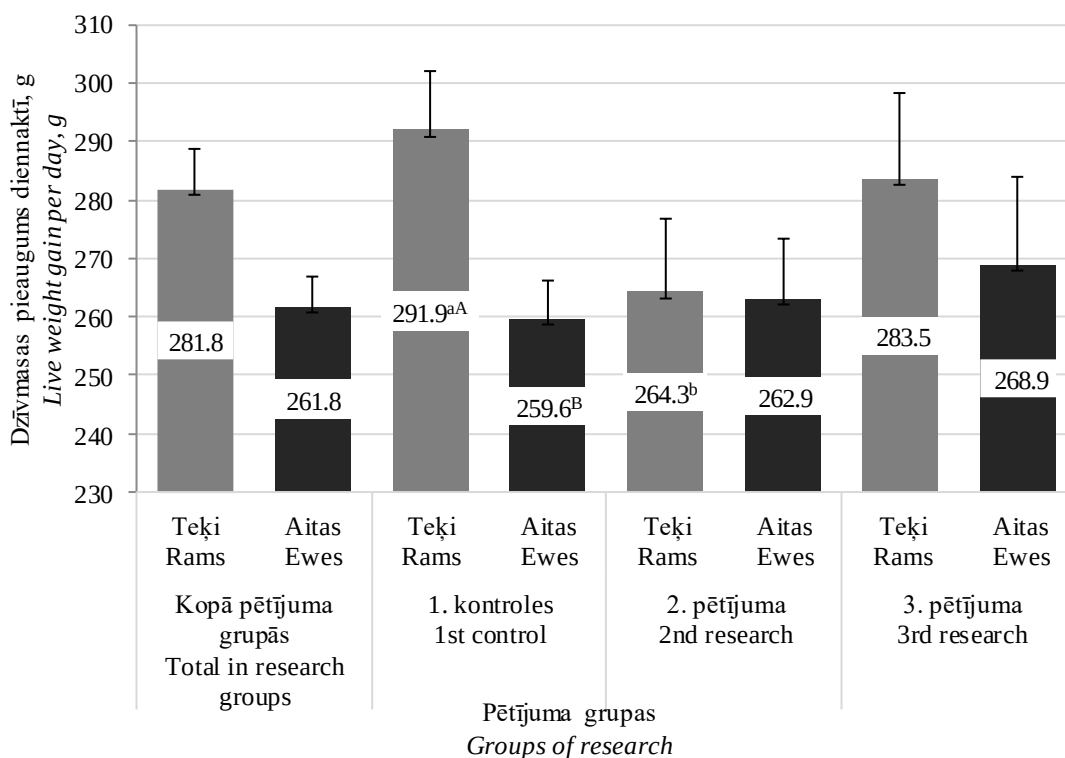
Aitū māšu pēcnācēju ieguve un dzīvmasa
Lamb production and live weight of ewes

Pētījuma grupas / The research groups	Skaits / Number		Dzimšanas masa, kg / Live weight at birth, kg		Koriģētā dzīvmasa 70 dienu vecumā, kg / Live weight corrected to 70 days of age, kg	
	teķi/ rams	aitas/ ewes	teķi/ rams	aitas/ ewes	teķi/ rams	aitas/ ewes
			$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
1. kontroles / 1st control	368	398	3.9 ± 0.04^{aA}	3.7 ± 0.04^{aB}	24.0 ± 0.74^{aA}	21.8 ± 0.46^{aB}
2. pētījuma / 2nd research	134	137	4.0 ± 0.05^{bA}	3.8 ± 0.06^{aB}	23.1 ± 0.79^{aA}	22.1 ± 0.72^{aA}
3. pētījuma / 3rd research	262	307	3.5 ± 0.05^{aA}	3.4 ± 0.05^{bA}	23.4 ± 1.02^{aA}	22.4 ± 0.99^{aA}
Kopā/Vidēji / Total/Average	764	842	3.8 ± 0.03	3.6 ± 0.03	23.6 ± 0.48	22.0 ± 0.36

a; b; A; B $p \leq 0.05$.

Jēru koriģētā dzīvmasa 70 dienu vecumā pa grupām bija izlīdzināta un atšķīrās tikai pa dzimumiem. Teķu grupā lielākā dzīvmasa iegūta kontroles grupas aitū mātēm – vidēji 24.0 kg. Līdzīgus rezultātus uzrādīja ārzemju autoru pētījums ar Somijas landrases aitām (Ercanbrack, Knight, 1985;). Tika novērotas būtiskas atšķirības dzimšanas dzīvmasā un jēru koriģētā dzīvmasā 70 dienu vecumā starp pētījuma grupām un starp dzimumiem pētāmajās grupās ($p < 0.05$).

Būtisks dzīvmasas rādītājs ir dzīvmasas pieaugums diennaktī, kas atspoguļo dzīvnieka augšanas tempu konkrētā laika periodā. Aitū māšu pēcnācēju vidējais dzīvmasas pieaugums diennaktī līdz atšķiršanai apkopots 2. attēlā.



a;b;A;B $p \leq 0.05$.

2. att. Aitu māšu pēcnācēju vidējais dzīvības pieaugums diennaktī līdz atšķiršanai, g.

Fig. 2. The average live weight gain of the ewes' offsprings to weaning, g.

Ievērojami lielāku vidējo dzīvības pieaugumu diennaktī uzrādīja 1. kontroles grupas aitū māšu vīriešu kārtas pēcnācēji – 291.9 g, kas būtiski atšķiras no dzīvības pieauguma diennaktī 2. pētījuma grupas aitū māšu vīriešu kārtas pēcnācējiem ($p \leq 0.05$). Starp abu dzimumu aitū māšu pēcnācēju dzīvības pieaugumu diennaktī 1. kontroles grupā tika novērotas būtiskas atšķirības (291.9 un 259.6 g) ($p < 0.05$).

Vaislas teķu jēru ieguve un dzīvmasa apkopota 5. tabulā.

5. tabula Table 5

Vaislas teķu pēcnācēju ieguve un to dzimšanas masa
The production of offspring and their birth weight of breeding ram

Pētījuma grupas / The research groups	Skaitis / Number	Skaitis uz vienu teķi / Per ram	Ieguve uz vienu atnesušos aitu māti / Production per lambing ewe	Dzimšanas masa, kg / Live weight at birth, kg	
				teķi / rams	aitas / ewes
			$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
1. kontroles / 1st control	5793	252	1.6±0.03	4.1±0.06	3.9±0.06
2. pētījuma / 2nd research	2292	191	1.5±0.04	4.0±0.09	3.9±0.09
Kopā/Vidēji / Total/Average	8085	-	1.6±0.02	4.1±0.05	3.9±0.05

Lielākais jēru skaits tika iegūts no 1. kontroles grupas 100% LT šķirnes vaislas teķiem (5793 jēri). Svarīgs rādītājs, novērtējot vaislas teķa produktivitāti, ir jēru ieguve uz vienu atnesušos aitū māti, tas vidēji veidoja 1.6±0.02 jērus no aitū mātes, un abās šajās grupās konkrētais rādītājs būtiski neatšķiras. Ievērojamas atšķirības netika konstatētas arī dzimšanas masas rādītājā starp pētījuma grupas vaislas teķu pēcnācējiem.

Secinājumi

Laboratorijā uzkrāts biomateriāls no aitu mātēm un vaislas teķiem, kuri bija dzimuši laika periodā no 1995. līdz 2007. gadam. Aitu māšu mūža ilgums vidēji bija 8.4 un vaislas teķu 6.3 gadi. Aitu māšu vidējā auglība veidoja 167.3%.

Uzlabojot Latvijas tumšgalves tīršķirnes ģenētisko potenciālu, varam sagaidīt no dzīvniekiem un to pēcnācējiem augstus produktivitātes un dzīvības rādītājus, ko apstiprina šajā pētījumā analizētie dati.

Izmantotā literatūra

1. Bhatia S, Arora R. (2005). Biodiversity and conservation of Indian sheep genetic resources. *Journal of Animal Science*, Vol. 18, No. 10, p. 1387–1402.
2. Ciltsdarba programma Latvijas tumšgalves aitu šķirnei (2014). *Lauksaimniecības datu centrs*. [Tiešsaiste] [skatīts 22.02.2019.]. Pieejams:
http://www ldc.gov.lv/upload/doc/LT_ciltsdarba_programma_2014_un_tuvakai_perspektivei2.pdf
3. Ercanbrack S. K., Knight A. D. (1985). Lifetime (seven years) production of 1/4 and 1/2 Finnish landrace ewes from Rambouillet, Targhee and Columbia dams under range conditions. *Journal of Animal Science*, Vol. 61, No. 1, p. 66–77.
4. Gizaw S. (2008). *Sheep Resources of Ethiopia*. Genetic diversity and breeding strategy, Wageningen University, The Netherlands, p. 145.
5. Iman N. Y., Slyter A. L. (1996). Lifetime Lamb and Wool Production of Targhee or Finn-Dorset-Targhee Ewes Managed as Farm or Range Flock. *Journal of Animal Science*, Vol. 74, p. 1757–1764.
6. Lee G. J., Atkins K. D., Sladek M. A. (2009). Genetic parameters for lifetime reproductive performance of Merino ewes. *In: Proceeding of Animal Breeding Genetics conference*, Vol. 18, p. 382–385.
7. Leymaster K. A. (2002). Fundamental aspects of crossbreeding of sheep: use of breed diversity to improve efficiency of meat production. *Sheep and goat research journal*, Vol. 17, No. 3, p. 50–59.
8. Vecvagars J., Kairiša D. (2018). Latvijas tumšgalves šķirnes aitu populācijas struktūra. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*, Zinātniski praktiskās konferences raksti (2018. g. 22. febr.), LLU, Jelgava, 64.–68. lpp.

LAUKSAIMNIECĪBAS DZĪVNIEKU GĒNU BANKĀ IEKĻAUTO LATVIJAS ŠĶIRNES ZIRGU IZVĒRTĒJUMS

EVALUATION OF LATVIAN WARMBLOOD BREED HORSES INCLUDED IN THE AGRICULTURAL ANIMAL GENE BANK

Iveta Kļaviņa^{1,2}, Laine Orbidāne¹, Anna Veidemane¹, Andris Bāliņš²

¹LLU LF Dzīvnieku zinātņu institūts, ²LLU Biotehnoloģiju zinātniskā laboratorija, Molekulārās
bioloģijas un mikrobioloģijas nodaļa
iveta.klavina@llu.lv

Abstract. The collection and research of biological material of farm animal genetic resources, including the Latvian Warmblood horses, were started in 2008 at the Latvia University of Life Sciences and Technologies. Biological material of 162 Latvian Warmblood breed horses has been collected until December 31, 2018, of which 147 animals met the requirements of Latvian Heavy Warmblood (LHWB) horses. As the primary task of the genebank is to participate in preservation of local endangered breeds, the study only examines data on LHWB horses. The horses included in the genebank represent 12 LHWB sire lines. Lines of Gaidis Lb574 (22 animals), Spekonis Lsb100 (16), Flagmanis Lb703 (15), Ammon Old7 (12) and Günter 308H (12) are more widely represented. More than two-thirds of horses included in the genebank are mares (107 animals). By the end of 2018, 55 of them have died or been exported, 26 of them are in active reproductive age (up to 20 years) and 25 are over 20 years old. Biological material of 32 stallions is stored in the genebank, 21 stallions are certified for use in breeding, but more than a half of them (11 animals) have died or been exported by the end of 2018. Other 10 breeding stallions are between 11 and 18 years old. The conformation values show that the population of LHWB is best represented by horses belonging to Spekonis Lsb100 line, while measurements – horses belonging to Ammon Old7, Flagmanis Lb704 and Gaidis Lb576 lines.

Key words: gene bank, local endangered breeds, Latvian Heavy Warmblood.

Ievads

Latvijas Republika (LR), parakstot 1992. gada Riodežaneiro Konvenciju par bioloģisko daudzveidību, ir uzņēmusies atbildību par vietējo apdraudēto šķirņu un grupu saglabāšanu valstī. Viens no pasākumiem šķirņu saglabāšanā ir dzīvnieku bioloģiskā materiāla uzkrāšana, izpēte un nepieciešamības gadījumā izmantošana šķirņu atjaunošanai. LR šī funkcija deleģēta Lauksaimniecības dzīvnieku un vietējo šķirņu mājas (istabas) dzīvnieku gēnu bankai, kuru uztur Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Vietējo apdraudēto šķirņu statuss LR sākotnēji piešķirts sešām lauksaimniecības dzīvnieku šķirnēm, tai skaitā Latvijas šķirnes braucamā tipa zirgiem.

Lauksaimniecības dzīvnieku bioloģiskais materiāls, sākot no 2008. gada, uzkrāts Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) Lauksaimniecības fakultātes (LF) Molekulārās ģenētikas pētījumu laboratorijā. Kopš 2016. gada paraugu uzkrāšana un izpēte turpinās LLU Biotehnoloģiju zinātniskās laboratorijas Molekulārās bioloģijas un mikrobioloģijas nodaļā. Latvijas šķirnes zirgu bioloģiskā materiāla (asins un DNS paraugu) vākšana, uzglabāšana un ģenētiskā izpēte uzsākta 2008. gadā. Paraugi ievākti arī 2009., 2010. un 2016. gadā.

Pētījuma mērķis ir izvērtēt gēnu bankā līdz 2018. gada 31. decembrim iekļautos Latvijas šķirnes braucamā tipa zirgus, veidojot pamatojumu turpmākai gēnu bankas papildināšanai.

Materiāli un metodes

2018. gada beigās gēnu bankā bija uzkrāts 162 Latvijas šķirnes zirgu bioloģiskais materiāls, 147 dzīvnieki no tiem atbilst Latvijas šķirnes braucamā tipa prasībām. Tā kā viens no gēnu bankas pamatuzdevumiem ir veicināt vietējo apdraudēto šķirņu dzīvnieku saglabāšanu, turpmākajā analizē iekļauti dati tikai par braucamā tipa zirgiem.

Gēnu bankā iekļauto zirgu raksturošanai noskaidrots to dzimuma un vecuma sadalījums, to piederība ģealoģiskajām līnijām. Ģealoģisko līniju ietvaros noteikti zirgu eksterjera vērtējumu un izmēru vidējie rādītāji. Aprēķini veikti līnijām ar vismaz pieciem dzīvniekiem tajās. Populācijas

vidējo rādītāju aprēķinos izmantoti dati par zirgiem, kas iekļauti 2014. gadā veiktajā braucamā tipa populācijas izpētē.

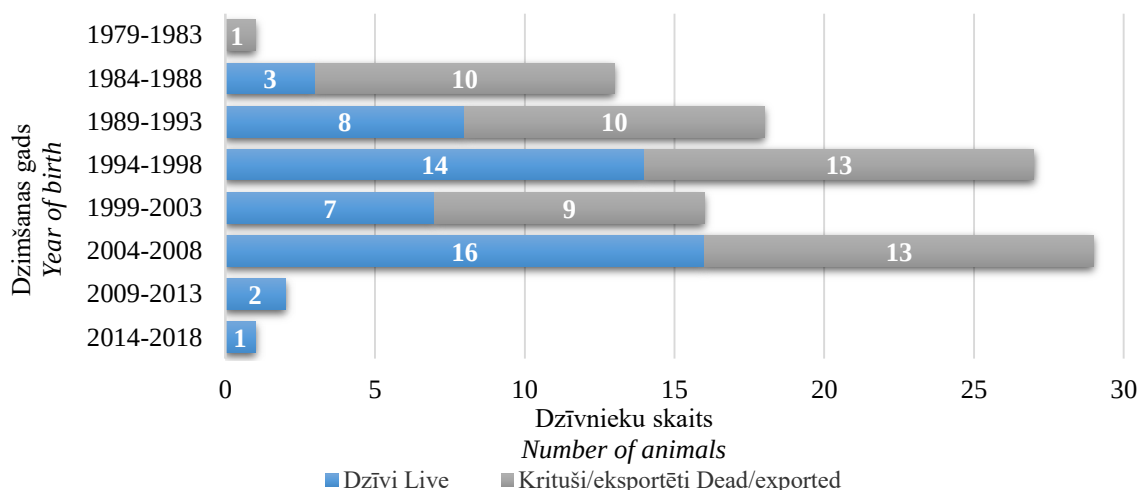
Analīzei izmantoti Lauksaimniecības dzīvnieku un vietējo šķirņu mājas (istabas) dzīvnieku gēnu bankas datubāzē, šķirnes zirgu audzētāju organizācijās un Latvijas šķirnes zirgu publiskajā datubāzē pieejamie dati. Datu apstrāde veikta programmās „MS Excel” un „R”. Vidējo vērtējumu atšķirību būtiskums starp dažādu līniju pārstāvjiem noteikts, izmantojot vienfaktora dispersijas analīzi, nozīmīgākās atšķirības apzīmējot ar dažādiem alfabēta burtiem ($p < 0.05$).

Rezultāti un diskusijas

Gēnu bankā iekļautie braucamā tipa zirgi pārstāv 12 Latvijas šķirnes ģenealogiskās līnijas: Ammon Old7, Banko Old51, Flagmaņa Lb703, Gaida Lb574, Günter 308H, Juvela, Kru-Kru Old56, Markgrāfa Old77, Māda Lsb164, Redžinalda Lb320, Siego Old66, Spēkoņa Lsb100, taču sastopami arī citu šķirņu līniju dzīvnieki. Plašāk pārstāvētās ir Gaida Lb574 (22 dzīvnieki), Spēkoņa Lsb100 (16), Flagmaņa Lb703 (15), Ammon Old7 (12) un Günter 308H (12) līnijas.

Latvijas šķirnes braucamā tipa zirgu populācijā visplašāk pārstāvētā ir Spēkoņa Lsb100 līnija. Gēnu bankā pārstāvēti ērzeļi tikai no viena Spēkoņa līnijas zars – Strādnieka Lb675. Iepriekš ir pētīta līnijas veidošanās trijos zaros, no kuriem Strādnieka zars ir visplašāk pārstāvēts vaislas ērzeļu sastāvā un nav apdraudēts. Lai saglabātu ģenētisko daudzveidību līnijas ietvaros, ieteikts audzēšanu turpināt trīs zaros, no kuriem mazāk pārstāvēts ir Sēļa Lb443 zars (Orbidane et al., 2014^a). Tā kā gēnu bankā Spēkoņa Lsb100 līnija pārstāvēta salīdzinoši maz, papildinot to, ieteicams aptvert visus līnijai raksturīgos zarus, izlasot no populācijas augstvērtīgākos dzīvniekus, kas parādījuši labākos snieguma pārbaudes rezultātus.

Izvērtējot gēnu bankā iekļauto Latvijas šķirnes braucamā tipa zirgu vecuma un dzimuma sadalījumu, konstatēts, ka vairāk nekā divas trešdaļas no tiem ir ķēves (107 dzīvnieki). 2018. gada beigās 55 no tām ir kritušas vai eksportētas (1. att.). Aktīvā reproduktīvajā vecumā (līdz 20 gadiem) ir 26 ķēves, lielākā daļa no tām (16 dzīvnieki) ir vecumā no 11 līdz 15 gadiem. Savukārt 25 ķēves ir vecākas par 20 gadiem, trīs no tām pārsniedz 30 gadu vecumu. Tātad gandrīz pusei no gēnu bankā iekļautajām dzīvajām ķēvēm potenciāls atražot kumeļus ir samazināts. Gēnu bankā tiek uzglabāts 40 vīriešu dzimuma dzīvnieku – 32 ērzeļu un 8 kastrētu zirgu – bioloģiskais materiāls. Vairāk nekā puse no tiem (27 dzīvnieki) 2018. gada 31. decembrī ir krituši vai eksportēti. Lielākā daļa no ērzeļiem (21) ir sertificēti izmantošanai vaislā, no tiem dzīvi 2018. gada beigās ir 10 ērzeļi vecumā no 11 līdz 18 gadiem.



1. att. Gēnu bankā iekļauto Latvijas šķirnes braucamā tipa ķēvju sadalījums vecuma klasēs.

Fig. 1. Age distribution of Latvian Heavy Warmblood mares.

Gēnu bankā iekļauto braucamā tipa zirgu kvalitātes izvērtēšanai analizēti to eksterjera rādītāju vidējie vērtējumi un vidējie izmēri pa ģenealogiskajām līnijām.

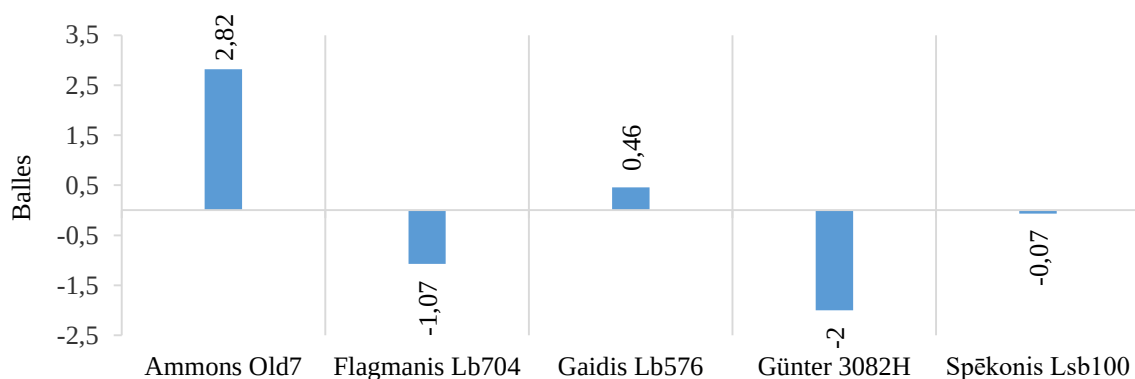
Izvērtējot plašāk pārstāvētās līnijas, augstākais eksterjera kopējais novērtējums, 53.77 ± 1.15 balles, konstatēts zirgiem, kas pārstāv Ammona Old7 līniju, zemākais – zirgiem, kuri pārstāv Kru-Kru Old56 līniju (49.58 ± 1.47), taču šīs atšķirības vērtējumā nav būtiskas (1. tab.). Analizējot eksterjera rādītājus atsevišķi, zemākās vidējās vērtības novēro priekškāju un pakaļkāju vērtējumiem, īpaši Günter 3082H (6.83 ± 0.20 ; 6.72 ± 0.34), Kru-Kru Old56 (6.25 ± 0.31) un Flagmaņa Lb704 (7.03 ± 0.17 ; 6.93 ± 0.15) līnijās, kā arī gaitu precizitātei. Kaut arī Kru-Kru Old56 līnijas pārstāvjiem, kas iekļauti gēnu bankā, pakaļkāju vērtējums ir zemāks nekā citās analizētajās līnijās, vieni no augstākajiem pēcnācēju vidējiem pakaļkāju vērtējumiem konstatēti Kru-Kru Old56 līnijas ērzeliem Kingstons (7.67 ± 0.33) (Orbidāne u.c., 2017), kura tēvs Kangars L1403 iekļauts gēnu bankā. Kingstons šobrīd ir vienīgais sertificētais līnijas turpinātājs.

1. tabula Table 1

Gēnu bankā iekļauto zirgu eksterjera vērtējums pa ģenealoģiskajām līnijām
Conformation values of horses included in gene bank by sire lines

Ģenealoģiskā līnija / Sire line	Zirgu skaits / Number of horses, No.	Eksterjera rādītāju vidējais vērtējums, ballēs Average values of conformation, scores $\bar{x} \pm S_x$							
		tips / type	ķermeņa līnija / topline	ķermeņa platums / width of body	priekškājas / forelegs	pakaļkājas / hindlegs	gaitu precizitāte / movement correctness	temperaments / temperament	kopā / total
Ammons Old7	11	8.14 ± 0.23	7.50 ± 0.24	8.27 ± 0.24	7.36 ± 0.28	7.27 ± 0.24	7.09 ± 0.21	8.14 ± 0.23	53.77 ± 1.15
Flagmanis Lb704	14	7.43 ± 0.25	7.21 ± 0.19	7.29 ± 0.19	7.00 ± 0.23	6.79 ± 0.24	6.93 ± 0.20	7.86 ± 0.10	50.50 ± 1.03
Gaidis Lb576	19	7.66 ± 0.18	7.45 ± 0.14	7.95 ± 0.21	7.22 ± 0.21	7.23 ± 0.16	7.00 ± 0.15	7.95 ± 0.21	52.46 ± 0.83
Günter 3082H	9	7.89 ± 0.11	7.44 ± 0.18	8.28 ± 0.34	6.83 ± 0.20	6.78 ± 0.15	6.72 ± 0.34	8.06 ± 0.06	52.00 ± 0.49
Kru-Kru Old56	6	7.50 ± 0.22	7.58 ± 0.33	7.17 ± 0.38	6.25 ± 0.31	6.42 ± 0.33	7.17 ± 0.31	7.50 ± 0.34	49.58 ± 1.47
Mādis Lsb164	5	8.20 ± 0.49	7.40 ± 0.40	7.90 ± 0.64	7.20 ± 0.49	7.00 ± 0.55	7.60 ± 0.40	7.80 ± 0.37	53.10 ± 3.04
Spēkonis Lsb100	15	7.74 ± 0.19	7.16 ± 0.23	7.76 ± 0.24	7.03 ± 0.17	6.93 ± 0.15	6.93 ± 0.19	7.73 ± 0.12	51.27 ± 0.67

Iepriekšējos pētījumos noskaidrots, ka ērzēļa Saparda, kurš iekļauts gēnu bankā, un Kingstona pēcnācējiem raksturīgs augsts vidējais gaitu precizitātes vērtējums, šai pazīmei ir salīdzinoši augsts vidējais vērtējums arī Kru-Kru līnijas pārstāvjiem gēnu bankā (7.17 ± 0.31). Latvijas šķirnes braucamā tipa ērzēļu pēcnācēju grupās vidējais gaitu precizitātes vērtējums svārstās no 6.4 līdz 7.6 ballēm, savukārt Kingstonam vidējais pēcnācēju vērtējums sasniedz 7.3 ± 0.33 , Sapardam – 7.3 ± 0.17 (Orbidāne, Jonkus, 2016). No šajā pētījumā analizētajām līnijām gēnu bankas pārstāvjiem augstākais gaitu precizitātes vērtējums konstatēts Māda līnijā (7.60 ± 0.40).



2. att. Gēnu bankā iekļauto zirgu eksterjera kopējā vērtējuma salīdzinājums ar Latvija šķirnes braucamā tipa populācijas vidējo rādītāju pa genealoģiskajām līnijām.

Fig. 2. Comparison of average conformation values of horses included in the genebank and population of Latvian Heavy Warmblood by genealogical lines.

Lai noskaidrotu, cik labi gēnu bankā iekļautie zirgi pārstāv Latvijas šķirnes braucamā tipa zirgu populāciju, salīdzināts abu grupu vidējais eksterjera kopējais novērtējums pa genealoģiskajām līnijām (2. att.). Visprecīzāk braucamā tipa populāciju pārstāv gēnu bankā iekļautie zirgi no Spēkoņa LSB100 līnijas, savukārt Flagmaņa LB704 un Günter 3082H līnijas pārstāv dzīvnieki, kuru eksterjera vērtējums ir zemāks, kamēr Ammona Old7 līniju – dzīvnieki ar augstāku eksterjera novērtējumu nekā raksturīgi šīm līnijām vidēji populācijā.

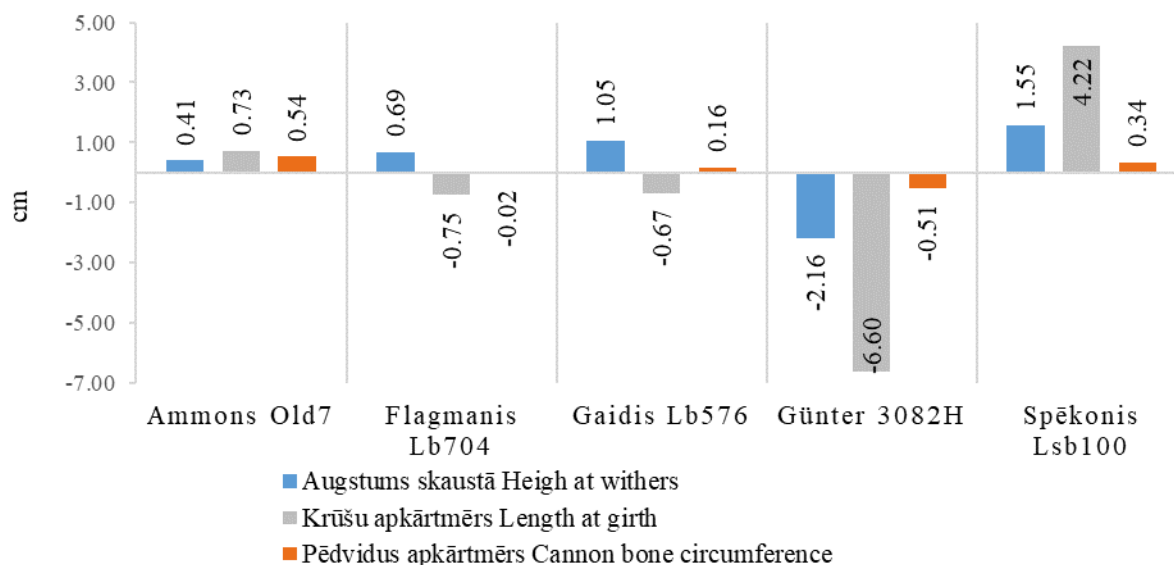
2. tabula Table 2

Gēnu bankā iekļauto zirgu izmēri pa genealoģiskajām līnijām Measurements of horses included in the genebank by sire lines

Genealoģiskā līnija / Sire line	Zirgu skaits / Number of horses, No.	Izmēru vidējās vērtības, cm / Average values of measurements, cm		
		$\bar{x} \pm S_x$		
		augstums skaustā / height at withers	krūšu apkārtmērs / length at girth	pēdvidus apkārtmērs / cannon bone circumference
Ammons Old7	11	168.27±1.40	204.73±1.62	23.32±0.31 ^a
Flagmanis Lb704	15	165.33±0.70	196.00±2.28	22.03±0.19 ^b
Gaidis Lb576	21	166.05±0.99	203.24±2.24	22.93±0.18 ^{ab}
Günter 3082H	12	165.75±2.01	199.92±5.37	22.54±0.44 ^{ab}
Kru-Kru Old56	8	164.00±1.92	199.00±5.11	23.63±0.36 ^a
Mādis Lsb164	5	165.20±2.22	202.20±3.72	22.50±0.42 ^{ab}
Spēkonis Lsb100	15	166.00±0.74	202.20±1.43	22.87±0.18 ^{ab}

a;b – pazīmes ar dažādiem augšrakstiem (alfabēta burtiem) būtiski atšķiras starp ērzu pēcnācējiem ($p < 0.05$).

Analizējot gēnu bankā iekļauto zirgu izmērus, skaustā augstākie (168.27±1.40 un 166.05±0.99) zirgi ar lielāko krūšu apkārtmēru (204.73±1.62 un 166.05±0.99) pieder Ammona Old7 un Gaida Lb576 līnijām (2.tab.), savukārt populācijā šie izmēri no pētītajām līnijām augstāki ir Günter 3082H radniecīgajā grupā (167.91±1.54; 206.52±3.253) (Orbidāne u.c., 2014^b). Lielākais pēdvidus apkārtmērs (23.63±0.36) novērojams pie Günter 3082H līnijas piederošiem zirgiem, kuri augumā ir salīdzinoši mazāki un ar šaurāku krūšu kurvi. Pētot Latvijas šķirnes braucamo tipu, noskaidrots, ka braucamais tips saglabā raksturīgos izmērus divdesmit gadu periodā bez būtiskām izmaiņām (Veidemane, Jonkus, 2018^a).



3. att. Gēnu bankā iekļauto zirgu vidējo izmēru salīdzinājums ar Latvijas šķirnes braucamā tipa populācijas vidējiem rādītājiem pa ģeoloģiskajām līnijām.

Fig. 3. Comparison of average measurements of horses included in the genebank and population of Latvian Heavy Warmblood by genealogical lines.

Vidējie izmēri Latvijas zirgu šķirnes braucamā tipa vaislas ērzeļiem populācijā (167.0 ± 4.5 ; 201.2 ± 9.2 ; 23.7 ± 1.2) ir augstāki nekā Spēkoņa līnijas vaisliniekiem (166.3 ± 1.2 ; 195.7 ± 1.7 ; 23.2 ± 0.3), abu dzimumu pārstāvjiem līnijā kopumā (164.45 ± 0.68 ; 197.98 ± 1.20 ; 22.53 ± 0.14) un gēnu bankā iekļautajiem Spēkoņa līnijas abu dzimumu pārstāvjiem (166.00 ± 0.74 ; 202.20 ± 1.43 ; 22.87 ± 0.18) (Orbidāne u.c., 2014^b; Veidemane, Jonkus, 2018^b).

Salīdzinot gēnu bankā iekļauto zirgu vidējos izmērus ar populācijas vidējiem izmēriem pa ģeoloģiskajām līnijām, redzams, ka salīdzinoši precīzāk Latvijas šķirnes braucamā tipa populāciju pārstāv gēnu bankā iekļautie zirgi no Ammona Old7, Flagmaņa Lb704 un Gaida Lb576 līnijām (3. att.). Günter 3082H līniju pārstāv dzīvnieki, kuru izmēri ir mazāki nekā vidēji populācijā, savukārt Spēkoņa Lsb100 līniju – lielāki dzīvnieki nekā vidēji populācijā.

Secinājumi

Gēnu bankā iekļautie Latvijas šķirnes braucamā tipa zirgi pārstāv 12 šķirnes ģeoloģiskās līnijas, plašāk pārstāvētas ir Gaida Lb574, Spēkoņa Lsb100, Flagmaņa Lb703, Ammon Old7 un Günter 308H līnija.

Gēnu bankā uzkrāts 107 braucamā tipa ķēvju un 40 vīriešu dzimuma dzīvnieku bioloģiskais materiāls. 2018. gada 31. decembrī 55 no ķēvēm ir kritušas vai eksportētas, 26 ir aktīvajā reproduktīvajā vecumā (līdz 20 gadiem) un 25 pārsniedz 20 gadu vecumu. No 32 ērzeļiem 21 ir sertificēts izmantošanai vaislā, 11 no tiem ir krituši vai eksportēti, 10 ir vecumā no 11 līdz 18 gadiem.

Pēc eksterjera rādītāju vērtējuma Latvijas šķirnes braucamā tipa populāciju vislabāk pārstāv gēnu bankā iekļautie zirgi no Spēkoņa Lsb100 līnijas, savukārt, balstoties uz izmēriem, – no Ammona Old7, Flagmaņa Lb704 un Gaida Lb576 līnijas.

Izvēloties dzīvniekus turpmākai gēnu bankas papildināšanai, jāpievērš uzmanība to izcelsmei (piederībai raksturīgajām braucamā tipa ērzeļu līnijām, ķēvju ģimenēm), eksterjera rādītāju novērtējuma un snieguma pārbaužu rezultātiem, izlasot no populācijas augstvērtīgākos dzīvniekus, nodrošinot tipam raksturīgās ģenētiskās daudzveidības saglabāšanu šķirnē.

Izmantotā literatūra

1. Orbidāne L., Jonkus J., Rozītis G. (2014^a). The conformation of Latvian warmblood carriage type stallions of Spekonis sire line and their progeny. *In: Gyvulininkystė: Lietuvos sveikatos mokslų universitetas (LSMU), Gyvulininkystės institutas mokslo darbai*, – Vol. 62, p. 3–13.

2. Orbidāne L., Puriņa Dz., Baufalse I., Harčevska L., Luse A. (2014^b). *Latvijas šķirnes braucamā tipa zirgu populācija*. Rēzekne: Latvijas Šķirnes zirgu audzētāju asociācija, 172. lpp.
3. Orbidāne L., Jonkus D. (2016). Aktuālo Latvijas siltasiņu šķirnes braucamā tipa ērzeļu pēcnācēju gaitu precizitātes vērtējuma analīze. **No:** *Lauksaimniecības zinātne nozares attīstībai*: LLU LF zinātniskā semināra rakstu krājums, Jelgava: LLU, 44.–47. lpp.
4. Orbidāne L., Kļaviņa I., Veidemane A., Jonkus D. (2017). Latvijas siltasiņu braucamā tipa vaislas ērzeļu pēcnācēju priekškāju un pakājkāju eksterjera kvalitātes analīze. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB, LLMZA Zinātniski praktiskās konferences raksti, Jelgava: LLU, 135.–139. lpp.
5. Veidemane A., Jonkus D. (2018^a). Latvijas šķirnes sporta un braucamā tipa vaislas ķēvju izmēru analīze 25 gadu periodā (1988–2013). **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB, LLMZA Zinātniski praktiskās konferences raksti, Jelgava: LLU, 69.–73. lpp.
6. Veidemane A., Jonkus D. (2018^b). Analysis of measurements of Latvian warmblood and Latvian heavy warmblood sires. **In:** *Research for Rural Development*, proceedings of International conference, Jelgava, Latvia, 16–18 May, 2018, Vol. 2, p. 119–124.

LATVIJAS ARDEŅU ZIRGU ŠĶIRNES POPULĀCIJAS ANALĪZE THE POPULATION ANALYSIS OF LATVIAN ARDENNE HORSE BREED

Laine Orbidāne

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Dzīvnieku zinātņu institūts

laineorbidane@inbox.lv

Abstract. *The Latvian Ardennes is an endangered draft horse breed historically bred in Latvia. The main criteria for the admission of the horses to the breeding programme for preservation of breed were the type of horses and origin (including pedigree information). The aim of the study was to analyse phenotypic traits, adequacy to the type and the implementation of the breeding programme. The number of Latvian Ardennes is critical – only four licensed stallions and 14 mares conformed to preservation. The data consist of the following measurements: height at withers, chest circumference and cannon bone circumference, performance testing results in points. The most characteristic conformation traits of Latvian Ardennes are a massive body, proportional head, sloped croup, conceived back line. Average measurements of stallions admitted to the breeding programme were 157.25±6.4 cm for the height at withers, 213.75±5.54 cm for the chest circumference, 25.63±1.03 cm for the cannon bone circumference, boniness index 16.31±0.47%, the massivity index 136.47±5.73%. Average measurements of stallions admitted to the breeding programme were 157.25±6.4 cm for the height at withers, 213.75±5.54 cm for the chest circumference, 25.63±1.03 cm for the cannon bone circumference, the boniness index 16.31±0.47%, the massivity index 136.47±5.73%. Average measurements of mares were 155.85±5.37 cm for the height at withers, 211.31±7.04 cm for the chest circumference, 23.76±0.37 cm for the cannon bone circumference, the boniness index 15.23±0.17%, the massivity index 134.89±0.96%. In general, the population conformed to requirements of the breeding programme. The phenotype was uneven in population because performance testing results and the height at withers were significantly higher in the progeny group of the sire Maksis ($p<0.05$). The progeny of Maksis in population was 28%.*

Key words: *The Latvian Ardennes, endangered breed, draft horses.*

Ievads

Vietējā apdraudētā Latvijas ardeņu zirgu šķirne tiek saglabāta Latvijas ardeņu zirgu šķirnes saglabāšanas programmas 2016.–2026. gadam ietvaros, kur noteikts mērķis atjaunot apdraudētu, Latvijā izveidotu zirgu šķirni kā kultūrvēsturisku vērtību un veicināt interesi par šīs šķirnes audzēšanu un daudzveidīgu izmantošanu atbilstoši mūsdienu prasībām. 2019. gadā uzsākta dzīvnieku reģistrēšana ciltsgrāmatā.

Uzskatāms, ka vezumnieku šķirne Latvijā apstiprināta 1937. gadā. Latvijas ardenis vēsturiski veidots labdabīgs, mierīgs un nosvērts, barības ziņā pieticīgs, ar labām darba spējām un lielu fizisko spēku. Šķirnei zaudējot tautsaimniecisko nozīmi, zirgu skaits šķirnē samazinājies kritiski. Mūsdienās Latvijas ardeņu šķirnes zirgu saglabāšanai un populācijas atjaunošanai, mērķtiecīgi palielinot dzīvnieku skaitu, ir vēsturiska un kultūras interese. Balstoties uz ārvalstu pieredzi vietējas nozīmes šķirņu izmantošanā, var prognozēt, ka šķirnes izmantošanas virzieni būs universāli – ar sev piemītošo labdabīgo raksturu un mierīgumu ardenis piemērots tūrismam, izjādēm un vizināšanai pajūgā, kā arī jauno jātnieku sākotnējai apmācībai.

Tā kā gandrīz nav atrodami Latvijas ardeņu šķirnes zirgi ar izcelsmi apliecinātiem dokumentiem, galvenais kritērijs programmas īstenošanai piemērotu dzīvnieku izlasei ir izteikts vezumnieku tips, dzimšanas vieta un informācija par dzīvnieka priekštečiem. Iekļaušanai programmā, zirgus vērtē šķirnes zirgu audzēšanas biedrības izvēlētu zirgu vērtētāju komisija. Ierobežotais dzīvnieku skaits populācijā ietekmē datu ticamību, ļaujot izvirzīt secinājumus par sākotnējās populācijas raksturojumu, uzsākot Latvijas ardeņu zirgu šķirnes saglabāšanu. Ņemot vērā mazo dzīvnieku skaitu, ir nozīmīgi saprast, vai populācija ir vientipiska un kādas fenotipiskās īpašības tai ir raksturīgas, kas tiks pārmantotas nākamajās paaudzēs.

Pētījuma mērķis ir analizēt Latvijas ardeņu zirgu šķirnes saglabāšanas programmā iekļauto zirgu raksturīgās fenotipiskās pazīmes, atbilstību tipam un piemērotību programmas īstenošanai.

Materiāli un metodes

Kopumā par atbilstošām Latvijas ardeņu saglabāšanas programmas realizācijai atzītas 14 dažāda vecuma ķēves un 4 ērzeļi.

Saskaņā ar Latvijas ardeņu zirgu šķirnes saglabāšanas programmu zirga atbilstību šķirnei nosaka divi kritēriji – 1) tips un 2) izcelsme. Tipu un izcelsmi vērtē pēc 10 baļļu skalas. Vaislas dzīvnieku kvalitāti nosaka – 1) temperamenta un labdabīguma vērtējums; 2) priekškāju un pakalkāju kvalitātes vērtējums; 3) ķermeņa platuma vērtējums; 4) gaitu kvalitāte. Katru kritēriju vērtē pēc 10 baļļu skalas, summējot kopā ar tipa un izcelsmes vērtējumu – kopumā 6 atzīmes. Maksimālo vērtējumu veido 60 balles. Vērtēšanas lapā tiek fiksēti zirga izmēri, kā arī vārdisks zirga eksterjera un darbaspēju pazīmju apraksts.

No iegūtajiem izmēriem zirgiem aprēķināti ķermeņa indeksi – skeleta (kaulotības) indekss SI (1. formula) un masīvuma indekss MI (2. formula), kurus izsaka procentos kā divu izmēru attiecību:

$$SI = \frac{PA}{SA} \times 100, \quad (1)$$

$$MI = \frac{KA}{SA} \times 100, \quad (2)$$

kur SI – skeleta (kaulotības) indekss, %;
MI – masīvuma indekss, %;
SA – skausta augstums, cm;
PA – pēdvidus apkārtmērs, cm;
KA – krūšu apkārtmērs, cm.

Datu apstrāde veikta ar „IBM SPSS Statistics 20” un „Microsoft Excel”. Aprēķinātas Latvijas ardeņu zirgu šķirnes saglabāšanas programmā iekļauto zirgu snieguma pārbaudē iegūto datu vidējās vērtības un dispersija, ar vienfaktoru dispersijas analīzi veikta ērzeļu un ķēvju vērtējumu un izmēru salīdzināšana, kā arī kopējās populācijas un vaislas ērzeļa Makša vērtējumu un izmēru salīdzināšana. Analizētas pazīmes pēc vārdiskā pazīmju apraksta – konstitūcija, labdabīgums, temperaments, galvas forma, kakla garums, kakla stāvoklis, skausta augstums, skausta garums, muguras garums, muguras līnija, jostas garums, krustu slīpums, krustu garums, krustu forma, nosakot pazīmju atzīmēšanas biežumu ar „Descriptive statistics – Frequencies”. Tāpat aprēķinātas korelācijas starp vērtējumiem un mērījumiem.

Rezultāti un diskusijas

Programmas ietvaros 2018. gadā iegūts pirmais Latvijas ardeņu šķirnes kumeļš, kā arī aplecinātas vairākas ķēves. 2017. gadā veikta trīs vaislas ērzeļu sertifikācija, 2018. gadā – viena vaislas ērzeļa sertifikācija.

1. tabula *Table 1*

Saglabāšanas programmā iekļauto Latvijas ardeņu šķirnes zirgu snieguma pārbaudē vidējās vērtības, ballēs

Average performance testing results of Latvian Ardenne horses admitted to the breeding programme, in points

Grupa / Group	Skaits / Number	Tips / Type	Izcelsme / Origin/pedigree	Temperaments / Temperament	Priekškājas un pakalkājas / Limbs	Ķermeņa platums / Width of body	Gaitu kvalitāte / Quality of gaits
Ērzeļi / Stallions	4	8.50±0.29	7.00±0.71	7.75±0.75	8.00±0.00	9.00±0.41	7.50±0.29
Ķēves / Mares	14	7.77±0.23	7.77±0.27	8.46±0.35	7.23±0.34	8.50±0.18	7.15±0.15

Pētījumā analizētas Latvijas ardeņu saglabāšanas programmā iekļauto zirgu eksterjera pazīmes. Latvijas ardeņu šķirnes zirgiem ar atzīmi 10 baļļu skalā ir novērtēts tips, izcelsme,

temperaments, kāju kvalitāte, ķermeņa platums un darbaspējas (Latvijas ardeņu..., 2016). Kā redzams 1. tabulā, gandrīz visos parametros, izņemot temperamenta vērtējumu, ērzeļiem ir augstāki vidējie rādītāji. Nevienā no pazīmēm atšķirība starp dzimuma grupām nav būtiska ($p < 0.05$).

Aprēķinot sešu pazīmju kopsummu, ērzeļiem kopējais vērtējums sasniedz vidēji 47.74 ± 1.93 , ķēvēm – 46.31 ± 0.94 , atšķirība starp dzimumiem nav būtiska ($p < 0.05$). Korelācija starp tipa vērtējumu ballēs un pēdvidus apkārtmēru ir 0.57. Korelācija starp tipu un kāju eksterjera kvalitātes vērtējumu – 0.70.

Daļa zirgu uzņemti saglabāšanas programmā bez zināmas izcelšanās vai ar daļēji zināmu izcelšanos, balstoties uz tipu un dzimšanas vietu (Orbidāne *et al.*, 2014). 28% no zirgiem ir pēcnācēji tūršķirnes vaislas ērzelim Maksim, no kura kopumā izdevies atražot septiņus pēcnācējus, kritis 2015. gadā. Lecināšanas sertifikātu saņēmuši trīs Maksim neradniecīgi ērzeļi, vaislas sastāvā iekļauts viens Makša dēls. Konstatēta būtiska atšķirība vidējai vērtējumu summai starp Makša pēcnācējiem ($n=5$) un pārējiem zirgiem ($p < 0.05$), attiecīgi 46.25 ± 3.04 Makša pēcnācējiem un 38.17 ± 0.80 pārējiem saglabāšanas programmā iekļautajiem zirgiem. Augstākie vērtējumi Makša pēcnācēju grupā ir saņemti par tipu, izcelsmi, temperamentu un kāju eksterjera kvalitāti. Ņemot vērā turpmākajā audzēšanas darbā iespējamo inbrīdīngā risku, turpmākajos gados rūpīgi jāveido pāru atlase populācijā, no Makša un tā dēla pēcnācējiem veidojot kvalitatīvu pamatganāmpulku, kura uzlabošanai vēlāk būs nepieciešams izmantot uzlabotājšķirnes vaislas ērzeļus, neradot ģenētisko eroziju populācijā. Ļoti inbrīdētās šķirnēs nepieciešams izvēlēties konkrētai ķēvju grupai atbilstošu vaislinieku, kā arī ieteicams izmantot vaislas dzīvniekus ar zemiem reprodutīvajiem rādītājiem (Kjollerström *et al.*, 2015).

Noteikti ērzeļu un ķēvju vidējie izmēri. Pastāv būtiska atšķirība ($p < 0.05$) starp Makša pēcnācēju un pārējās populācijas augstumu skaustā (160.40 ± 0.98 un 154.31 ± 1.46).

2. tabula Table 2

Saglabāšanas programmā iekļauto Latvijas ardeņu šķirnes zirgu vidējie izmēri

Average measurements of Ardenne horses admitted to the breeding programme

Grupa / Group	Skaits / Number	Augstums skaustā / Height at withers		Krūšu apkārtmērs / Chest circumference		Pēdvidus apkārtmērs / Cannon bone circumference	
		cm	V %	cm	V %	cm	V %
Ērzeļi / Stallions	4	157.25 ± 3.20	6.40	213.75 ± 5.54	11.09	25.63 ± 0.52	1.03
Ķēves / Mares	14	155.85 ± 1.49	5.37	211.31 ± 1.95	7.04	23.76 ± 0.37	1.36

Salīdzinot ar siltasiņu zirgu šķirnēm, Latvijas ardeņiem ir zemāks augstums skaustā, lielāks krūšu un pēdvidus apkārtmērs. Salīdzinoši Latvijas siltasiņu šķirnes sporta tipa ērzeļiem augstums skaustā sasniedz vidēji 169.7 ± 3.6 cm, krūšu apkārtmērs 195.8 ± 6.1 cm, pēdvidus apkārtmērs 22.3 ± 0.9 cm, bet braucamā tipa ērzeļiem 167.0 ± 4.5 cm; 201.2 ± 9.2 cm; 23.7 ± 1.2 cm (Veidemane, Jonkus, 2018^b).

Augstums skaustā Latvijas siltasiņu zirgu šķirnes sporta tipa ķēvēm veidoja vidēji 166.9 ± 4.1 cm un braucamā tipa ķēvēm – 166.1 ± 4.3 cm (Veidemane, Jonkus, 2018^a), vairāk par 10 cm pārsniedzot Latvijas ardeņu šķirnes ķēvju vidējo augstumu.

Saglabāšanas programmā noteikts, ka tipa vērtējums samazināms zirgiem ar skausta augstumu mazāku par 150 cm un lielāku par 162 cm. Līdzīgi noteikts arī zviedru ardeņu audzēšanas programmā, kur minēts, ka vaislas ērzeļiem sertifikācijā ar skausta augstumu zem 153 cm un virs 165 cm tipiskuma vērtējums tiek samazināts uz vērtējumu ne vairāk par 7 ballēm (Avelsföreningen..., 2018).

Konstatēta būtiska atšķirība ($p < 0.05$) starp ķēvju pēdvidus apkārtmēru un vaislas ērzeļu pēdvidus apkārtmēru, kas norāda zirgu kaulotību (2. tab.). Skeleta indekss raksturo zirgu tipu, kas atspoguļo pēdvidus apkārtmēra attiecību pret augstumu skaustā. Skeleta indekss populācijā ir $15.47 \pm 0.19\%$, masīvuma indekss – $135.19 \pm 1.36\%$. Ķēvju indeksi ir zemāki nekā ērzeļu indeksi. Skeleta indekss ķēvēm veido $15.23 \pm 0.17\%$, ērzeļiem – $16.31 \pm 0.47\%$. Masīvuma indeksa atšķirības ir mazākas – ķēvēm $134.89 \pm 0.96\%$, ērzeļiem – $136.47 \pm 5.73\%$. Tomēr pastāv atšķirība salīdzinājumā ar siltasiņu zirgu šķirnēm. Latvijas siltasiņu zirgu šķirnes sporta tipa ērzeļiem skeleta

indekss ir $13.1 \pm 0.5\%$, masīvuma indekss $115.4 \pm 3.3\%$, savukārt braucamā tipa ērzeļiem $14.2 \pm 0.6\%$ un $120.5 \pm 5.4\%$ (Veidemane, 2018).

Pēc pazīmju vārdiskā apraksta zirgu vērtēšanas lapās noteikts, ka 66.7% no vērtētajiem zirgiem ir ar izteiktu vezumnieku tipu, 55.6% ar irdenu konstitūciju, 27.8% – ar sausu konstitūciju. Labdabīgs temperaments konstatēts 88.9% zirgu, no tiem 61.1% tas raksturots kā mierīgs un nosvērts, savukārt 27.8% zirgu piemīt kustīgs temperaments. Lielākoties visiem zirgiem konstatēta proporcionāla galva, retāk – liela. Kakla garums vairumā gadījumu atzīmēts kā vidēji garš ar augstu pieslēgumu (55.6%). Lielas atšķirības bija atzīmētajam skausta garumam un augstumam, kur populācijā vērojams liels nevientipiskums un dažādu citu šķirņu iezīmes. 44.4% zirgu skausts atzīmēts kā īss, arī vidēji augsts.

Mugura 61.1% gadījumu atzīmēta kā vidēja, 88.9% gadījumu – ieliekta, kas ir tipiski vezumnieku šķirņu zirgiem. Jostas garums vairumam zirgu raksturots kā vidējs.

Populācijas analīzē noteikts, ka 94.4% zirgu raksturīgi slīpi vai paslīpi krusti, gari vai vidēji gari, nereti šķelti.

Secinājumi

Latvijas ardeņu šķirnes zirgs ir neliela auguma, masīvs, ar labi attīstītu skeletu, izteiktu vezumnieku tipu, irdenu konstitūciju. Ērzeļiem raksturīgi augstāki skausta augstuma, krūšu apkārtmēra un pēdvidus mērījumi. Saglabāšanas programmā iekļautajiem zirgiem novērots labdabīgs, mierīgs temperaments, retāk – kustīgs. Lielākajai daļai zirgu populācijā ir ieliekta mugura un slīpi krusti, kas ir tipiskas vezumnieku šķirņu zirgu pazīmes.

Kopumā populācija vērtējama kā nevientipiska, ņemot vērā, ka pastāv būtiska atšķirība starp ērzeļa Makša pēcnācēju augstumu skaustā un kopējo vērtējumu. Plašāk pārstāvētā ērzeļa Makša pēcnācēji ir kvalitatīvākie, ar ievērojami lielāku augstumu skaustā un augstāku vidējo snieguma pārbaudes rezultātu. Skausta augstums šajā grupā tuvojas ciltsdarba programmā norādītajam maksimālajam augstumam skaustā. Lai gan programmā nav norādīts, ka Latvijas ardeņu šķirnes zirgs ir neliels, ērzeļa Makša pēcnācēji tomēr uzskatāmi par labākajiem saglabājamās šķirnes pārstāvjiem, kam raksturīga stipra uzbūve, pareizi veidotas kājas, labas saites. Kopumā populācija atbilst ciltsdarba programmas prasībām.

Turpmākajā šķirnes saglabāšanas darbā liela uzmanība pievēršama pāru atlasei inbrīdinga novēršanai, jo kritiski mazā populācijā ceturtdaļa visu potenciālo vaislas dzīvnieku pieder vienai līnijai un ir tuvi radniecīgi.

Izmantotā literatūra

1. Avelsföreningen för Svenska Ardennerhästen hinstreglemente. (2018). [Tiešsaiste][skatīts 20.02.2019.]. Pieejams: <https://www.ardennerforeningen.nu/wp-content/uploads/Hinstreglemente-2018.pdf>
2. Kjollerström H.J., Gama L.T., Oom M.M. (2015). Impact of inbreeding on fitness-related traits in the highly threatened Sorraia horse breed. *Livestock Science*, Vol.180, p.84–89.
3. Latvijas ardeņu zirgu šķirnes saglabāšanas programma no 2016. gada līdz 2026. gadam. (2016). [Tiešsaiste][skatīts 20.02.2019.]. Pieejams: <http://lszaa.lv/wp-content/uploads/2016/06/Latvijas-Ardena-saglabasanas-programma.pdf>
4. Orbidāne L., Jonkus D., Rozītis G. (2014). The possibility of conserving the Latvian Ardenne horse breed. *In: XVII Baltic Animal Breeding Conference*, Tallinn, Estonia, 17–18 September, 2014, p. 32.
5. Veidemane A., Jonkus D. (2018^a). Latvijas šķirnes sporta un braucamā tipa vaislas ķēvju izmēru analīze 25 gadu periodā (1988–2013). *No: Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB, LLMZA Zinātniski praktiskās konferences raksti, Jelgava: LLU, 69.–73. lpp.
6. Veidemane A., Jonkus D. (2018^b). Analysis of measurements of Latvian warmblood and Latvian heavy warmblood sires. *In: Research for Rural Development. Proceedings of International conference*: Jelgava, Latvia, 16–18 May, 2018, Vol. 2, p. 119–124.

LATVIJAS TUMŠGALVES ŠĶIRNES TEĶU PĀRBAUDES REZULTĀTI PĒC PĒCNĀCĒJU KVALITĀTES 2018. GADĀ

RESULTS OF LATVIA DARKHEAD BREED RAMS TESTING ACCORDING TO OFFSPRING QUALITY IN 2018

Jānis Vecvagars, Daina Kairiša
LLU LF Dzīvnieku zinātņu institūts
daina.kairisa@llu.lv

Abstract. The quantity of Latvia Darkhead breed sheep herds has increased in recent years, so demand for quality breeding rams is increasing. Testing of breeding rams according to the quality of the offspring was conducted in the ram control fattening station “Klimpas”, the Latvia sheep breeders’ association, in Jeri parish, Rūjiena municipality. The study evaluated 19 breeding rams from seven approved Latvia Darkhead ram lines. Accordingly, breeding rams by Scrapie genotype R1 genotype was for seven rams, R2 was for nine rams, and R3 genotype was for three rams. The Edzins 0365, Skaris 0008 and Irbis 0125 lines breeding rams obtained 2.1 – 2.2 lambs in lambing per ewe on average. The highest birth weight was 4.56 ± 0.358 kg for Simanis 0195 line and 4.30 ± 0.174 kg for Edzins 0365 line lambs. The fattening period was carried out for an average period of 70 days; during fattening lambs achieved 350.2 ± 7.85 g d⁻¹ of daily body gain on average. During the fattening period the highest daily weight gain was obtained by Simanis 0195 line ram progeny, which was 407.8 ± 21.43 g d⁻¹ on average, and the lowest daily weight gain was obtained by Edzins 0365 line lambs, it was 324.5 ± 16.14 g d⁻¹ on average. The study concluded that the breeding rams of the lines Irbis 0125, Edzins 0365 and Skaris 0008 were suitable according to the number of lambs in the litter. The best results for lamb weight gain were recorded for Irbis 0125 and Simanis 0195 lines sires. The body mass of lambs significantly increased due to the development of muscles in meat ($r_p=0.44$).

Key words: breed, ram, offspring, ram lines, genotype.

Ievads

Pēc pēcnācēju kvalitātes novērtēti vaislas teķi ir efektīvi izmantojami pāru atlasē, konkrētu saimnieciski derīgu īpašību, tādu kā auglība, ātraudzība, liemeņa kvalitāte, uzlabošanai. Latvijas tumšgalves šķirnes aitū ganāmpulku izkopšanai izmanto pēc pēcnācēju kvalitātes pārbaudītus, ieteicams Skrepi rezistentus vai selekcijai vēlama genotipa vaislas teķus. Teķu pārbaude tiek veikta kontrolnobaršanas stacijā „Klimpas”, kas atrodas Jeru pagastā, Rūjienas novadā (57°50'58.8''N 25°19'39.6''E). Ārvalstu pētnieku publicētie rezultāti liecina, ka dažādu līniju Tekselas šķirnes vaisliniekiem bija ievērojami atšķirīgs pēcnācēju skaits metienā, jēru dzimšanas dzīvmasa un dzīvmasa 100 dienu vecumā (Štolc, Ptáček, Stádník *et al.*, 2011).

Pētījuma mērķis – noskaidrot pārbaudes laikā, pēc pēcnācēju nobarošanas rezultātiem novērtēto dažādu līniju Latvijas tumšgalves šķirnes vaislas teķu kvalitāti.

Materiāli un metodes

Pētījumā izmantoti 17 vaislas teķu pēcnācēji. Četrpadsmit teķi bija piedzimuši divu, bet trīs teķi trīs jēru metienā. Visiem teķiem, uzsākot izmantošanu vaislai, noteikts Skrepi genotips, kas izteikts slimības ģenētiskās noturības jeb riska grupās: rezistentais genotips – ALRR/ALRR (R1), selekcijai vēlamais – ALRR/ALRQ (R2) un neitrālais – ALRQ/ALRQ (R3). Deviņiem pētījumā izmantotajiem teķiem bija selekcijai vēlamais R2 Skrepi genotips, bet septiņiem – Skrepi rezistentais R1 genotips. R3 Skrepi genotips bija vienam Edžiņa 0365 līnijas teķim. Ciltsdarba programma paredz iespēju skaitliski mazā aitū populācijā jēru ieguvei izmantot vaisliniekus arī ar R3 genotipu (Ciltsdarba programma Latvijas ..., 2014).

Pētījumā izmantoto vaislas teķu 64 vīrieškārtas pēcnācēji (turpmāk tekstā – jēri) iepirkti un ievietoti kontrolnobaršanas stacijā vidēji 85 dienu vecumā ar vidējo dzīvmasu 23.0 kg. Pirms kontrolnobaršanas jēriem piemērots 10 dienu ilgš adaptācijas periods. Kontrolnobaršanas laikā jēri turēti mītnē pa četriem vienā grupā, jēriem neierobežoti izēdināts kultivēto zālāju siens un

kombinētā spēkbarība, svaigs dzeramais ūdens nodrošināts no nipeļa tipa dzirdnēm neierobežotā daudzumā.

Pētījuma grupu salīdzināšanai izmantoti dati par jēru skaitu metienā un dzīvmasu piedzimstot, dzīvmasas pieaugumu diennaktī līdz iepirkšanai no saimniecībām un kontrolnobarošanas periodā, jēru koriģēto dzīvmasu 70 dienu (atbilst ciltstarba programmā noteiktajam vērtēšanas vecumam) un 165 dienu vecumā (atbilst vidējam jēru vecumam nobarošanas beigās).

Datu apstrādē lietota datorprogramma „MS Excel”, vidējo rezultātu salīdzināšanai pētījuma grupās izmantots t-tests, bet pazīmju savstarpējo sakarību analīzei – korelācijas koeficients. Ar dažādiem alfabēta burtiem augšrakstā atzīmētās vidējās vērtības būtiski atšķiras ($p < 0.05$).

Rezultāti un diskusijas

Pētījumā izmantotie vaislinieki pieder piecām Latvijas tumšgalves šķirnes teķu līnijām: Apolona 0302, Irbja 0125, Skara 0008, Sīmaņa 0195 un Edžiņa 0365. Vairāk pārstāvēta bija Apolona 0302 līnija – tajā iekļauti pieci vaislas teķi, pa četriem teķiem bija Irbja 0125 un Skara 0008 līnijās. Pētnieki Vecvagars un Kairiša, veicot LT aitu šķirnes ģeoloģiskā sastāva analīzi, secināja, ka LT šķirnē vairāk pārstāvētas ir Apolona 0302 un Skara 0008 teķu līnijas (Vecvagars, Kairiša, 2018).

Stacijā nobarotie jēri bija dzimuši vidēji divu jēru metienā (1. tab.).

1. tabula Table 1

Pētīto līniju vaislinieku pēcnācēju skaits metienā
Number of lamb per litter by ram line

Teķa līnija / Ram line	Jēru skaits / Number of lamb	Dzimuši metienā / Litter size		
		viens / single	divi / twins	trīs / triplets
Apolons 0302	19	3	15	1
Edžiņš 0365	8	1	5	2
Irbis 0125	15	0	12	3
Sīmanis 0195	8	4	4	0
Skaris 0008	14	2	8	4
Kopā	64	10	44	10

Pētījumā izmantoto teķu līnijās jēri piedzimuši vidēji no 1.9 līdz 2.2 metienā. Skaitliski lielākā metienā piedzimuši Irbja 0125 (2.2), Edžiņa 0365 (2.1) un Skara 0008 (2.1) līniju teķu pēcnācēji (2. tabula). Skaitliski mazākā metienā, salīdzinot ar Irbja 0125 un Skara 0008 līniju, piedzimuši Sīmaņa 0195 līnijas jēri, vidēji 1.5 ± 0.19 ($p < 0.05$). Smagāki jēri piedzima Sīmaņa 0195 līnijā – vidēji 4.56 ± 0.358 kg, kas skaidrojams ar ievērojami mazāku metiena lielumu.

2. tabula Table 2

Jēru skaits metienā un dzimšanas dzīvmasa
Lamb litter size and birth weight

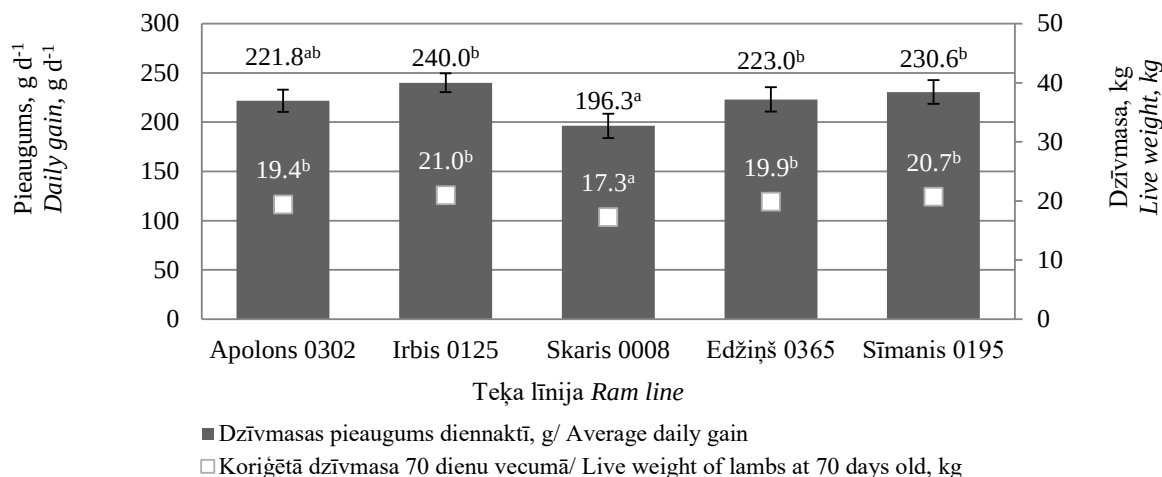
Teķa līnija / Ram line	Skaits metienā / Litter size	Dzimšanas dzīvmasa, kg / Birth weight, kg
Apolons 0302	1.9 ± 0.11^{ab}	3.91 ± 0.223^{ab}
Edžiņš 0365	2.1 ± 0.23^{ab}	4.30 ± 0.174^a
Irbis 0125	2.2 ± 0.11^b	4.16 ± 0.160^a
Sīmanis 0195	1.5 ± 0.19^a	4.56 ± 0.358^a
Skaris 0008	2.1 ± 0.18^b	3.52 ± 0.202^b

^{a, b} - ar dažādiem burtiem augšrakstā rezultāti pētījuma grupās būtiski atšķiras ($p < 0.05$).

Līdzīgā skaitā metienā piedzimuši Edžiņa 0365, Irbja 0125 un Skara 0008 līnijas jēri. Starp minētajām līnijām ievērojami mazāka dzīvmasa bija Skara 0008 līnijas jēriem, salīdzinot ar Irbja 0125, Edžiņa 0365 un Sīmaņa 0195 līnijām, attiecīgi 0.64 kg, 0.82 kg un 1.04 kg ($p < 0.05$). Pētnieku Shindarska, Metodiev, Raicheva pētījuma rezultāti apstiprina, ka jēru dzīvmasu būtiski

ietekmē jēru skaits metienā. Vidējais jēru dzīvmasas pieaugums diennaktī līdz iepirkšanai bija no 196.3 g (Skara 0008 līnija) līdz 240.0 g (Irbja 0125 līnija), kas ietekmēja aprēķinu ceļā iegūto jēru vidējo koriģēto dzīvmasu 70 dienu vecumā (skat. 1. att.). Literatūrā atzīmēts, ka jēriem, kuri dzimuši pa vienam, ir krietni lielāks dzīvmasas pieaugums nekā jēriem, kuri dzimuši kā dvīņi (Shindarska, Metodiev, Raicheva, 2011).

Būtiski mazāka dzīvmasa 70 dienu vecumā – vidēji 17.3 kg – bija Skara 0008 līnijas jēriem ($p < 0.05$).



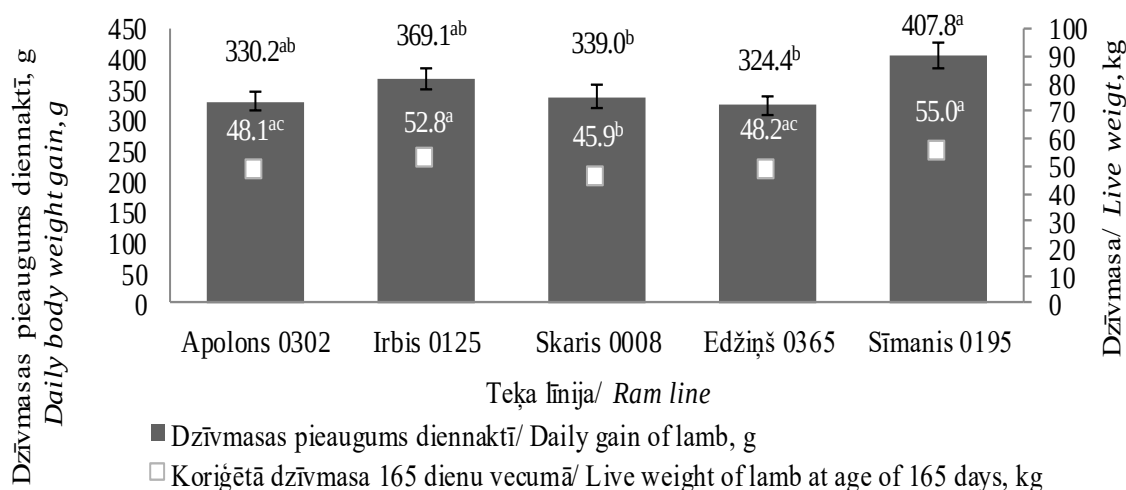
^{a, b} - ar dažādiem burtiem augšrakstā rezultāti būtiski atšķiras pa pētījuma grupām ($p < 0.05$).

1. att. Jēru dzīvmasas pieaugums diennaktī un koriģētā dzīvmasa 70 dienu vecumā.

Fig. 1. Average daily body weight gain and live weight of lambs at age of 70 days.

Veicot līdzīgu kontrolnobarošānu Il-de-France šķirnes dažādu līniju jēriem (teķiem), tika konstatēts, ka dzīvmasa 70 dienu vecumā bija robežās no 21.09 kg līdz 22.23 kg (Иванова, Райчева, 2017). Salīdzinoši mūsu pētījuma rezultāti liecina, ka LT šķirne nav ģenētiski vientipiska un iegūtā jēru dzīvmasa 70 dienu vecumā pa teču līnijām ir atšķirīga no 17.3 kg Skara 0008 līdz 21.0 kg Irbja 0125 līnijas jēriem.

Jēru kontrolnobarošāna uzsākta vidēji 95 dienu vecumā ar dzīvmasu 25.7 kg. Citā pētījumā iegūti dati, ka Vācijas merino un Sufolkas šķirnes jēru dzīvmasa 90 dienu vecumā bija nedaudz lielāka, attiecīgi 26.8 kg un 29.9 kg (Arslan, Yilmaz, Denk, 2018). Intensīvi nobarojot Latvijas tumšgalves jērus, ievērojami lielāku dzīvmasas pieauguma kāpinājumu un faktisko dzīvmasas pieaugumu diennaktī starp pētīto līniju jēriem ieguva Sīmaņa 0195 līnijas vaislinieku pēcnācēji, attiecīgi 177.2 g un 407.8 g (skat. 2. att.).

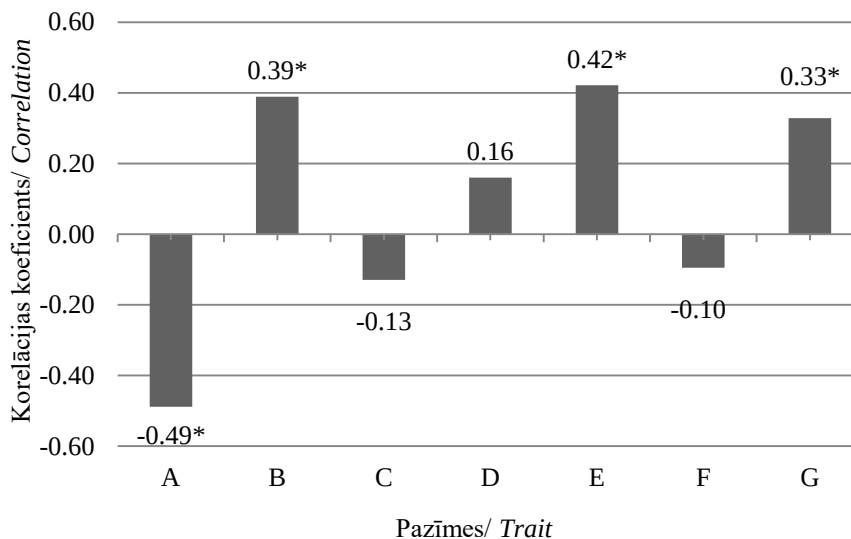


a, b, c – ar dažādiem burtiem augšrakstā rezultāti būtiski atšķiras pa pētījuma grupām ($p < 0.05$).

2. att. Jēru dzīvmasas pieaugums diennaktī nobarošanas laikā un koriģētā dzīvmasa 165 dienu vecumā.

Fig. 2. Average daily body weight gain during fattening and live weight of lambs at 165 days.

Otrs lielākais dzīvmasas pieauguma kāpinājums diennaktī iegūts Skara 0008 līnijas jēriem, vidēji 142.8 g, sasniedzot 339.0 g dzīvmasas pieaugumu diennaktī. Lielākā dzīvmasa 165 dienu vecumā bija Sīmaņa 0195 līnijas jēriem – vidēji 55.0 ± 1.52 kg. Līdzvērtīgi auguši Irbja 0125 līnijas jēri, viņu vidējā dzīvmasa bija par 2.2 kg mazāka, sasniedzot 52.8 ± 1.60 kg. Pētījuma grupu vidū būtiski mazāka dzīvmasa 165 dienu vecumā bija Skara 0008 līnijas jēriem, vidēji 45.9 ± 1.91 kg ($p < 0.05$).



*statistiski ticama korelācija, $p < 0.05$.

3. att. Sakarības starp jēru dzīvmasu piedzimstot un augšanas pazīmēm līdz kontrolnobaršanai.

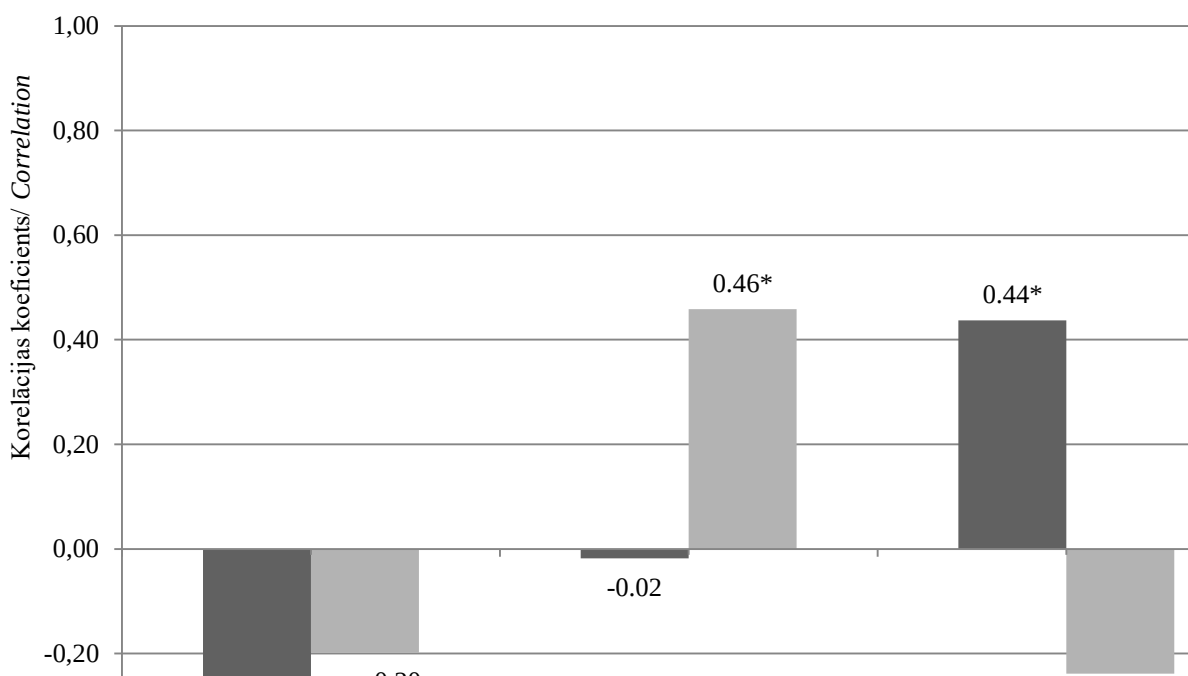
Fig. 3. Correlation among lamb age and body growth traits till fattening.

Saīsinājumi: A – Skaitis metienā/ Litter size; B – Dzīvmasa iepērkot, kg/ Live weight at purchase; C – Vecums iepērkot, dienas/ Age at purchase, days; D – Dzīvmasas pieaugums diennaktī līdz iepirkšanai, g/ Live weight gain till purchase; E – Koriģētā dzīvmasa 70 dienu vecumā, kg/ Live weight at age of 70 days; F – Vecums uzsākot nobarošanu, dienas/ Age at the beginning of fattening; G – Dzīvmasa uzsākot nobarošanu, kg/ Live weight at the beginning of fattening.

Korelācijas koeficienta vērtības jēru dzīvmasai piedzimstot un augšanas pazīmēm līdz kontrolnobarīšanai apkopotas 3. attēlā. Vidēji cieša negatīva korelācija iegūta starp jēru skaitu metienā un dzīvmasu piedzimstot ($r_p = -0.49$). Iegūtie rezultāti vēlreiz apstiprina, ka jēru skaits metienā būtiski ietekmē jēra dzīvmasu piedzimstot ($p < 0.05$).

Starp jēru dzīvmasu piedzimstot, iepērkot un koriģēto dzīvmasu 70 dienu vecumā pastāv pozitīva sakarība, kas apstiprina, ka jēri ar lielāku dzīvmasu piedzimšanas brīdī saglabā savu pārākumu arī vēlāk. To varētu skaidrot ar jēru ķermeņa uzbūvi – respektīvi, smagākiem (lielākiem) jēriem ir tilpumaināks gremošanas trakts, kas spēj nodrošināt muskuļaudu, taukaudu un kaulaudu veidošanai nepieciešamo barības vielu uzņemšanu.

Korelācijas koeficienta vērtības jēru vecumam un dzīvmasai, uzsākot nobarošanu, ar nobarošanas rezultātiem apkopotas 4. attēlā. Iegūtas būtiskas sakarības starp jēra vecumu, uzsākot nobarošanu, un nobarošanas perioda garumu — iegūta pozitīva, vidēji cieša korelācija $r_p = 0.44$, bet, nobarojot vecākus jērus, samazinājās jēru dzīvmasas pieaugums diennaktī ($r_p = -0.33$) un palielinājās jēru vecums pirms kaušanas ($r_p = 0.87$). Iegūtas sakarības apstiprina, ka vecāku jēru nobarošanas rezultāts ir mazāks dzīvmasas pieaugums un koriģētā dzīvmasa 165 dienu vecumā ($r_p = -0.62$).



* statistiski ticama korelācija, ($p < 0.05$).

4. att. Sakarības starp jēru vecumu un dzīvmasu, uzsākot nobarošanu, un nobarošanas rezultātiem.

Fig. 4. Correlation among age, live weight at beginning of fattening of lamb and fattening results.

Saīsinājumi: A – Dzīvmasas pieaugums diennaktī nobarošanas laikā, g./ Body gain during fattening; B – Dzīvmasa nobarošanas beigās, kg/ Live weight in end of fattening; C – Nobarošanas ilgums, dienas/ Fattening period; D – Vecums pirms kaušanas, dienas/ Age before slaughter; E – Koriģētā dzīvmasa uz 165 dienu vecumu, kg/ Live weight at age of 165 days.

Secinājumi

Sīmaņa 0195 līnijas teķu pēcnācēji ir ātraudzīgi. Jēri vidēji 55.0 kg dzīvmasu sasniedza 165 dienu vecumā.

Irbja 0125 līnijas teķiem bija lielāks pēcnācēju skaits metienā – vidēji 2.2 jēri, un lielākais dzīvmasas pieaugums diennaktī līdz iepirkšanai – vidēji 240.6 g.

Jēru vecums, uzsākot nobarošanu, būtiski ietekmē nobarošanas perioda ilgumu un jēru dzīvmasas pieaugumu diennaktī, rezultātā būtiski palielinot jēru vecumu pirms nokaušanas.

Izmantotā literatūra

1. Arslan M., Yilmaz O., Denk H. (2018). A study on comparison of fattening performances and some slaughter characteristics of Suffolk and German Mutton Merino lambs under intensive fattening conditions. *Indian Journal of Animal Research*, Vol. 52, No. 9, p. 1253–1256.
2. Ciltsdarba programma Latvijas tumšgalves aitu šķirnei no 2014. gada 1. jūlija līdz 2019. gada 30. jūnijam (perspektīvā līdz 2024. gada 30. jūnijam) (2014). [Tiešsaiste][skatīts 20.02.2019.]. Pieejams:
https://www.ldc.gov.lv/upload/doc/LT_ciltsdarba_programma_2014_un_tuvakai_perspektivei2.pdf
3. Shindarska Z., Metodiev N., Raicheva E. (2011). Effect of application of feeding by norms of lambs from Ile de France breed. *Archiva Zootechnica*, Vol. 14, No. 1, p. 35–40.
4. Štolc L., Ptáček M., Stádník L., Lux M. (2011). Effect of selected factors on basic reproduction, growth and carcass traits and meat production in Texel sheep. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Vol. LIX, No. 5, p. 247–252.
5. Vecvagars J., Kairiša D. (2018). Latvijas tumšgalves šķirnes aitu populācijas struktūra. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*, Zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava: LLU, 64.–68. lpp. ISSN 2501-0166
6. Иванова Т., Райчева Е. (2017). Анализ на живото тегло и прираста на агнета от породата ил дьо франс по генеалогични линии. *Животновъдни науки*, LIV, 2/2017. Селскостопанска Академия, с. 3–9.

PRAKTISKĀ PIEREDZE

TOMĀTU KVALITĀTES IZMAIŅAS DAŽĀDOS AUDZĒŠANAS APSTĀKĻOS

Ingrīda Augšpole¹, Māra Dūma², Ina Alsina¹, Laila Dubova¹, Daiga Sergejeva¹

¹LLU Lauksaimniecības fakultāte, ²LLU Pārtikas tehnoloģijas fakultāte
ingrida.augspole@llu.lv

Kopsavilkums. *Pētījumā izmantoti tomāti, kuri audzēti rūpnieciskajā stikla siltumnīcu kompleksā „Mežvidi” un Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) Augsnes un augu zinātņu institūta eksperimentālajā polikarbonāta siltumnīcā. LLU siltumnīcā audzētas tomātu šķirnes ‘Diamantino’ F1, ‘Encore’ F1, ‘Balzano’ F1, ‘Chocomate’ F1. Siltumnīcā „Mežvidi” audzētas ‘Bolzano’ F1, ‘Diamantino’ F1, ‘Straliena’ F1, ‘Chocomate’ F1 un ‘Encore’ F1 tomātu šķirnes. Izmantotas – LED un augsta spiediena nātrija (Na) lampas. LLU siltumnīcā bija aprīkota arī ar indukcijas (IND) lampu, bet siltumnīcā „Mežvidi” ar augstspiediena nātrija lampu, kas aprīkota ar papildu zilo lampu (Na+zila). Pētījuma mērķis bija noteikt ķīmisko sastāvu – C vitamīna saturu, kopējo organisko skābju saturu un šķīstošās sausas saturu eksperimentālajā un rūpnieciskajā siltumnīcā audzētos tomātos ar dažādu lampu apgaismojumu. LLU siltumnīcas tomātiem zem HPSL apgaismojuma lampām bija ievērojami augstāks C vitamīna saturs ($p < 0.05$), salīdzinot ar „Mežvidu” siltumnīcā audzētiem tomātiem. Savukārt titrējamās skābes saturs tomātu šķirnei ‘Bolzano’ F1 un ‘Encore’ F1 rūpnieciskajā stikla siltumnīcu kompleksā „Mežvidi” audzētos tomātos bija augstāks ($p < 0.05$) nekā LLU siltumnīcā audzētos tomātos. Šķīstošās sausas saturs bija būtiski lielāks ($p < 0.05$) LLU siltumnīcā audzētās tomātu šķirnēs.*

Atslēgas vārdi: tomāti, C vitamīns, kopējās skābes, šķīstošā sausa, apgaismojums.

Ievads

Tomāti satur minerālvienas – jodu, kāliju, fosforu, boru, magniju, nātriju, mangānu, kalciju, dzelzi, varu, cinku un daļu no cukura – fruktozes vai glikozes. Tie ir bagāti ar daudziem vitamīniem – A, B, B₂, B₆, C, E, K, PP un beta karotīnu. Tomāti satur organiskās skābes (citronskābi, ābolskābi, vīnskābi un skābeņskābi). Tajos ir arī antioksidants – likopēns –, kas piešķir augļiem un dārzeņiem sarkano krāsu.

Tomāti ir vieni no visvairāk patērētajiem dārzeņkopības produktiem pasaulē. Šķīstošās sausas saturs un skābums ir vieni no svarīgākajiem parametriem, nosakot tomātu gatavību (Huang *et al.*, 2018). Dārzeņos šķīstošā sausa ir kopējo šķīstošo cukuru saturs, ko nosaka refraktometriski °Brix vienībās (Schulz–Witte, 2011). Šķīstošā sausa ietekmē dārzeņu saldumu (Gajewski *et al.*, 2010) un uzglabāšanas perioda garumu, kā arī kvalitātes īpašības (Rashidi, 2011). C vitamīns uzlabo dārzeņu kvalitāti un paildzina glabāšanas laiku. To bieži lieto, novērtējot vispārējo uztura kvalitāti pārtikas produktos (Gamboa–Santos *et al.*, 2012). Zinātniskos materiālos (Leong, Oey, 2012; Singh *et al.*, 2012) ir minēts, ka C vitamīns reaģē uz dažādiem apkārtējās vides un stresa faktoriem, piemēram, gaismas, temperatūras, sala, mitruma un sausuma, atmosfēras piesārņotājiem – metāliem vai herbicīdiem. L-askorbīnskābei ir raksturīga reducēšanās un fermentatīva Mailarda reakcija, kas var ievērojami samazināt C vitamīna saturu. Skābekļa klātbūtnē askorbīnskābe ar enzīma askorbīnskābes oksidāzi oksidējas, veidojot mazāk stabilo dehidroaskorbīnskābi, kurai arī piemīt C vitamīna aktivitāte (Martín–Belloso, Soliva–Fortuny, 2011). Oksidēšanās augu audos sākas tūlīt pēc ražas novākšanas. Līdz ar to uzglabāšanas laikā dažiem dārzeņiem rodas C vitamīna zudums (Jany *et al.*, 2008).

Mūsdienās apgaismojuma tehnoloģija arvien attīstās, un tāpat arī gaismas avoti, ko izmanto siltumnīcu mākslīgā apgaismojuma nodrošināšanai. Mainās izmantotā gaismas avota tips, tā spektrs, gaismas atdeves efektivitāte un citi parametri. Līdz ar gaismu izstarojošo diožu (LED) tehnoloģijas ieviešanu, kļuva iespējams kontrolēt gaismas daudzumu (fotonu emisiju), regulējot strāvu, turklāt kombinējot dažādu pusvadītāju kristālu LED čipus (SMD tipa) vai pašus kristālus (COB tipa), tāpat iespējams pielāgot gaismas spektru konkrētai augu audzēšanai. Nātrija lampas lietošana augus nodrošina ar apgaismojumu viļņu garumā 550–650 nm, kas ietekmē augu antioksidantu aktivitāti, palielina monosaharīdu un samazina nitrātu akumulāciju. Šādā apgaismojumā dārzeņiem palielinās C vitamīna saturs (Bliznikas *et al.*, 2012). Līdzīgu apgaismojumu šajā viļņu garumā nodrošina arī indukcijas lampa. Lampu gaisma ar viļņu garumu

660 nm tomātiem var būtiski palielināt ražu. Tomātiem nodrošinot apgaismojumu 455, 470 nm, palielinās lapu laukums, sausnas masa un biomasa, kā arī fotosintētisko pigmentu sastāvs augos (Samuoliene *et al.*, 2013).

Darba mērķis bija noteikt ķīmisko sastāvu – C vitamīna saturu, kopējo organisko skābju saturu un šķīstošās sausnas saturu eksperimentālajā un rūpnieciskajā siltumnīcā audzētos tomātos ar dažādu lampu apgaismojumu.

Materiāli un metodes

Pētījumu norises vieta – Latvija, 2018. gads, Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūta Augu bioloģijas laboratorija. Tomāti ķīmiskai analīzei novākti decembra mēnesī un analizēti otrā dienā pēc ražas novākšanas.

C vitamīna saturs ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) noteikts, izmantojot titrimetrisko metodi ar 2,6-dihlorfenolindolfenolu (AOAC, 1990).

Kopējās skābes ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) noteiktas, izmantojot titrimetrisko metodi (Moneruzzaman *et al.*, 2008).

Šķīstošā sausna °Brix noteikta atbilstoši standartam ISO 2173:2003 ar refraktometru (KRUSS HR18 Manual Refraktometer, Vācija).

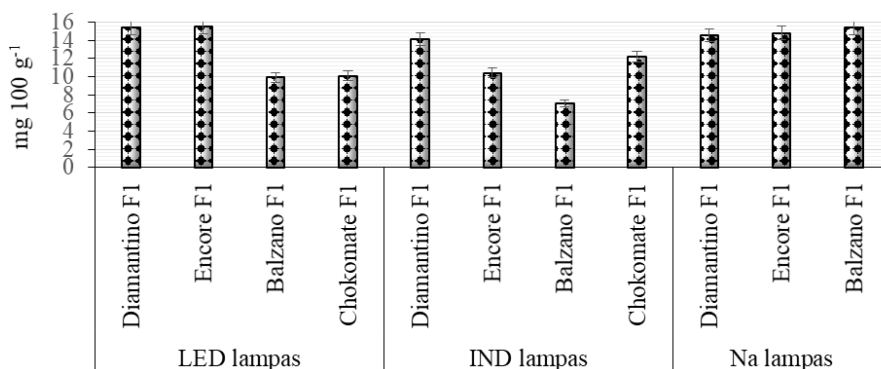
Tomātu agrotehnika. Latvijas Lauksaimniecības universitātes Augsnes un augu zinātņu institūtam piederošajā polikarbonāta siltumnīcā vidējā dienas temperatūra bija $20 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, nakts temperatūra $> +10 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Izmēģinājumā izmantoja tomātu šķirnes ‘Encore’ F1, ‘Diamantino’ F1, ‘Balzano’ F1, ‘Chocomate’ F1. Tomāti bija potēti. Katram stādam izveidotas divas galotnes. Tomātus audzēja 15 l konteineros. Tika izmantots substrāts „Kekkila” ($\text{pH H}_2\text{O } 5.6$, $\text{N} - 80 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{P} - 30 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{K} - 200 \text{ mg L}^{-1}$, kūdras frakcija 0–25 mm). Tomātus mēsloja katru nedēļu – vienu nedēļu izmantoja kalcija nitrātu ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), katru otro nedēļu – NPK komplekso mēslojumu (NPK 12-12-36) ar mikroelementiem (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn). Tomātus laistīja katru darba dienu, nodrošinot augsnes mitrumu robežās no 25 līdz 35%. Augiem divas reizes nedēļā izlauza pazares, bet vienu reizi divās nedēļās izlauza auga apakšējās lapas, atstājot vienu lapu, līdz pirmajam augļu ķekaram, kurš sāka krāsoties. Tomātus audzēja, izmantojot trīs veidu lampas: LED, indukcijas (IND) un augstspiediena nātrija (Na) lampas. Tomātus audzēja rindā vienu aiz otra. Lai nodrošinātu vienmērīgu apgaismojumu tomātu galotnēm un pirmajām 5 lapām, tomātus guldināja pretēji pulksteņa rādītāja virzienam ar aprēķinu, lai tomātu galotnes visos variantos saņemtu apgaismojumu ar intensitāti $\mu\text{ol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Rūpnieciskajā stikla siltumnīcu kompleksā „Mežvidi”, SIA „Latgales dārzeņu loģistika” Kārsavas novadā tomātu audzēšanai un aizsardzībai izmantoti bioloģiskie augu aizsardzības līdzekļi. Vidējā dienas temperatūra bija $20 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, nakts temperatūra $> +10 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Izmēģinājumā izmantoja tomātu šķirnes ‘Bolzano’ F1, ‘Diamantino’ F1, ‘Straliena’ F1, ‘Chocomate’ F1 un ‘Encore’ F1. Katram stādam izveidotas divas galotnes. Tomātus audzēja, izmantojot LED, augsta spiediena nātrija (Na) lampas un augstspiediena nātrija lampas, kas aprīkotas ar papildus zilo lampu (Na+zila). Siltumnīcu kompleksā „Mežvidi” tomātu audzēšanas apstākļi bija līdzīgi kā Latvijas Lauksaimniecības universitātes Augsnes un augu zinātņu institūtam piederošajā polikarbonāta siltumnīcā.

Analizētie tomāti eksperimentālajā un SIA „Mežvidi” siltumnīcā tika iestādīti, audzēti un novākti analizēšanai vienādā laika periodā.

Rezultāti un diskusijas

Iegūtie rezultāti liecina, ka C vitamīna saturs būtiski atšķīrās ($p < 0.005$) dažādu šķirņu tomātos (skat. 1. att.). Vismācākais askorbīnskābes saturs ($7.06 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) tika noteikts tomātu šķirnē ‘Balzano’ F1 (indukcijas lampas apgaismojums), savukārt šķirnes ‘Balzano’ F1 tomātos LED lampas apgaismojumā C vitamīna saturs ir nedaudz augstāks – $9.9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (par 29%).

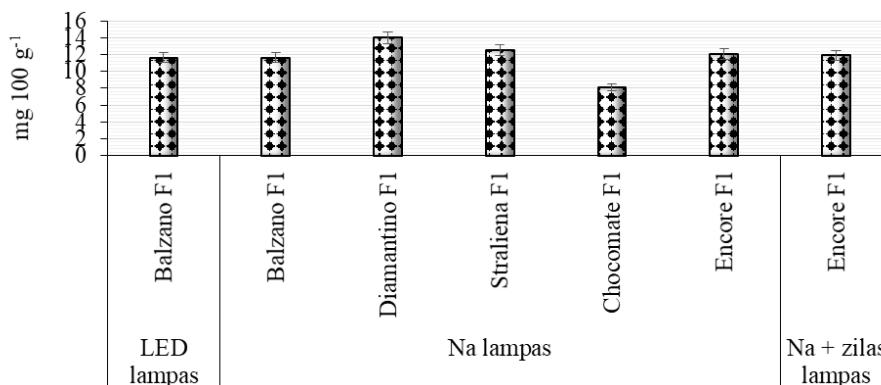


1. att. C vitamīna saturs eksperimentālajā siltumnīcā audzētos tomātos.

C vitamīna paaugstināšanos salātos LED lampu apgaismojumā novēroja arī lietuviešu zinātnieki (Bliznikas *et al.*, 2012). Savukārt Na lampas apgaismojumā C vitamīna saturs bija 15.4 mg 100 g⁻¹ – par 54% augstāks. Starp tomātu šķirnēm ‘Diamantino’ F1 pie visiem lampu apgaismojumiem netika konstatētas būtiskas atšķirības ($p > 0.005$), C vitamīna saturs tajās bija vidēji 14.7 mg 100 g⁻¹. Nebija nozīmīgu atšķirību starp ‘Encore’ F1 tomātiem pie LED un Na lampu apgaismojuma, savukārt ievērojami zemāks C vitamīna saturs ($p < 0.005$) – par 33% – tika novērots pie IND lampām.

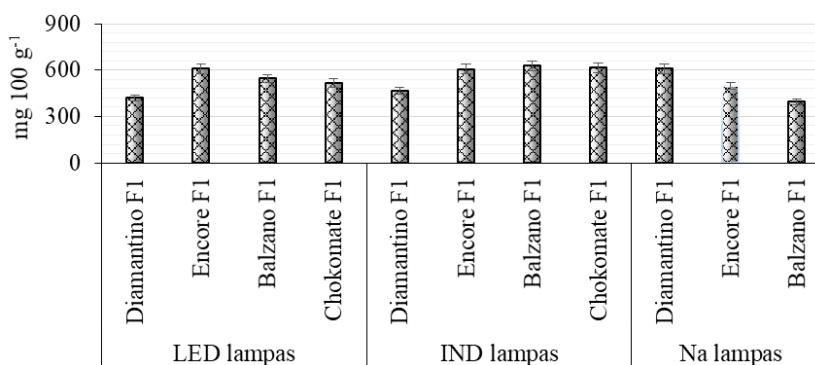
Analizējot SIA „Mežvidi” tomātus, augstāku C vitamīna saturu uzrādīja ‘Diamantino’ F1 tomātu šķirne zem Na lampām – 14 mg 100 g⁻¹, kas bija līdzīgi ar LLU audzētajiem tomātiem (skat. 2. att.). Būtiski zemāks C vitamīna saturs ($p < 0.005$) bija ‘Chokomate’ F1 tomātos zem Na lampu apgaismojuma – 8.12 mg 100 g⁻¹. Pārējās tomātu šķirnēs un lampu apgaismojumos C vitamīna saturā ievērojamas atšķirības netika konstatētas ($p > 0.005$).

Ja salīdzina eksperimentālajā siltumnīcā un SIA „Mežvidi” siltumnīcā audzētos tomātus, eksperimentālajā siltumnīcā audzētos tomātos bija būtiski augstāks C vitamīna saturs (vidēji 12.7 mg 100 g⁻¹) salīdzinājumā ar SIA „Mežvidi” audzētajiem tomātiem (11.7 mg 100 g⁻¹). Šajā pētījumā konstatētais C vitamīna saturs bija līdzīgs ar citu pētnieku ziņotajām vērtībām (Oliveira *et al.*, 2013). C vitamīna saturs dārzeņos var atšķirties atkarībā no vides un stresa faktoriem, piemēram, gaismas intensitātes, temperatūras, mitruma apstākļiem, gaisa piesārņojuma utt. (Singh *et al.*, 2012).



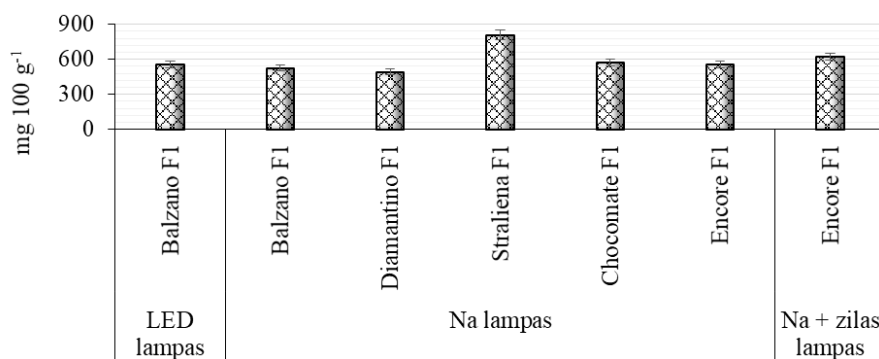
2. att. C vitamīna saturs SIA „Mežvidi” siltumnīcā audzētos tomātos.

Tomātu kopējais skābju saturs ir atkarīgs no ietverto organisko skābju satura audos. Manāmi augstāku kopējo skābju saturu uzrādīja ‘Encore’ F1 zem LED apgaismojuma (610 mg 100 g⁻¹) un IND lampu apgaismojuma (608 mg 100 g⁻¹), savukārt pie Na lampu apgaismojuma kopējo organisko skābju saturs samazinājās (490 mg 100 g⁻¹) (skat. 3. att.). Būtiski zemāku ($p < 0.005$) kopējo skābju saturu uzrādīja tomāti ‘Diamantino’ F1 zem LED lampu apgaismojuma (410 mg 100 g⁻¹) un ‘Balzano’ F1 zem Na lampu apgaismojuma (395 mg 100 g⁻¹), kas zem Na lampu apgaismojuma ‘Diamantino’ F1 bija par 31% augstāks (610 mg 100 g⁻¹) salīdzinājumā ar LED lampu apgaismojumu.



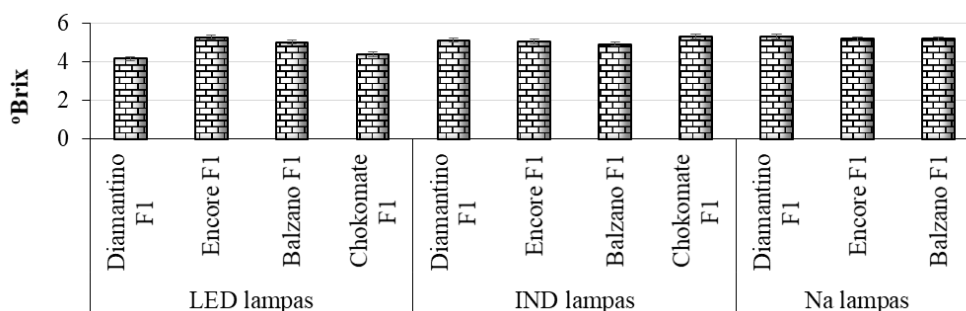
3. att. **Kopējo skābju saturs eksperimentālajā siltumnīcā audzētos tomātos.**

Analizējot „Mežvidu” tomātus, krietni augstāks ($p < 0.005$) kopējo skābju saturs bija ‘Straliena’ F1 tomātu šķirnei (ķiršu tomāti) 810 mg 100 g⁻¹ un ‘Encore’ F1 pie Na+zilā apgaismojuma 621 mg 100 g⁻¹ (skat. 4. att.). Starp pārējām analizētajām tomātu šķirnēm un apgaismojumu būtiskas atšķirības netika novērotas ($p > 0.005$). Salīdzinot eksperimentālajā LLU siltumnīcā un „Mežvidu” siltumnīcā audzētos tomātus, nācās secināt, ka SIA „Mežvidi” audzētajos tomātos bija daudz augstāks kopējo skābju saturs (590 mg 100g⁻¹) salīdzinājumā ar LLU audzētajiem tomātiem (538 mg 100 g⁻¹). Iegūtie rezultāti apstiprināja, ka kopējo skābju satura vidējās vērtības bija līdzīgas ar citu autoru publicētajiem datiem (Moneruzzaman *et al.*, 2008).



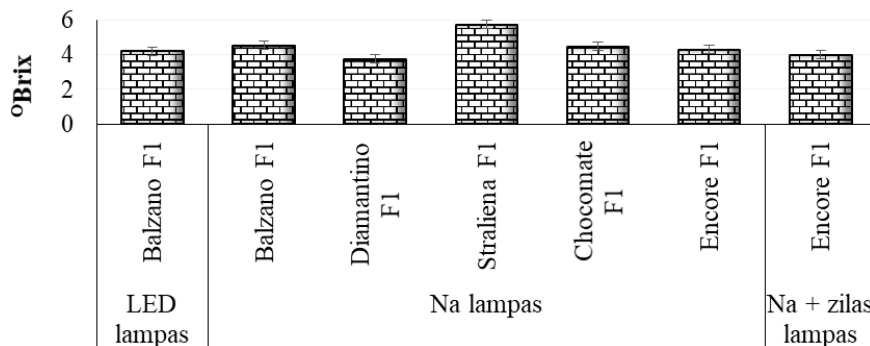
4. att. **Kopējo skābju saturs SIA „Mežvidi” siltumnīcā audzētos tomātos.**

Šķīstošā sausna ir kopējo šķīstošo cukuru saturs, ko nosaka refraktometriski °Brix vienībās. Šķīstošā sausna ir viens no svarīgākajiem augļu un dārzeņu kvalitātes faktoriem. °Brix līmenis robežās no 4.0 līdz 9.9 norāda uz augstāko tomātu kvalitāti. Savukārt ir zināms, ka tomātu augļu nogatavināšanās laikā mainās šķīstošās sausnas saturs. Turklāt šis saturs palielinās no nobriedušas zaļās stadijas līdz sarkanajam posmam (Moneruzzaman *et al.*, 2008). Eksperimentālajā siltumnīcā audzētos tomātos ‘Diamantino’ F1 šķīstošās sausnas saturs bija 4.2 °Brix un ‘Chokomate’ F1 – 4.4 °Brix zem LED apgaismojuma lampām (skat. 5. att.). Starp pārējām tomātu šķirnēm un izmantoto apgaismojumu būtiskas atšķirības šķīstošās sausnas saturā netika konstatētas ($p > 0.005$).



5. att. **Šķīstošās sausnas saturs eksperimentālajā siltumnīcā audzētos tomātos.**

SIA „Mežvidi” audzētajos tomātos ievērojami augstāks šķīstošās sausas saturš bija ‘Straliena’ F1 tomātos (5.72 °Brix), ko varētu skaidrot ar šīs šķirnes īpatnībām (skat. 6. att.). Savukārt zemāks šķīstošās sausas saturš bija ‘Diamantino’ F1 zem Na lampu apgaismojuma (3.7 °Brix) un ‘Encore’ F1 zem Na+zilās lampas apgaismojuma (3.9 Brix), starp pārējām tomātu šķirnēm un apgaismojuma veidiem būtiskas atšķirības netika konstatētas ($p>0.005$).



6. att. Šķīstošās sausas saturš SIA „Mežvidi” siltumnīcā audzētos tomātos.

Salīdzinot SIA „Mežvidi” un eksperimentālajā siltumnīcā audzētās tomātu šķirnes, būtiski augstāks šķīstošās sausas saturš tika konstatēts LLU analizētajos tomātos pie visiem apgaismojumiem (vidēji 5.1 °Brix), kas SIA „Mežvidi” tomātos vidēji bija 4.1 °Brix (par 11.8%, kas ir būtisks rādītājs).

Secinājumi

Tomātiem, kas audzēti eksperimentālajā siltumnīcā zem LED apgaismojuma lampām, tika konstatēts ievērojami augstāks C vitamīna saturš ($p<0.05$), salīdzinot ar SIA „Mežvidi” siltumnīcā audzētiem tomātiem.

Savukārt titrējamās kopējās skābes saturš tomātu šķirnei ‘Balzano’ F1 (524.10 mg 100 g⁻¹) un ‘Encore’ F1 (557.71 mg 100 g⁻¹) rūpnieciskajā stikla siltumnīcu kompleksā „Mežvidi” audzētos tomātos bija augstāks nekā eksperimentālajā LLU siltumnīcā audzētos tomātos, attiecīgi – 394.81 mg 100 g⁻¹ un 498.08 mg 100 g⁻¹.

Šķīstošās sausas saturš bija būtiski lielāks ($p<0.05$) LLU eksperimentālajā siltumnīcā audzētos tomātu šķirnēs.

Siltumnīcu apgaismojuma lampām un tomātu audzēšanas vietai ir nozīmīga ietekme ($p<0.05$) saistībā ar analizēto tomātu ķīmisko parametru vidējām vērtībām.

Lai noteiktu, kuru no lampām būtu ieteicams izmantot tomātu audzēšanā, ir nepieciešams turpināt iesāktos pētījumus.

Pateicība

Pētījumi veikti ERAF projekta Nr. 1.1.1.1/16/A/261 „Jaunu vadības metožu izstrāde siltumnīcu augu apgaismojuma sistēmām to enerģētisko un ekoloģisko parametru uzlabošanai (uMOL)” ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bliznikas Z., Žukauskas A., Samuiliene G., Viršile A., Brazaityte A. et al. (2012). Effect of supplementary pre-harvest LED lighting on the antioxidant and nutritional properties of green vegetables. *Acta horticulture*, p. 1–8.
2. Gajewski M., Szymczak P., Radzanowska J. (2010). Sensory Quality of Orange, Purple and Yellow Carrots Stored under Controlled Atmosphere. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (3), p. 169–176.
3. Gamboa-Santos J., Soria A.C., Perez-Mateos M., Carrasco J.A., Montilla A., Villamiel M. (2013). Vitamin C content and sensorial properties of dehydrated carrots blanched conventionally or by ultrasound. *Food Chemistry*, p. 782–788.

4. Huang Y., Lu R., Chen K. (2018). Assessment of tomato soluble solids content and pH by spatially-resolved and conventional Vis/NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 236, p.19–28.
5. Jany M.N.H., Sarker C., Mazumder M.A.R., Shikder M.F.H. (2008). Effect of storage conditions on quality and shelf life of selected winter vegetables. *Bangladesh Agricultural University*, 6 (2), p. 391–400.
6. Leong S.Y., Oey I. (2012). Effect of endogenous ascorbic acid oxidase activity and stability on vitamin C in carrots (*Daucus carota* subsp. sativus) during thermal treatment. *Food Chemistry*, 134, p. 2075–2085.
7. Martín-Belloso O., Soliva-Fortuny R. (2011). *Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*. Taylor and Francis Group, LLC: Boca Raton, p. 410.
8. Moneruzzaman K. M., Hossain A. B. M. S., Sani W., Saifuddin M. (2008). Effect of stages of maturity and ripening conditions on the biochemical characteristics of tomato. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, Vol. 4 (4), p. 329–335.
9. Oliveira A. B., Moura C. F. H., Gomes-Filho E., Marco C. A., Urban L., Miranda M. R. A. (2013). The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. *PLoS ONE*. Vol. 8 (2). p. 56354.
10. Rashidi M. (2011). Modeling of carrot firmness based on water content and total soluble solids of carrot. *Agricultural and Biological Science*, Vol. 6, (8), p. 62–65.
11. Samuoliene G., Jankauskiene J., Brazaityte A., Viršile A. (2013). Led irradiance level affects growth and nutritional quality of Brassica microgreens. *Central European Journal of Biology*, 8(12), p. 1241–1249.
12. Schulz-Witte J. (2011). Diversität wertgebender Inhaltsstoffe bei *Daucus carota* L. *Dissertation. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg, Deutschland*, s. 288.
13. Singh D. P., Beloy J., McInerney J.K., Day L. (2012). Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin C, carotenoids, phenolic acids, anthocyanins and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota*). *Food Chemistry*, 132, p. 1161–1170.

ALNUS INCANA L. AUGŠANAS RĀDĪTĀJI – ILGGADĪGĀ KOKAUGU STĀDĪJUMĀ – ĪSCIRTMETA ATVASĀJĀ

GROWTH PARAMETERS OF ALNUS INCANA L. RESULTS OBTAINED IN SHORT ROTATION COPPICE STAND

Dagnija Lazdiņa¹, Mudrīte Daugaviete¹, Sarmīte Rancāne², Uldis Daugavietis¹, Andis Bārdulis¹

¹Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”, ²LLU Zemkopības zinātniskais institūts
dagnija.lazdina@silava.lv

Kopsavilkums. Rakstā apkopoti pētījuma rezultāti par iespējam lauksaimniecības zemē, ierīkojot baltalkšņa plantācijas, ražot koksnes biomasu atjaunojamās enerģijas izejvielu nodrošināšanai. Pētījuma rezultāti aptver astoņgadīgu baltalkšņa plantāciju pie biežuma 1600 koki ha⁻¹, augšanas gaitas parametrus, iegūstamo krāju un biomasu, piemērojot 2 mēslošanas veidus: pelnus – 6 tha⁻¹ un notekūdeņu dūņas – 10 tha⁻¹. Kontroles platībās koku augstums un stumbra diametrs 1.3m augstumā astotajā gadā sasniedz 5.6 m un 6.1 cm, ar koksnes mēslojumiem pelniem – 5.7 m un 6.4 cm, bet ar notekūdeņu dūņām mēslojot lauka daļās attiecīgi – 6.0 m un 6.5 cm. Astotajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas vienā hektārā kontroles variantā ir 2114 koki un atvases, ar pelniem mēslojot – 1926 koki un atvases, bet, izmantojot dūņu pamatmēslojumu – 1704 koki un atvases. Izvērtējot astoņgadīgu baltalkšņa plantāciju augšanas gaitu un produktivitāti, secinām, ka iegūstamā biomasā būtiski neatšķiras no 1 ha kontroles variantā – bez mēslošanas un, veicot mēslošanu ar pelniem un notekūdeņu dūņām, dabiski sausa biomasā veido attiecīgi 19.8 t ha⁻¹, 16.3 t ha⁻¹ un 17.7 t ha⁻¹.

Atslēgas vārdi: baltalksnis, plantācija, pelni, notekūdeņu dūņas, biomasā, bruto ieņēmumi.

Ievads

Viens no Latvijas Bioekonomikas stratēģijā izvirzītiem ilgtspējīgas attīstības pamatnoteikumiem ilgtspējīgas, efektīvas un “zaļas” ekonomikas stimulēšana.² Īpaši tas attiecas uz atjaunojamās enerģijas ražošanu. Latvijas klimatiskajā zonā kā atjaunojamie energoresursi minēti – vēja enerģija, saules enerģija, ģeotermālā, viļņu, hidroenerģija, atkritumu poligonu un notekūdeņu attīrīšanas iekārtu gāzes un biogāzes, biomasā (Atjaunojamā enerģija un..., 2012). Pieaugot pieprasījumam pēc koksnes un koksnes pārstrādes atlieku biomasas, Zemkopības ministrija 2009. un 2014. gadā veica labojumus Lauku attīstības likumā un ieviesa korekcijas, kas nosaka – vienoto platības maksājumu var saņemt par lauksaimniecībā izmantojamo zemi, kurā saskaņā ar Regulas Nr. 73/2009 124. panta 2. punktu stāda un audzē tādas īscirtmeta atvasāju sugas kā apse (*Populus* spp.), kārkls (*Salix* spp.) vai baltalksnis (*Alnus incana*) ar piecu gadu maksimālo cirtes aprites laiku.³ Tomēr Valsts meža dienesta apkopotā statistika apliecina, ka laika posmā no 2009. līdz 2015. gadam lauksaimniecības zemju īpašnieku atsauce ir bijusi neliela. Baltalkšņa plantācijas un mežaudzes, kuras ierīkotas sējot/stādot, deviņu gadu laikā (2009.–2018. gads) atzīmētas 56.51 ha, kas ir 9% no visām pieteiktajām dabiski ieaugušām baltalkšņa plantācijām Latvijā (634.28 ha)⁴ (1.tab.).

Baltalkšņa plantāciju platības Latvijā straujāk sāka palielināties, sākot no 2017. gada, pateicoties arvien pieaugošai interesei par atjaunojamo energoresursu izmantošanu enerģētikā. Tāpat arvien plašāk baltalkšņa koksni sāka izmantot granulā ražošanai – ne tikai Latvijā, bet arī citviet Eiropas ziemeļdaļas valstīs (Lazdiņa, Daugaviete, 2010; Tullus *et al.*; 2013; Uri *et al.*, 2014;

² Latvijas Bioekonomikas stratēģija 2030. [Tiešsaiste][skatīts 01.03.2019.]. Pieejams: https://www.llu.lv/sites/default/files/2018-07/Bioeconomy_Strategy_Latvia_LV.pdf.

³ Kārtība, kādā tiek piešķirts valsts un Eiropas Savienības atbalsts lauksaimniecībai tiešā atbalsta shēmu ietvaros. MK noteikumi Nr.139. [Tiešsaiste][skatīts 01.03.2019.]. Pieejams: <https://m.likumi.lv/doc.php?id=255820>.

⁴ Meža statistikas CD. [Tiešsaiste][skatīts 07.02.2019.]. Pieejams: <http://www.vmd.gov.lv/valsts-meza-dienests/statiskas-lapas/publikacijas-un-statistika/meza-statistikas-cd>.

Rytter, Rytter, 2016). Zinātnieki ir vienprātis, ka granulas ir efektīvākā biomasas uzkrāšanas un izmantošanas forma. Tā ir izžāvēta un sapresēta biomasā tādos izmēros, ko iespējams viegli transportēt, uzglabāt, efektīvi sadedzināt un nodrošināt pilnībā automatisku degšanas procesu. Turklāt granulu ražošanas procesā izžāvētā biomasā tiek sapresēta attiecībā 1:7 līdz 1:10 no sākotnējā biomasas apjoma. Vidēji 10 kubikmetri skaidu tiek sapresēti 1 kubikmetrā granulā. Aprēķini apstiprina, ka baltalkšņa koksnes siltumspēja (viss koks) ir 19.10 MJ kg⁻¹ (Būmanis, Domkins, 2008).

1.tabula Table1

Baltalkšņa plantāciju un mežaudžu platību dinamika 2009.–2018.gadā, ha
Dynamics of area of Grey alder plantations and forest stands, yr. 2009–2018

Gadi / Years	Plantācija / Plantation		Mežaudze / Foreststand	
	Sējot/stādot / Sowing/planting	Dabiski / Naturaly	Sējot/stādot / Sowing/planting	Dabiski / Naturaly
2009	×	2.53	×	51.10
2010	×	15.10	×	28.80
2011	×	14.54	×	8.90
2012	×	40.40	×	76.21
2013	17.70	37.37	×	33.30
2014	×	16.32	×	20.24
2015	30.60	2.10	3.40	1.90
2017	×	251.05	×	154.69
2018	4.49	254.87	0.32	178.39
Kopā / Total	52.79	634.28	3.72	553.53

Ziemeļvalstu zinātnieku pētījumi liecina, ka 7–13 gadīgas baltalkšņa mežaudzes ik gadu saražo 4–5 T_{sausnas}ha⁻¹, bet bijušajās lauksaimniecības zemēs augošo baltalkšņa plantāciju ražība sasniedz ap 8 T_{sausnas}ha⁻¹ gadā (Bisenieks *et al.*, 2009; Daugavietis *et al.*, 2009; Daugaviete, 2010; Daugaviete, 2011; Tullus *et al.*, 2013; Uri *et al.*, 2014; Lazdiņa, Daugaviete *et al.*, 2015; Rytter, Rytter, 2016). LVMI „Silava” veiktie pētījumi liecina, ka dabiski veidojušos baltalkšņa īscirtmeta atvasāju aprīte līdz 5 gadu vecumam ir ekonomiski izdevīga un prognozējamie biomasas apjomi var sasniegt līdz pat 12.9 t_{sausnas} ha⁻¹ (Daugaviete *et al.*, 2017).

Šī ātraudzīgā koku suga veido celmu atvasājus, tāpēc, tos vienreiz iestādot, koksnes ražu var gūt vairākkārtīgi (Daugavietis *et al.*, 2009; Daugaviete, 2010; Lazdiņa, Daugaviete, 2010; Bārdulis *et al.*, 2011; Daugaviete *et al.*, 2015). Baltalkšņi ir viegli iznīcināmi un aizstājami ar citām koku sugām vai lauksaimniecības kultūraugiem. Suga ir piemērota zaļināšanas pasākumiem, jo tā ielabo augsni līdzīgi kā tauriņzieži, bet tās uzturēšanai nepieciešams ieguldīt mazāk pūļu. Stādījumu platības nevajag iežogot, jo briežu dzimtas dzīvnieki baltalksni uzturā praktiski neizmanto – tāpat šī suga piemērota neliela izmēra neregulārām platībām, kas atrodas nostatus no pārējiem laukiem, kā arī ar mežu robežojošās teritorijās (Daugaviete *et al.*, 2017). Finansiāls atbalsts tiešmaksājumu veidā tiek sniegts par stādījumiem, kas paredzēti 5 gadu aprītes periodam, bet ilggadīgie kokaugu stādījumi savu statusu saglabā līdz pat 15 gadu vecumam.

LVMI „Silava” pētījumi liecina, ka dabiski atjaunojies vai apmežojies baltalksnis līdz 5 gadu vecumam spēj saražot no 0.9 t ha⁻¹ (viengadīgs), ja audzes vidējais augstums Hv ir 0.8 m, līdz pat 64.4 t ha⁻¹ (piecgadīgs), ja audzes vidējais augstums Hv ir 4.8 m (Daugaviete, 2010). Kā apstiprina pētījumi, koku skaits šādā dabiski atjaunojušā platībā 1–5 gadu periodā maksimāli sasniedz 220 tūkst. ha (viengadīgi) līdz 33. 6 tūkst ha (piecgadīgi) (Daugaviete, 2010).

Savukārt piecpadsmgadīgās dabiskās baltalkšņa audzēs biomasas daudzums atkarīgs gan no koku skaita uz platības vienības, gan bonitātes, un tas var mainīties no $5.7 T_{\text{sausnas}} \text{ ha}^{-1}$ (pie $H_{20}=8 \text{ m}$) līdz $127.3 T_{\text{sausnas}} \text{ ha}^{-1}$ (pie $H_{20}=20 \text{ m}$), ja koku skaits svārstās no 2.9 tūkst. ha līdz 15.7 tūkst. ha (Bisenieks *et al*, 2010).

Neraugoties uz pozitīviem pētījumiem par baltalkšņa biomasas uzkrāšanos samērā īsā laika periodā, tā spēju augt pieticīgos apstākļos, pateicoties simbiozei ar aktinomicētēm raksturīgo spēju piesaistīt atmosfēras slāpekli, veidot bagātīgu lapu masu – tādējādi bagātinot augsni gan ar organisko vielu, gan slāpekli –, tā audzēšana nav guvusi lielu popularitāti (Lazdiņš, 2007; Bārdule, Lazdiņš, 2010). Līdzīgi kā savulaik bērzs, arī baltalkšnis joprojām gan mežsaimniecībā, gan lauksaimniecībā tiek uzskatīts par „nezāli”.

Tā kā līdz šim pētījumi par baltalkšņa audžu ražību un iegūstamo biomasu tika veikti dabiski atjaunojušās platībās, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts (LVMI) „Silava” un LLU Zemkopības zinātniskais institūts (LLU ZZI), īstenojot kopīgu izpēti projektu, 2011. gadā ierīkoja baltalkšņa stādījumu lauksaimniecības zemē, kurā stādījuma biezums atbilst prasībām, kādas noteiktas, lai to atzītu gan par mežaudzi, gan plantāciju mežu, gan arī īsircimeta atvasāju.

Pētījuma mērķis: noskaidrot lauksaimniecības zemē stādītu baltalkšņa plantāciju optimālo biezumu, augšanas gaitu, papildu mēslojuma nepieciešamību, iegūstamo biomasu dažādos augšanas periodos.

Darba uzdevumi:

- baltalkšņa stādījumu saglabāšanās un augšanas gaita 8 gadu periodā;
- baltalkšņa reakcija uz mēslojumu – pelni, notekūdeņu dūņas;
- baltalkšņa plantācijas ražība un iegūstamā biomasa pie norādītā plantācijas šķērslaukuma, biezuma un mēslojuma;
- astoņgadīgu baltalkšņa plantāciju prognozējamie bruto ieņēmumi.

Materiāli un metodes

LVMI „Silava” un LLU ZZI, īstenojot kopīgu projektu, 2011. gadā ierīkoja baltalkšņa stādījumu lauksaimniecības zemē, kurā eksperimentālajā demonstrāciju stādījumā koki izvietoti 2.5 metru attālumā viens no otra, t.i., 1600 koki ha^{-1} .

Ierīkojot stādījumu, augsnes ielabošanai izmantoja koksnes pelnu 6 t ha^{-1} vai sadzīves notekūdeņu dūņu 10 t ha^{-1} pamatmēslojumu. Katrs variants ierīkots 4 atkārtojumos: 1. variants – kontrole; 2. variants – pelni; 3. variants – notekūdeņu dūņas.

Koku augšanas rādītāji novērtēti katrā variantā un atkārtojumā, nomērot katru atsevišķu koku, iegūstot koka augstuma H , m mērījumu un koka stumbra diametru 1.3 m augstumā (1). Izmantojot šos parametrus, ir aprēķināts koka tilpums, m^3 (1. formula).

Koka tilpums aprēķināts pēc I. Liepas (Liepa, 1996) formulas:

$$V = \psi \times h^{\alpha} \times d^{\beta \times \lg h + \varphi}, \quad (1)$$

kur h – koka augstums, m;

d – koka stumbra diametrs 1.3 m augstumā, cm (1, lipīguma koeficienti: $\psi = 0.7450 \times 10^{-4}$, $\alpha = 0.81295$, $\beta = 0.06935$, $\varphi = 1.85346$ (Liepa, 1996, Donis 2014).

Baltalkšņa krāja katrā variantā aprēķināta pēc formulas:

$$V = V_{\text{vid.}} \times N, \quad (2)$$

kur $V_{\text{vid.}}$ – vidējais koka tilpums variantā, m^3 ;

N – koku skaits, ha.

Baltalkšņu biomasa novērtēta pēc O. Miezītes izstrādātām formulām (Miezīte, 2008):

- Dabīgi svaiga biomasa $m_{\text{dm}} = 0.1357d^{2.5377}$, kur d – koka stumbra diametrs 1.3 m augstumā, cm (3).
- Dabīgi sausa biomasa $m_{\text{sausna}} = 0.07d^{2.5377}$, kur d – koka stumbra diametrs 1.3 m augstumā, cm (4).

Baltalkšņa biomasa katrā variantā aprēķināta pēc formulas:

$$M = m_{\text{vid}} \times N, \quad (5)$$

kur m_{vid} – vidējā koka biomasa, kg;

N – koku skaits, ha.

Identiska formula baltalkšņa dabiski svaigas biomasas aprēķināšanai izstrādāta LVMI „Silava” (Bārdulis *et al.* 2010):

$$M = 0.2417 d^{2,3}, \quad (6)$$

kur d – koka stumbra diametrs 1.3 m augstumā, cm.

Koku augšanas rādītāji novērtēti 2014. gadā 4 gadu vecumā un 2018. gada noslēgumā 8 gadu vecumā. Četrgadīgiem alkšņiem vidējais augstums, neizmantojot mēslojumu, bija 1.93 m, bet, izmantojot koksnes pelnus – 1.84 m. Savukārt, ja pamatmēslojumā ir iestrādātas sadzīves notekūdeņu dūņas, baltalkšņi sasniedza 1.98 m augstumu, koka stumbra diametrs 1.3 m augstumā, cm attiecīgi bija 2.0, 1.8 un 1.9 cm. Veicot koku svēršanu, tika noskaidrots, ka no viena ha iegūstamā apjoma sausnas masa ir 0.91, 0.77, 0.92 tonnas, neizmantojot pamatmēslojumu – 0.91, iestrādājot koksnes pelnus – 0.77, bet izmantojot notekūdeņu dūņas – 0.92 (Lazdiņa, Daugaviete, 2010).

Veicot atkārtotu uzmērīšanu pēc 4 gadiem, iegūti dati, kas apliecina, ka kontroles platībās astotajā gadā koku augstums $H_v=5.6$ m un koka stumbra diametrs 1.3 m augstumā, cm veido 6.1 cm, ar koksnes pelniem mēslotajiem attiecīgi – 5.9 m un 6.4 cm, bet ar notekūdeņu dūņām mēslotajās lauka daļās – 6.0 m un 6.5 cm (2. tab.).

2. tabula Table 2

**Baltalkšņa plantāciju (astogadīgi) augšanas gaita dažādos mēslojuma variantos
(4 atkārtojumi)**

The growth parameters of grey alder in different fertilizer variants (in 4 replications)

N.p.k.	Rādītāji/Parameters	Varianti/Variants		
		pelni / ssh, 6 t ha ⁻¹	dūņas / sludge, 5 t ha ⁻¹	kontrole/control
1.	Koka stumbra diametrs 1.3 m augstumā, cm / Mean diameter in 1.3 m height, cm	5.9	6.5	6.1
2.	Koka augstums / Mean height, H, m	6.4	6.0	5.6
3.	Koka šķērslaukums / Mean stand basal area, g, m ²	0.00318	0.00332	0.00292
4.	Koka tilpums / Stem mean volume, v, m ³	0.01108	0.01136	0.00918
5.	Koku skaits uz 1 ha / Number of trees per ha	1926	1704	2114
6.	Plantācijas šķērslaukums / Stand basal area, S, m ² ha ⁻¹	6.12	5.66	6.17
7.	Krāja / Stand mean volume, V, m ³ ha ⁻¹	21.34	19.36	19.41
8.	Biomasa, dabiski mitra / Biomass, naturally humid, t ha ⁻¹	31.465	34.289	38.306
9.	Biomasa, dabiski sausa / Biomass, dry mass, t ha ⁻¹	16.230	17.687	19.766

Astotajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas vienā hektārā kontroles variantā uzskaitīti 2114 koki un atvases, ar pelniem mēslotajās vietās – 1926 koki un atvases, dūņu pamatmēslojuma izmantošanas vietās – 1704 koki un atvases. Vērtējot sasniegto rezultātu mežsaimnieciskās mērvienībās, ņemot vērā saglabājušos koku un atvašu skaitu uz ha, pašreizējā koku krāja svārstās no 19.4 m³ ha⁻¹ (dūņu un kontroles variantos) līdz 21.3 m³ ha⁻¹ (pelnu variantā). Pašreiz iegūstamā

baltalkšņa dabiski sausa biomasa dažādos izmēģinājuma variantos sasniedz 16.23 t ha⁻¹ (pelnu variantā) līdz 19.8 t ha⁻¹ (kontroles variantā).

Atkārtoti mērījumi astoņgadīgā stādītā baltalkšņa plantācijā liecina, ka iegūtā biomasa jau sasniedz 16.23–19.8 t ha⁻¹.

Secinājumi

Izvērtējot astoņgadīgu baltalkšņa plantāciju augšanas gaitu un produktivitāti, secinām, ka iegūstamā biomasa no 1 ha kontroles variantā būtiski neatšķiras – bez mēslošanas un, veicot mēslošanu ar pelniem vai notekūdeņu dūņām, attiecīgi tiek konstatēti šādi rādītāji – 19.8 t ha⁻¹, 16.3 t ha⁻¹ un 17.7 t ha⁻¹.

Stādītās astoņgadīgās plantācijās baltalkšnis veido stumbra un sakņu atvases, palielinot koku skaitu vidēji par 6–32%.

Piezīmes

Šis pētījums veikts projekta, kas saņem Eiropas Savienības pētījumu un inovāciju programmas “Apvārsnis 2020” finansējumu, ietvaros, līguma numurs 727698 (this project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme und grant agreement No 727698).

Izmantotā literatūra

1. Bārdule A., Lazdiņš A. (2010). Oglekļa un slāpekļa piesaiste minerālaugsnēs baltalkšņa (*Alnusincana* (L.) Moench) audzēs apmežojušās lauksaimniecības zemēs. *Mežzinātne* 21(54): 95.–109. lpp.
2. Bārdulis A., Daugaviete M., Bārdule A., Lazdiņš A. (2010). The biomass production in above and under – ground grey alder (*Alnusincana* (L.) Moench) youngstands. **In:** *Solutionson Harmonising Sustainability and Nature Protection with Socio-Economic Stability*. 3rd International Scientific Conference of the Vidzeme University of Applied Science and Nature Conservation Agency North Vidzeme Biosphere Reserve, Valmiera, Latvija, p. 17–18.
3. Bārdulis A., Daugaviete M., Lazdiņš A., Bārdule A., Liepa I. (2011). Biomasas struktūra un oglekļa uzkrāšanās virszemes un sakņu biomasā baltalkšņa *Alnusincana* (L.) Moench jaunaudzēs lauksaimniecības zemēs. *Mežzinātne*, Nr. 36 (56), 71.–88. lpp.
4. Bisenieks J., Daugavietis M., Daugaviete M. (2010). Baltalkšņu audžu ražības modeļi. *Mežzinātne*, Nr. 21(54): 31.–44. lpp.
5. Būmanis K., Domkins A. (2008). *Enerģētiskās koksnes plūsmas teorētiskā un eksperimentālā modeļa izstrāde un produktu kvalitātes prasību izvērtējums*. Pārskats. Lauku atbalsta dienesta līguma numurs: Nr. 070508/ S148, Jelgava, 96 lpp.
6. Daugaviete M. (2010). Biomasas uzkrāšanās baltalkšņa (*Alnusincana* (L.) Moench) jaunaudzēs. *Mežzinātne*, Nr. 21(54): 16.–30. lpp.
7. Daugaviete M. (2011). Above-ground Biomass in Young Grey Alder (*Alnusincana* (L.) Moench) stands. *Baltic Forestry*, No. 17 (1): p. 76–30.
8. Daugaviete M., Bārdulis A., Lazdina D., Daugavietis U., Bārdule A. (2015). Potential of producing wood biomass in short rotation Grey alder (*Alnusincana* (L.) Moench) plantations on agricultural lands. **In:** *Proceeding of the 25th NJF Congress*, Riga, Latvia, 16th–18th of June, 2015, p. 394–399.
9. Daugaviete M., Bambe B., Lazdiņš A., Lazdiņa D. (2017). *Plantāciju mežu augšanas gaita, produktivitāte un ietekme uz vidi*. Monogrāfija. Salaspils: LVMI „Silava”, DU AA Saule, 470 lpp.
10. Daugavietis M., Daugaviete M., Bisenieks J. (2009). The management of Grey Alder (*Alnus incana* Moench) stands in Latvia. **In:** *Engineering for Rural Development*, proceedings of 8th International Scientific Conference. 28.–29.05. 2009, Jelgava, Latvia, p. 229–234.

11. Donis J. (2014). Pārskats par MAF pētījumu „Zinātniskā pamatojuma izstrāde informācijas aktualizācijai Meža Valsts reģistrā”. Līguma Nr. 290514/S136. Izpildes laiks: 29.05.2014–12.11.2014. „Silava”: 47 lpp.
12. Lazdiņa D., Daugaviete M. (2010). Short rotation woody energy crops in Latvia. **In: Students on their way to science**, collection of abstracts of 5th International Scientific Conference, Jelgava: LUA, p. 30–40.
13. Lazdiņš A. (2007). Augsnes īpašību un baltalkšņa augšanas gaitas mijiedarbības izvērtēšana. Lapu koku programma. Pārskats par Līguma Nr. VP07 4. etapa izpildi, 01.03.2007–21.11.2007.
14. Liepa I. (1996). *Pieauguma mācība*. LLU. Jelgava. 123 lpp.
15. Miežīte O. (2008). *Baltalkšņa audžu ražības un struktūras pētījumi*. Promocijas darbs mežzinātņu doktora (Dr.silv) zinātniskā grāda iegūšanai. Jelgava. 141 lpp.
16. *Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā*. (2012) P. Rivžas red., LLU, SIA “Jelgavas Tipogrāfija”, 391 lpp. ISBN 978-9984-48—085-5.
17. Rytter L., Rytter R.M. (2016). Growth and carboncapture of grey alder (*Alnus incana* L.) Moench.) under north European conditions – Estimates base donreported research. *Forest Ecology and management*, No. 373 (2016): p. 56–65.
18. Tullus H., Tullus A., Rytter L. (2013). Short-rotation forestry for supplying biomass for energy production. **In: Forest BioEnergy Production**, Keellomaki S., Kilpelainen A., Alam A. (Eds.). Springer Science+Business Media, NewYork, p. 39–56.
19. Uri V., Aosaar J., Varik M., Becker H., Ligi K., Padari A., Kanal A., Lohmus K. (2014). The Dynamics of biomass production, carbon and nitrogen accumulation in grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) chrono sequence stands. *Forest Ecology and Management*, Vol. 327, 1 September 2014, p. 106–117.

AUZU UN MIEŽU ŠKIRŅU GRAUDU RAŽĪBA UN KVALITĀTE ATKARĪBĀ NO MĒSLOŠANAS NORMAS UN AUDZĒŠANAS VIETAS

Solveiga Maļeckā, Veneranda Stramkale, Aija Vaivode

Agroresursu un ekonomikas institūts

stende@arei.lv

Ievads

Augkopība – viena no vadošajām Latvijas lauksaimniecības nozarēm, kas nodrošina lielu saražotās produkcijas apjomu. Ražošana jāsabalansē ar ilgtspējīgas saimniekošanas principiem, samazinot lauksaimniecības ietekmi uz vidi. Latvijas Lauku attīstības programmas 2014.–2020. gadam pasākuma “Zināšanu pārneses un informācijas pasākumi” apakšpasākuma “Atbalsts demonstrējumu pasākumiem un informācijas pasākumiem” ietvaros tiek īstenots projekts “Perspektīvu, Latvijā selekcionēto kviešu, auzu, miežu šķirņu integrētās audzēšanas demonstrējums dažādos Latvijas reģionos”, tā realizācijas laikā plānots iegūt objektīvus datus par jaunajām un Latvijas apstākļiem īpaši atlasītajām kviešu, auzu, miežu šķirnēm, novērtējot ražību, ražas atbilstību pārtikas graudu kvalitātes prasībām, salīdzināt tās ar šobrīd plašāk audzētajām attiecīgās labības sugu šķirnēm divos ražības līmeņos, augu aizsardzībai izmantojot integrētu pieeju. Latvijā 2018. gadā vislielākās platības aizņēma labību sējumi – 11 000 ha, no tiem gandrīz 70% ir vasarāju labību sējumi. Viena no populārākajām vasaras miežu šķirnēm bija ‘Kristaps’, no auzu šķirnēm – ‘Laima’ un ‘Galant’ (Nīcmane, 2018), tāpēc arī minētās šķirnes tika iekļautas pētījumā. Jaunās šķirnes ‘Didzis’ (Bleidere, 2018) un ‘Saule PR’ (Legzdiņa, 2018), kuras iekļautas izmēģinājumos, radītas Agroresursu un ekonomikas institūtā. Pētījuma rezultātu popularizēšana rosinās lauksaimniekus izvērtēt šķirņu un tehnoloģisko risinājumu izmantošanas iespējas savās saimniecībās. Raksta mērķis – iepazīstināt ar jaunām, īpaši Latvijas apstākļiem radītām auzu un miežu šķirnēm, novērtējot ražību un graudu kvalitāti, salīdzināt tās ar šobrīd plašāk audzētajām šķirnēm.

Materiāli un metodes

Demonstrējuma izmēģinājumi ierīkoti 2018. gadā trīs Latvijas plānošanas reģionos (Kurzemes, Vidzemes un Latgales), izvietoti audzēšanas vietās – Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Stendes pētniecības centrā (Stendes PC), AREI Priekuļu pētniecības centrā (Priekuļu PC) un SIA „Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs” (LLZC).

1. tabula Table 1

Izmēģinājuma vietas raksturojums Characteristics of trial places

Izmēģinājuma vietas rādītāji / Indicators in trial place	Stendes PC	Priekuļu PC	LLZC
Augsnes veids / Soil type	Velēnu vāji podzolēta / Podzolic turf	Velēnu podzolēta / Podzolic turf	Velēnu podzolēta / Podzolic turf
Granulometriskais sastāvs / Granulometric composition	Smilšmāls / Sand loam	Mālsmilts / Clay loam	Smilšmāls / Sand loam
Organisko vielu saturs / Organic matter content, %	1.8	1.7	4.3
Augsnes reakcija / Soil reaction	5.3	5.6	6.1
P ₂ O ₅ saturs, mg kg ⁻¹	180	215	44
K ₂ O saturs, mg kg ⁻¹	197	216	72
Priekšaugi / Previous crop	Lauku pupas / Faba beans	Kartupeļi / Potatoes	Vasaras kvieši / Spring wheat
Lauciņa platība / plot area, m ²	12	10.8	16

Demonstrējumos salīdzināja divas jaunās, Latvijā selekcionētās šķirnes, kā arī divas plašāk audzētas auzu un vasaras miežu šķirnes divos audzēšanas tehnoloģiju variantos, izvēloties divus demonstrējuma videi un sugas potenciālam atbilstošus ražības līmeņus (N1 un N2).

Izvērtējot augsnes analīzes un izveidojot mēslošanas plānu 2018. gadā (1. un 2. tab.), auzām un miežiem Stendes PC un Priekuļu PC ražības līmeņi bija 5 t ha⁻¹ un 7 t ha⁻¹, bet LLZC – 4 t ha⁻¹ un 6 t ha⁻¹. Izvēlētas auzu šķirnes – ‘Laima’, ‘Galant’ un jaunā ‘Lelde’, līnija 34419. Miežu šķirnes – ‘Kristaps’, ‘Propino’. Jaunās – ‘Didzis’, ‘Saule PR’. Izmēģinājumu vietas raksturojums atspoguļots 1. tab.

Stendes PC izmantotie mēslošanas līdzekļi – superfosfāts (P₂O₅19), NPK 15-15-15, NPK 8-20-30 un amonija nitrāts (N34). Priekuļu PC – NPK 15-15-15 un amonija nitrāts (N34). LLZC – amofoss (N12-P52-K0), kālija hlorīds (K₂O 60), NPK 15-15-15 un amonija nitrāts (N34). Mēslojuma normas norādītas 2. tab., variantā N1 viss mēslojums lietots kā pamatmēslojums, bet variantā N2 slāpekļa mēslojums dots dalīti augu cerošanas stadijā, un devas lielums dažādās izmēģinājuma vietās bija atšķirīgs.

2. tabula Table 2

Mēslojums miežu un auzu sējumā 2018. gadā
Fertilizer in barley and oats in 2018

Ražības līmeņi / <i>Level of yield</i>	Graudaugu sugas / <i>Cereal species</i>	NPK tīrvielās / NPK <i>active substance</i> , kg ha ⁻¹		
		Stendes PC	Priekuļu PC	LLZC
N1	Mieži / <i>Barley</i>	87-24-37	91-10-19	76-43-75
N2		131-33-50	142-13-25	118-63-110
N1	Auzas / <i>Oats</i>	81-28-66	80-10-19	76-43-75
N2		121-28-66	127-15-29	110-57-131

N1 – 4 vai / or 5 t ha⁻¹; N2 – 6 vai / or 7 t ha⁻¹.

Stendes PC sēja veikta 27.04.2018., Priekuļu PC un LLZC – 07.05.2018. Jūnijā visam izmēģinājumam profilaktiski izmantots fungicīds un lapu mēslojums, kā arī divas reizes augi apstrādāti ar insekticīdu. Visi plānotie augu aizsardzības līdzekļi netika izmantoti, jo attiecīgo augu attīstības etapu laikā valdīja ļoti karsts un sauss laiks. Stendes PC ražu novāca 7. augustā, Priekuļu PC – 8. un 10. augustā, LLZC – 22. augustā. Demonstrējumā veikta graudu ražas uzskaitē, kas pārreķināta pie standartmitruma, un noteikti iegūtās ražas graudu kvalitātes rādītāji (proteīna saturs (%) un tilpummasa (g L⁻¹)), izmantojot analizatoru *Infratec Nova*. Auzu un miežu graudiem noteikta arī 1000 graudu masa.

Rezultāti

Veģetācijas periodā 2018. gadā vasarāju mitruma nodrošinājums bija nepietiekams. Karstā un sausā laika ietekmē augu attīstības stadijas strauji mainījās, tādēļ šķirņu potenciāls netika pilnībā realizēts un lietotās audzēšanas tehnoloģijas nespēja parādīt efektivitāti.

Auzām Stendes PC 5 t ha⁻¹ ražības līmeni sasniedza šķirne ‘Galant’, bet Priekuļu PC – šķirnes ‘Galant’, ‘Lelde’ un līnija 34419, toties nerasniedza šķirne ‘Laima’. LLZC visas auzu šķirnes ražībā bija pārsniegušas 4 t ha⁻¹. Diemžēl 2018. gada klimatiskajos apstākļos palielināta mēslojuma normu lietošana, lai sasniegtu ražas līmeni 6 vai 7 t ha⁻¹, neattaisnojās, un iegūtās ražas bija tikai par 0,14–1,51 t ha⁻¹ lielākas, salīdzinot ar zemāko (4 vai 5 t ha⁻¹) ražības līmeni.

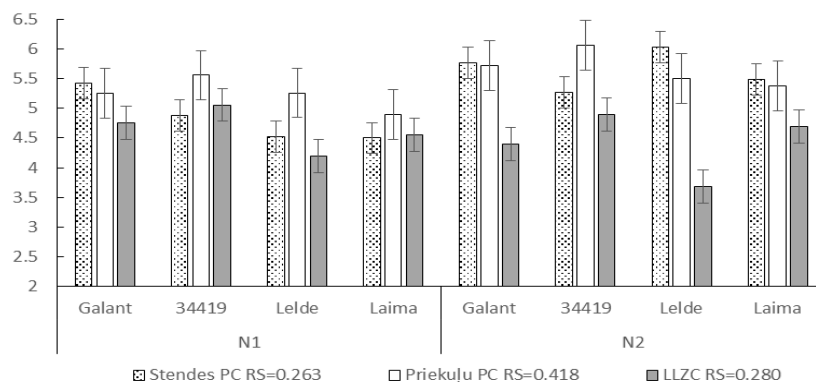

1. att. Auzu šķirņu raža (t ha⁻¹).

Fig 1. Yield of oat varieties.

Miežiem ražas līmeni 5 t ha⁻¹ (N1) Stendes PC sasniedza šķirne ‘Kristaps’, Priekuļos visas pētītās šķirnes un LLZC visas šķirnes, izņemot ‘Sauli’. Palielinātu mēslojuma normu lietošana (N2) visās izmēģinājuma vietās šajā gadā nenodrošināja plānoto ražu. Šķirnei ‘Didzis’ pēc pagājušā gada lietavām sēklas laboratorijā noteiktie dīdžības rādītāji bija zemi, bet dīdžība uz lauka bija ievērojami augstāka, tāpēc bija grūti objektīvi izvērtēt šīs šķirnes ražu, salīdzinot ar pārējām šķirnēm.

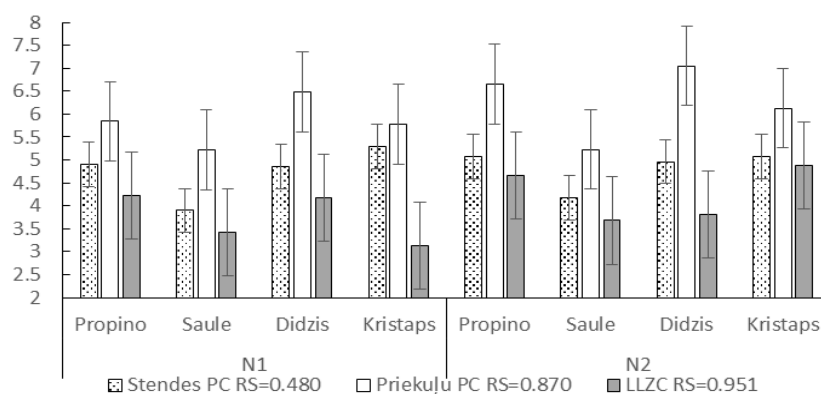

2. att. Miežu šķirņu raža (t ha⁻¹).

Fig 1. Yield of barley varieties.

Karstais, saulainais laiks sekmēja proteīna uzkrāšanos graudos (auzām 10.4–13.5%, miežiem 10.8–18.3%), īpaši miežiem mēslojuma normas palielināšana nodrošināja proteīna satura pieaugumu graudos par 2.28–2.75% Priekuļu PC, par 1.26–1.69% LLZC un par 0.51–0.99% Stendes PC, savukārt auzām tas bija ievērojami mazāks (0.21–1.04%). Graudi bija sīkāki nekā iepriekšējos gados mitruma trūkuma dēļ. Auzām augstākā 1000 graudu masa tika konstatēta Priekuļu PC izmēģinājumos, N1 mēslojuma fonā 1000 graudu masa bija 30.27–38.53 g. Palielinot mēslojuma normu, atsevišķām šķirnēm (Līnija 34419 un ‘Lelde’ LLZC; ‘Lelde’ un ‘Laima’ Stendes PC) iegūta augstāka TGM. Miežiem iegūtā TGM bija 41.80–49.83 g, mēslojuma normu palielināšana šajā veģetācijas sezonā tikai dažām šķirnēm (‘Propino’ LLZC un Stendes PC) nodrošināja 1.42 g un 0.31 g pieaugumu. Augstākā graudu tilpummasa auzām iegūta Priekuļu PC (513.6–539.7 g L⁻¹), tikai Stendes PC šķirnēm ‘Lelde’ un ‘Laima’, palielinot mēslojuma fonu, iegūta tilpummasas pieaugums. Miežu graudu tilpummasas (651.2–709.6 g L⁻¹) bija līdzīgas visās izmēģinājuma vietās. Palielinot mēslojuma normu, LLZV šķirnei ‘Propino’ un ‘Kristaps’, kā arī Stendes PC ‘Saule’ un ‘Didzis’ palielinājās tilpummasa. Kopumā auzu un miežu tilpummasas bija tuvas šķirņu vidējiem ilggadīgiem rādītājiem.

Secinājumi

Veģetācijas periodā 2018. gadā karstā un sausā laika ietekmē vasarāju labību augu attīstības etapi strauji mainījās, tādēļ šķirņu ražības potenciāls netika pilnībā sasniegts, un īstenotās audzēšanas tehnoloģijas nebija efektīvas.

Salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem, vasarāju ražas bija vidēji par 30–40% zemākas. Šajā gadā visās izmēģinājuma vietās, lietojot palielinātas mēslojuma normas, plānotais ražības līmenis netika sasniegts.

Visās izmēģinājuma vietās graudu tilpummasas bija līdzvērtīgas un tuvas šķirņu vidējiem ilggadīgiem rādītājiem. Šajā veģetācijas sezonā mitruma trūkuma dēļ graudi bija sīkāki nekā iepriekšējos gados, un mēslojuma normu palielināšana būtisku TGM pieaugumu deva tikai atsevišķām šķirnēm. Karstais, saulainais laiks sekmēja proteīna uzkrāšanos graudos, un mēslojuma normas palielināšana nodrošināja proteīna satura palielināšanos.

Izmantotā literatūra

1. Bleidere M., Grunte I. (2018). Jaunā vasaras miežu šķirne ‘Didzis’. *AgroTops*, Nr. 4 (248), 26.–28. lpp.
2. Nīcmane I. (2018). 2018. gada sēklaufzēšanas sējumi un populārākās šķirnes, *AgroTops*, Nr. 10 (254), 30.–31. lpp. [Tiešsaiste][skatīts 01.02.2019.]. Pieejams: <http://laukos.la.lv/2018-gada-seklaudzesanas-sejumi-un-popularakas-skirnes>
3. Legzdiņa L. (2018). Jauna vasaras miežu šķirne ‘Saule. PR’. [Tiešsaiste] [skatīts 01.02.2019.]. Pieejams: <http://laukos.la.lv/jauna-vasaras-miezu-skirne-saule-pr>

SIA „VERMIVILLA” RAŽOTĀ VERMIKOMPOSTA LIETOŠANAS EFEKTIVITĀTE UZ BUMBUĻU RAŽU KARTUPEĻIEM AR ZILU VAI VIOLETU MĪKSTUMU

THE EFFECT OF VERMICOMPOST PRODUCED IN „VERMIVILLA” LTD. ON POTATO WITH BLUE OR VIOLET FLESH TUBER YIELD

Aivars Pogulis
ZS „Pilsūmi”
aivars.pogulis@inbox.lv

Ievads

Latvijā pieaug interese par mazāk pazīstamu kartupeļu pēc fenotipiskajām pazīmēm (sarkans, zils un violets bumbuļu mīkstums) audzēšanu, lietošanu uzturā un pārstrādi.

Latvijā, Čehijā un ASV veikto izmēģinājumu apkopotie rezultāti apstiprina faktu, ka no kartupeļiem, kam ir zils un violets bumbuļu mīkstums, audzējot tos līdzīgos augšanas apstākļos un īstenojot līdzīgu agrotehniku ar tradicionāli ierastajām kartupeļu šķirnēm, kam ir balts vai dzeltens bumbuļu mīkstums, iegūst par 9% līdz 69% mazāku bumbuļu ražu (Pogulis, 2018). Tas nozīmē, ka par krāsaino kartupeļu audzēšanas agrotehniku ir jārūpējas ievērojami vairāk. Vispirms ir jāpanāk augstāka kultūrauga produktivitāte, kas ir cieši saistīta ar produkta ražošanas ekonomisko izdevīgumu. Produktivitāte kā vērtības mērs kalpo arī pietiekami pievilcīgas pārdošanas cenas veidošanai, domājot par tiem cilvēkiem, kuriem ir nepietiekami konkurētspējīga rocība veselīgas pārtikas iegādei un kuri kopumā patērētāju lokā veido vērā ņemu īpatsvara daļu.

Latvijas Universitātes Augu fizioloģijas katedras profesors, Dr. hab. biol. Ģederts Ieviņš savos pētījumos secina, ka vermikomposts ir efektīvs mēslošanas līdzeklis, kas nodrošina augu fizioloģisko veiktspēju, biomasas pieaugumu un bioķīmisko kvalitāti. Tas ir koncentrēts mēslojums, kura devas jānormē atbilstoši optimālām izmantošanas vajadzībām un katra kultūrauga fizioloģiskajām prasībām. Vermikomposts zema minerālvielu nodrošinājuma apstākļos palielina augiem pieejamo minerālvielu daudzumu augsnē, veicinot augu augšanu un attīstību caur palielinātu minerālvielu piegādi – hormoniem līdzīgie savienojumi sekmē augu augšanu un attīstību. Savukārt augsta minerālvielu nodrošinājuma apstākļos uz augiem daudz efektīvāk iedarbojas hormoniem līdzīgie savienojumi un vermikompostā esošā organiskā viela, bet mikroorganismi sekmē augsnes auglības atjaunošanos (Ieviņš, 2019).

Pētījuma mērķis bija noskaidrot vermikomposta ietekmi uz specifisku kartupeļu grupu pēc fenotipiskajām pazīmēm (zils un violets bumbuļu mīkstums) produktivitātes līmeņa paaugstināšanu, izmantojot bioloģiskās saimniekošanas principus Latvijas agroklimatiskajos apstākļos. Pētījumā iegūtie praktiskās pieredzes rezultāti atspoguļo SIA „Vermivilla” ražotā organiskā mēslošanas līdzekļa – vermikomposta „Biohumuss (slieku komposts)” – lietošanas efektivitāti, kā arī papildina līdz šim apgūto pieredzi par vermikomposta lietošanas nozīmi kartupeļu audzēšanā.

Materiāli un metodes

Izmēģinājums īstenots 2017. un 2018. gadā ZS „Pilsūmi” (57°45'8.45" Z plat., 24°55'49.6" A gar.), Alojas pagastā, Alojas novadā.

Augsne – velēnu podzolaugsne (PVv) ar smilšmāla granulometrisku sastāvu, augsnes reakcija (pH KCl) bija 5.8 (vāji skāba), organiskās vielas saturs – 31 g kg⁻¹ (samērā daudz), fosfora (P₂O₅) saturs – 44 mg kg⁻¹ (zems saturs) un kālija (K₂O) saturs – 105 mg kg⁻¹ (vidējs saturs). Augsne analizēta Valsts augu aizsardzības dienesta Agroķīmijas departamenta Agroķīmijas laboratorijā saskaņā ar apstiprinātajām analīžu metodēm.

Pētījumā tika izmantots SIA „Vermivilla” („Bārbeles”, Viesītes pagasts, Viesītes novads) ražotais vermikomposts, kura tirdzniecības nosaukums ir „Biohumuss” (reģistrācijas apliecības Nr. G 0.06-1128-15). Vermikomposts iegūts no kompostētiem liellopu pakaišu kūtsmēsliem, tos pārstrādājot ar sliekām. Vermikomposta sastāvs: kopējais slāpekļs 0.9%, kopējais fosfors 0.8% P₂O₅, kopējais kālijs 1.2% K₂O, organiskās vielas saturs 20%, pH 8.2, mitrums max 60%. Produkts

pēc fizikālajām īpašībām – pulverveida viela (iegūts pēc kūtsmēsļu komposta apstrādes ar sliekām, produkta nogatavināšanas, žāvēšanas un sijāšanas).

Pētījumā tika salīdzinātas šādas vermikomposta devas: 0 g (kontrolē), 40 g un 80 g uz katru bumbuļu (attiecīgi 2.0 un 4.0 t ha⁻¹), lietojot lokāli kartupeļu stādīšanas brīdī.

Abos izmēģinājuma gados kartupeļi tika iestādīti 12. maijā. Vagu platums – 70 cm. Kartupeļu sēklas bumbuļu diametrs 35–55 mm, masa 40–80 g. Stādīšanas attālums starp bumbuļiem 28–30 cm.

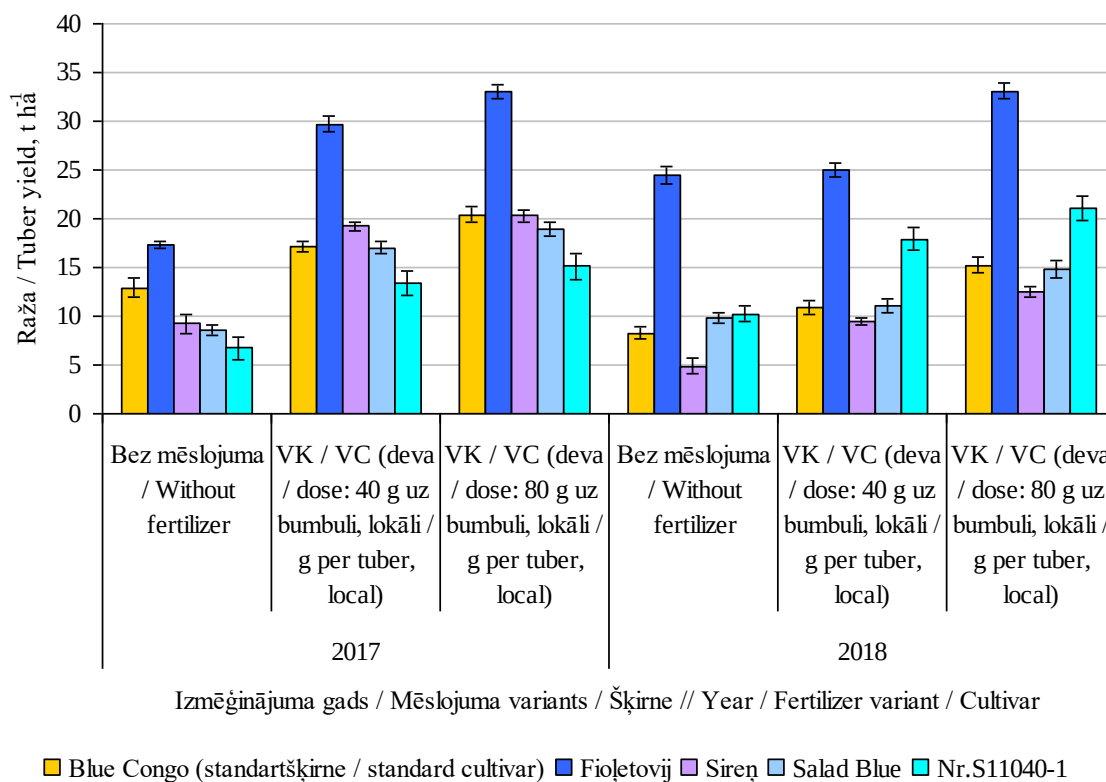
Raža vērtēta no trīs atkātojumiem (uzskaites lauciņa platība 7 m²), aprēķinot vidējo aritmētisko reprezentācijas kļūdu Sx.

Pētījuma rezultāti iegūti no pieciem genotipiem: četrām šķirnēm: ‘Blue Congo’ (izcelsme nav zināma), ‘Fioļetovij’ (Krievija), ‘Salad Blue’ (Lielbritānija), ‘Sireņ’ (Krievija) un viena selekcijas materiāla Nr. S11040-1 (Latvija, AREI Priekuļu pētniecības centrs).

Veģetācijas laikā stādījumā nelietoja herbicīdus, fungicīdus un insekticīdus. Nezāles ierobežoja pēc nepieciešamības attiecīgajā gadā – rindstarpu vagošana 4–5 reizes, un papildus tās ravēja arī ar rokām 1–3 reizes. Kartupeļu lapgrauža (*Leptinotarsa decemlineata*) vaboles tika nolasītas ar rokām, ja tas bija nepieciešams (atsevišķi īpatņi tika pamanīti 2017. gadā). Kartupeļu novākšana: 2017. gadā ‘Salad Blue’ un ‘Sireņ’ novāca 17. augustā, ‘Blue Congo’ – 6. septembrī, ‘Fioļetovij’ – 26. septembrī, bet selekcijas materiālu Nr. S11040-1 – 11. septembrī, savukārt 2018. gadā ‘Salad Blue’ un ‘Sireņ’ novāca 12. augustā, ‘Blue Congo’ – 16. augustā, ‘Fioļetovij’ – 28. septembrī, bet selekcijas materiālu Nr. S11040-1 – 28. oktobrī.

Rezultāti un diskusijas

Pētīto kartupeļu genotipu bumbuļu ražas 2017. gadā bija no 6.7 t ha⁻¹ (Nr. S11040-1, variants bez mēslojuma) līdz 33.1 t ha⁻¹ (‘Fioļetovij’, variants ar vermikomposta devu 80 g uz bumbuļu), savukārt 2018. gadā ražas amplitūda veidoja no 4.9 t ha⁻¹ (‘Sireņ’, variantā bez mēslojuma) līdz 33.1 t ha⁻¹ (‘Fioļetovij’, variantā ar vermikomposta devu 80 g uz bumbuļu) (skat. 1. att.).



1. att. SIA „Vermivilla” ražotā vermikomposta (VK) ietekme uz bumbuļu ražu kartupeļiem ar zilu vai violetu bumbuļu mīkstumu ZS „Pilsumi” izmēģinājumā.

Fig. 1. The effect of vermicompost (VC) produced in „Vermivilla” Ltd. on potato with blue or violet flesh tuber yield from the trial in farm „Pilsumi”.

Abos izmēģinājuma gados, lietojot SIA „Vermivilla” ražoto vermikompostu, kartupeļiem ar zilu vai violetu bumbuļu mīkstumu konstatēja, ka mēslojums pārbaudītajās devās, salīdzinot ar kontroli un savstarpēji, bija nodrošinājis būtisku bumbuļu ražas pieaugumu visiem pētījumā iekļautajiem genotipiem. Variantā bez mēslojuma 2017. gadā šķirnēm ‘Sireņ’ un ‘Salad Blue’, kā arī selekcijas materiālam Nr. S11040-1, bet 2018. gadā šķirnēm ‘Sireņ’ un ‘Salad Blue’ iegūtās bumbuļu ražas savā starpā būtiski neatšķīrās. Arī abos vermikomposta variantos šķirņu ‘Sireņ’ un ‘Salad Blue’ produktivitāte bija līdzvērtīga.

Kartupeļu stādīšanas brīdī lietojot SIA „Vermivilla” ražoto vermikompostu „Biohumuss” 40 g uz bumbuli, bumbuļu raža palielinājās no 0.5 t ha⁻¹ (‘Fioļetovij’ 2018. gadā) līdz 12.4 t ha⁻¹ (‘Fioļetovij’ 2017. gadā) vai no 2% (‘Fioļetovij’ 2018. gadā) līdz 109% (‘Sireņ’ 2017. gadā), bet lietojot 80 g uz bumbuli – attiecīgi no 5.0 t ha⁻¹ (‘Salad Blue’ 2018. gadā) līdz 15.8 t ha⁻¹ (‘Fioļetovij’ 2017. gadā) vai no 38% (‘Fioļetovij’ 2018. gadā) līdz 159% (‘Sireņ’ 2018. gadā). Salīdzinot abas izmēģinātās vermikomposta devas (80 g pret 40 g vermikomposta uz bumbuli), raža palielinājās no 1.1 t ha⁻¹ (‘Sireņ’ 2017. gadā) līdz 8.1 t ha⁻¹ (‘Fioļetovij’ 2018. gadā) vai no 6% (‘Sireņ’ 2017. gadā) līdz 39% (‘Blue Congo’ 2018. gadā).

1. tabula Table 1

SIA „Vermivilla” ražotā vermikomposta („Biohumuss”) ietekme uz bumbuļu iznākumu (%) pēc izmantošanas mērķa

Influence of vermicompost (Biohumuss) produced by “Vermivilla” Ltd. on tuber yield (%) by purpose of use

Šķirne / Cultivar	Variants* / Variant*	Izmantošanas mērķis / Purpose of use							
		sēklai / for seed 2.5–5.5 mm				pārtikai / for food 4.5–8.5 mm			
		2017	2018	vidēji / average	± salīdzinot ar kontroli / comparison with control	2017	2018	vidēji/ average	± salīdzinot ar kontroli/ comparison with control
‘Blue Congo’	1	88	80	84	-	42	25	34	-
	2	91	82	86	+2	33	14	23	-11
	3	87	86	86	+2	35	19	26	-8
‘Fioļetovij’	1	91	75	83	-	28	61	43	-
	2	91	79	84	+1	49	46	47	+4
	3	95	77	84	+1	34	65	52	+9
‘Sireņ’	1	83	82	83	-	26	28	27	-
	2	86	84	85	+2	32	27	29	+2
	3	77	88	83	±0	31	31	31	+4
‘Salad Blue’	1	83	89	87	-	34	45	41	-
	2	83	86	85	-2	34	41	39	-2
	3	93	79	83	-4	29	50	44	+3
Nr. S11040-1	1	89	86	87	-	1	20	10	-
	2	83	84	83	-4	13	24	19	+9
	3	92	90	91	+4	21	37	30	+20
Vidēji no visām šķirnēm / Average from all cultivar	1	87	82	85	-	24	37	30	-
	2	88	82	85	±0	32	30	31	+1
	3	89	84	86	+1	30	40	36	+6

* 1 – kontrole (bez mēslojuma) / control (without fertilizer); 2 – vermikomposta deva 40 g uz bumbuli / vermicompost dose 40 g per tuber (2.0 t ha⁻¹); 3 – vermikomposta deva 80 g uz bumbuli / vermicompost dose 80 g per tuber (4.0 t ha⁻¹).

Apkopotie rezultāti (1. tab.) apstiprina, ka vermikomposta lietošanas rezultātā vairums kartupeļu šķirņu ar zilu vai violetu mīkstumu iegūst pozitīvus rezultātus uz bumbuļu iznākumu sēklas vai pārtikas kartupeļu ražošanā.

Izmēģinātajām kartupeļu šķirnēm ar zilu vai violetu mīkstumu tika konstatēts izteikti augsts vidēja izmēra bumbuļu īpatsvars (no 75 līdz 95%), kas atbilst sēklas frakcijas izmēriem. Šķirnei ‘Blue Congo’ tas bija no 80 līdz 91%, ‘Fioļetovij’ – no 75 līdz 95%, ‘Sireņ’ – 77 līdz 88%, ‘Salad Blue’ – no 79 līdz 93% un selekcijas Nr. S11040-1 – no 83 līdz 92%. Savukārt pārtikas kartupeļiem noderīgajam izmēram kartupeļu bumbuļu īpatsvars starp šķirnēm būtiski atšķīrās un bija robežās no 1 līdz 65%. Vismazākais pārtikai noderīgo bumbuļu īpatsvars tika konstatēts selekcijas Nr. S11040-1 – no 1 līdz 37%, bet augstākais šķirnei ‘Fioļetovij’ – no 28 līdz 65%.

Secinājumi

Augstāko produktivitāti no 17.3 t ha⁻¹ (bez mēslojuma) līdz 33.1 t ha⁻¹ (ar vermikomposta devu 80 g uz bumbuli) abos izmēģinājuma gados uzrādīja kartupeļu šķirne ‘Fioļetovij’.

Nelietojot mēslojumu kartupeļiem ar zilu vai violetu mīkstumu, iegūtā bumbuļu raža atkarībā no genotipa bija no 4.9 t ha⁻¹ (‘Sireņ’, 2018. gadā) līdz 24.5 t ha⁻¹ (‘Fioļetovij’, 2018. gadā).

SIA „Vermivilla” ražotais vermikomposts „Biohumuss” tika iestrādāts stādīšanas brīdī un nodrošināja ievērojamu kartupeļu bumbuļu ražas pieaugumu genotipiem ar zilu vai violetu bumbuļu mīkstumu. Iegūtie bumbuļu ražas pieaugumi, pateicoties vermikomposta lietošanai, salīdzinātajiem genotipiem 2017. un 2018. gadā vidēji bija šādi:

- ✓ Ar devu 40 g uz bumbuli – 5.8 t ha⁻¹ jeb 52%, salīdzinot ar variantu bez mēslojuma;
- ✓ Ar devu 80 g uz bumbuli – 9.2 t ha⁻¹ jeb 82%, salīdzinot ar variantu bez mēslojuma;
- ✓ Ar devu 80 g uz bumbuli – 3.4 t ha⁻¹ jeb 20%, salīdzinot ar vermikomposta devu 40 g uz bumbuli.

Izmantotā literatūra

1. Ieviņš Ģ. (2019). Vermikomposta un komposta fizioloģiskās ietekmes salīdzinājums garšaugu bioloģiskajā audzēšanā. **No:** *Zemes apsaimniekošana atbilstoši bioloģiskās lauksaimniecības principiem – ilgtspējīgs ieguldījums Latvijas nākotnē*: Latvijas Universitāte, Latvijas Bioloģiskās lauksaimniecības asociācija un sabiedrība „BIOEFEKTS” zinātniski praktiskās konferences Lekciju apkopojums. (2019. gada 7. februāris) Rīga: LU Akadēmiskais centrs Dabas māja, 38.–45. lpp.
2. Pogulis A. (2018). Kartupeļu šķirņu ar zilu vai violetu mīkstumu produktivitātes raksturojums. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*, Zinātniski praktiskās konferences raksti (2018. gada 22. februāris), Jelgava: LLU, 80.–86. lpp.

ATCERAMIES

ĀRIM LEILANDAM – 80

Dzidra Kreišmane

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts
dzidra.kreismane@llu.lv

Lektors Āris Leilands dzimis 1939. gada 14. augustā Dobeles apriņķa Auru pagasta „Sprikstelēs”. Mācījies Spriksteļu četrgadīgajā pamatskolā un Irlavas vidusskolā, bet pēc Zaļenieku Lauksaimniecības tehnikuma absolvēšanas strādājis Ventspils rajona kolhozā „Komjaunietis” par brigadieru. Tālāk sekoja dienests padomju armijā, pēc tam studijas LLA Agronomijas fakultātē, ko Āris Leilands absolvēja 1968. gadā, uzsākot darbu Smiltenes Sovhoztehnikumā par galveno agronomu. Ieguvis nelielu praktiskā darba pieredzi, Āris Leilands atgriezās Lauksaimniecības akadēmijā un 1969. gadā sāka strādāt par asistentu, vēlāk par vecāko pasniedzēju un lektoru. Āris Leilands lasīja lekcijas un vadīja praktiskos darbus pļavkopībā un lopbarības ražošanā Agronomijas un Zemes ierīcības fakultāšu studentiem, bija arī daudzu diplomdarbu vadītājs. Zināms izaicinājums un uzdrošināšanās šai laikā bija darbs ar Kvalifikācijas celšanas fakultātes klausītājiem. Āra Leilanda lekcijas bija ļoti saistošas un interesantas, pamatojās uz iepriekš iegūto pieredzi praktiskajā darbā, turklāt viņam piemita izcils oratora talants. Organizējis studentu un kvalifikācijas celšanas kursu klausītāju izbraukuma nodarbības. Ilgus gadus Āris Leilands aktīvi darbojās LLA Arodkomitejā, veicot nepateicīgos dzīvokļu komisijas vadītāja pienākumus. Pētījis abpusēju gruntsūdeņu regulēšanu un laistīšanas ietekmi uz ilggadīgo zālāju ražību.

Āris Leilands bija sabiedriski aktīvs cilvēks, ilggadējs LLU vīru kora „Ozols” dalībnieks. Ar sev piemītošo, skaisto tenora balss tipu viņš prata „uzdot” toni arī katedras saviesīgajos pasākumos. Tāpat Āris Leilands bija LLU Mednieku kolektīva biedrs, biežs medību vadītājs, ļoti labs dabas pazinējs, īpaši – meža, kur zvēru pēdas viņš lasīja kā grāmatu. Pats prata pagatavot arī gardus ēdienus no meža dzīvnieku gaļas. Viens no Āra Leilanda vaļaspriekiem bija dārzkopība. Viņš ne tikai savā dārzā audzēja dažādu šķirņu augļu kokus, bet arī saviem draugiem un paziņām prata ieteikt mazdārziņiem piemērotākās šķirnes. No dzīves Āris Leilands šķīrās pārāgri, nenovērtēdams savus spēkus pēc smagas slimības, bet tāds jau bija Āris – vienmēr azartisks un darbīgs. Augkopības katedras kolēģi viņu atceras kā draudzīgu kolēģi, bet studenti – kā atsaucīgu un labu mācītspēku.

Aizsaulē Āris Leilands devās 1998. gada 29. janvārī, apglabāts Dobeles kapos.

Izmantotā literatūra

1. *Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultāte* (1978). sast. S. Pogodins, M. Krūklāne, I. Gronskis. LLA: Cīņa. 65. lpp.
2. *Lauksaimniecības augstākā izglītība Latvijā* (1999). Red. E. Bērziņš. 30.–31. lpp. LLU: SIA Jelgavas Tipogrāfija. 209. lpp.

PIEMINAM BIRUTU MĀRKU

Ina Alsina

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts
ina.alsina@llu.lv

Biruta Mārka (Marks, Mārks) dzimusi 1929. gada 27. aprīlī Madonas apriņķa Kraukļu pagastā. Birutas tēvs bija Cesvaines kooperatīvās biedrības veikala vadītājs, bet māte – Kraukļu pamatskolas skolotāja. 1937. gadā Biruta sāka mācības Kraukļu pamatskolā, pēc tās absolvēšanas iestājās Cesvaines vidusskolā, bet vidējo izglītību ieguva Madonas vidusskolā, jo pēc kara Cesvainē vidusskolu neatjaunoja.

1948. gadā viņa iestājās Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultātē. Pēc fakultātes absolvēšanas Biruta norīkoja darbā Krustpils MTS (Mašīnu un traktoru stacijā) no sākuma par iecirkņa agronomi, vēlāk par agronomi plānotāju, bet no 1958. gada – par rajona TS augu aizsardzības agronomi. Pēc tam, kad vīrs darba dēļ tika pārcelts uz Jelgavu, 1960. gadā Biruta Mārka sāka strādāt LLA Agronomijas fakultātē par Augu fizioloģijas un mikrobioloģijas katedras laboranta aizvietošanu. Nepilna gada laikā Biruta ieguva vecākā laboranta kvalifikāciju, taču jau 1961. gadā viņa pievienojās LLU pasniedzēju saimei. 1977. gadā Birutai tika piešķirts docentes nosaukums.

Kā norāda toreizējais Augu fizioloģijas un mikrobioloģijas katedras vadītājs, profesors Alfrēds Kalniņš, „darbā Biruta Mārka ir disciplinēta, akurāta, skatās, lai studenti izpildītu savus pienākumus. Pedagoģisko un zinātniski pētniecisko darbu strādā ar lielu interesi. Īsā laikā ir apguvusi darba metodes augu fizioloģijas un mikrobioloģijas disciplīnās un vienlīdz labi veic laboratorijas darbu vadību abos priekšmetos, strādājot ar Agronomijas, Zootehnikas un Mežsaimniecības fakultātes studentiem”. Gadu gaitā Biruta specializējas augu fizioloģijā, sevišķi tuva viņai ir kokaugu fizioloģija un darbs ar Mežsaimniecības fakultātes studentiem. Uzsākot savas darba gaitas LLA, Biruta Mārka atzīst, ka krievu valodā runā ar vārdnīcas palīdzību, taču drīz pēc tam jau lasa lekcijas un vada laboratorijas darbus Agronomijas fakultātes krievu plūsmas studentiem.

Savu zinātnisko darbību Biruta Mārka uzsāka ar „Minerālvielu pievadīšanu caur augu lapām un to ietekmi uz lopbarības pupu fizioloģiskajām norisēm”, bet 1964. gadā lopbarības pupas tiek nomainītas uz lupīnu un minerālvielas tiek sašaurinātas uz fosfora pētījumiem. 1972. gadā Biruta Mārka aizstāv savu bioloģijas zinātņu kandidāta disertāciju „Fosfora ietekme uz dzeltenās lopbarības lupīnas (*Lupinus luteus* L.) slāpekļa asimilāciju”. Arī pēc disertācijas aizstāvēšanas docente turpina savus pētījumus par molekulārā slāpekļa simbiotisko fiksāciju. Viņas vadībā savus diplomdarbus izstrādājuši 28 agronomijas fakultātes studenti.

Docente Biruta Mārka devās mūžībā 2017. gada 28. maijā.

KĀRLIM DZĒRVEM – 90

Ieva Žukauska

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts

Šopavasār mūsu kolēģim Kārlim Dzērvem būtu apritējuši 90 gadi!

Kārlis Dzērve dzimis 1929. gada 9. martā Piltenē. Skolas gaitas uzsācis Piltenes sešgadīgajā pamatskolā. Pēc tās beigšanas 1944. gadā mācības turpinājis Ventspils 1. vidusskolā, kuru absolvējis 1950. gadā. Tālāk Kārļa Dzērves izglītības ceļš ved uz Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultāti, kuru viņš absolvē 1955. gadā. Līdz 1958. gadam Kārlis Dzērve ir Krustpils un Auces MTS agronoms, bet no 1959. līdz 1963. gadam – Suntažu vidusskolas direktora vietnieks. 1963. gadā Kārlis Dzērve pārceļas dzīvot uz Jelgavu un uzsāk darba gaitas Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā, kur strādāja līdz pat savai aiziešanai pensijā jeb 1989. gadam. No 1963. līdz 1972. gadam ir Dārzkopības katedras asistents, bet no 1972. gada – vecākais pasniedzējs.

Kārlis Dzērve vienmēr aktīvi iesaistījās katedras pētījumos un izmēģinājumu iekārtošanā. 20. gadsimta 60. gados Dārzkopības katedras zinātniskais darbs tika veltīts tajā laikā maz izplatīto daudzgadīgo dārzeņu agras un augstas ražas ieguves problēmām, ievērojot ražošanā izvirzītās prasības. Tika ierīkoti izmēģinājumi Jelgavas, kā arī Preiļu un Rēzeknes rajonā. Vairāk nekā desmitgadīgu izmēģinājumu rezultātā izstrādāti praktiski priekšlikumi, kuri ražošanas apstākļos tika atzīti un dāvāja iespēju palielināt šo dārzeņu platības. Savukārt 70. gados turpinājās pētījumi par tādiem Latvijā maz izplatītiem dārzeņiem kā puravi, brokoļi, Briseles kāposti un sparģeļi. Arī 80. gados Dārzkopības katedra turpināja strādāt pie maz izplatīto dārzeņu un garšaugu audzēšanas tehnoloģijas pilnveides un ieviešanas iespējām ražošanā. Visi pētījumi pamatojās uz precīziem izmēģinājumiem, kuru iekārtošanā neatsverama nozīme bija Kārļa Dzērves darbam.

Dārzkopības katedrā tika pētīta heterozes efekta izmantošana dārzeņu ražas kāpināšanā un kvalitātes uzlabošanā. Rezultāti atspoguļoti Lauksaimniecības ministrijas rekomendācijās ieviešanai praksē. Viens no galvenajiem Kārļa Dzērves pētnieciskā darba virzieniem bija heterozes efekta izmantošana tomātiem. Viņa vadībā veikti pētījumi par ķīmiskas un termiskas sēklu apstrādes ietekmi uz dārzeņu ražību un ražas kvalitāti.

Pedagoģiskajā darbā vadīti studiju kursi atklātā lauka un segto platību dārzenkopībā, viņš bijis studentu pētniecisko darbu zinātniskais vadītājs un mācību prakšu dārzenkopībā vadītājs. Kārlis Dzērve bija Dārzkopības katedras garšaugu kolekcijas pamatlicējs. Par katru augu viņam bija sagatavots interesants stāsts, un katrs garšaugš tika paša izmēģināts praksē. Studentiem bija iespēja ne tikai atpazīt tos vizuāli un noskaidrot informāciju par daudz mazāk pazīstamu augu audzēšanu, bet arī tos nobaudīt. Prakses laikā pasniedzējs kopā ar studentiem allaž sagatavoja kādu interesantu degustāciju, kas lieliski papildināja teorētisko daļu.

Kārlim Dzērvem piemita mākslinieka talants. Viņš ļoti skaisti zīmēja, un kolēģi savās svētku reizēs allaž dāvanā saņēma jaukus zīmējumus. Tajā laikā daudzi studiju uzskates materiāli bija Kārļa Dzērves gatavoti. Pateicoties kaligrāfiskajam rokrakstam un izpalīdzīgajai dabai, Kārlim Dzērvem bieži lūdza noformēt dažādus akadēmijas rakstus un svarīgus apsveikumus.

1974. gadā papildinājis zināšanas Mičurinskas Dārzkopības institūtā un 1987. gadā Maskavas Timirjazeva Lauksaimniecības akadēmijā. LPSR Zinību biedrības biedrs. 1979. gadā saņēmis krūšu nozīmi *Lauksaimniecības teicamnieks*.

Dārzenkopībā nozīmīgu publikāciju līdzautors: Garšaugi. R., 1978; Dārzaugu selekcijas praktikums. R., 1981; Tomātu audzēšana. R., 1986.

Kolēgu un studentu cienīts un mīlēts pasniedzējs, aizrautīgs pētnieks, interesants stāstnieks, ar labu humora izjūtu apveltīts sirsnīgs cilvēks – tāds Kārlis Dzērve saglabājis savu kolēģu atmiņā.

LAIMONIM KALNIŅAM – 90

Dzidra Kreišmane

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augšnes un augu zinātņu institūts
dzidra.kreismane@llu.lv

Docents, lauksaimniecības zinātņu kandidāts (no 1969. gada) Laimonis Kalniņš dzimis Mālpils pagastā, mācījies Idus septiņgadīgajā skolā, Rūjienas vidusskolā, 1951. gadā absolvējis Bulduru Dārzkopības tehnikumu (DT), 1966. gadā LLA Agronomijas fakultāti (AF), bet 1966. gadā aspirantūru. Līdztekus mācībām Bulduru DT strādājis Mazsalacas MRS par mežstrādnieku, vēlāk par meža materiālu šķirotāju-pieņēmēju. Studējot AF, vienlaikus strādāja Botānikas katedrā par laborantu, vēlāk par Ogres rajona Ikšķiles kolhoza priekšsēdētāju (1955–1962). Iemantojis vairāku gadu praktisko darba pieredzi, Laimonis Kalniņš no 1964. gada sāka veidot mācībspēka un zinātnieka karjeru AF Augkopības katedrā – sākumā strādāja par asistentu, vēlāk par vecāko pasniedzēju un docentu, bet no 1973. līdz 1975. gadam viņš bija Agronomijas fakultātes dekāns. Laimonis Kalniņš lasīja lekcijas, vadīja praktiskos darbus un mācību prakses augu ģenētikā, selekcijā un sēklkopībā. Docents prata saistoši un interesanti pasniegt studiju kursus, kā dekāns viņš bija atsaucīgs, cilvēcīgs, bet vienlaikus arī stingrs un prasīgs.

Zinātnisko pētniecību veica par aukstumizturīgas kukurūzas novērtēšanas metodēm un atbilstoša selekcijas izejmateriāla veidošanu Latvijas apstākļiem, izstrādājis šādas kukurūzas novērtēšanas metodes. Laimonis Kalniņš ir publicējis 33 zinātniskos rakstus, kā arī ir mācību grāmatas „Vispārīgā laukaugu selekcija” līdzautors. Laimoņa Kalniņa darbs LLA ir novērtēts ar LPSR Augstākās padomes prezidija Goda rakstu.

Kad 1977. gadā Pētera Upīša dārzs Dobelē palika bez saimnieka, jo P. Upīša dzīves gājums aprāvās 1976. gada 4. aprīlī, Laimonis Kalniņš ar lielu entuziasmu uzņēmās stacijas vadītāja pienākumus, par mērķi izvirzot P. Upīša apkopotā bagātīgā augļaugu un ceriņu tautas selekcijas materiāla apzināšanu un sistematizēšanu. Tas bija liels izaicinājums, ko nebija viegli paveikt, jo Laimonis Kalniņš ļoti godprātīgi attiecās pret šāda bagātīga mantojuma saglabāšanu, uzsverot, ka ir svarīgi to vispirms rūpīgi izvērtēt. Šai ziņā ļoti noderīgas bija L. Kalniņa plašās zināšanas par dažādiem augiem. Laimoņa Kalniņa vadībā Dobelē tika izveidota Bioķīmijas un tehnoloģiju laboratorija, ko vienlaikus ar piemiņas plāksni Pēterim Upītim pie galvenā korpusa atklāja 1979. gada 2. novembrī. Pēc 10 gadu darba dažādu iemeslu dēļ L. Kalniņš pārtrauca darbu Dobeles Dārzkopības izmēģinājumu stacijā un turpmākos piecus gadus strādāja Apguldes Lauksaimniecības skolā par augkopības skolotāju. Sākoties atmodas laikam, viņš veidoja savu zemnieku saimniecību, kā arī bija aktīvs Tautas frontes biedrs.

Aizsaulē Laimonis Kalniņš devās 1994. gadā, apglabāts Virkus kapos Dobelē.

Izmantotā literatūra

1. *Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultāte* (1978). Sast. S. Pogodins, M. Krūklāne, I. Gronskis. LLA: Cīņa. 57. lpp.
2. *Lauksaimniecības augstākā izglītība Latvijā* (1999). Red. E. Bērziņš. 30.–31. lpp. LLU: SIA Jelgavas Tipogrāfija. 179. lpp.

JĀNIM TOMSONAM – 90

**D. Lapiņš, M. Ausmane, A. Bērziņš, I. Melngalvis, I. Augšpole, R. Sanžarevska,
A. Sprincina**

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts, Laukkopības nodaļa
andris.berzins@llu.lv

Jānis Tomsons (dzimis 1929. gada 6. janvārī Latvijā, Kārļu, šobrīd Drabešu (kopš 1980. gada), pagastā; miris 1980. gada 15. jūlijā) – agronoms, Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas mācībspēks, vairāku mācību grāmatu autors.

1943. gadā absolvēja Drabešu pamatskolu, savukārt 1947. gadā – Priekuļu lauksaimniecības tehnikumu. No 1947. līdz 1949. gadam strādāja par agronomu Cēsu apriņķa Valsts sēklu kontroles un augu karantīnas inspekcijā. No 1949. līdz 1954. gadam studēja Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas (LLA) Agronomijas fakultātē. Pēc tās absolvēšanas Jānis Tomsons strādāja Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Zemkopības katedrā par vecāko laborantu (1954–1962). 1962. gadā sāka pildīt LLA mācībspēka pienākumus Zemkopības katedrā kā asistents (1962–1967), vecākais pasniedzējs (1967–1971), docents (1971–1980). Vienlaikus tiešajiem mācībspēka pienākumiem Jānis Tomsons veica LLA Neklātienes fakultātes dekāna vietnieka (1970–1976), dekāna (1976–1978) un Agronomijas fakultātes dekāna vietnieka (1978–1980) pienākumus. 1970. gadā docents Jānis Tomsons tika augstu novērtēts un apbalvots ar medaļu „Par varonīgu darbu”.

Līdztekus mācībspēka darbam Jānis Tomsons veica zinātnisko darbu, pētot nezāļu bioloģiju un to apkarošanas pasākumus, kā rezultātā aizstāvēja disertāciju par tēmu „Tīrums vijas bioloģiskās īpatnības un ķīmiskā apkarošana”, 1967. gadā iegūstot Lauksaimniecības zinātņu kandidāta grādu. Jāņa Tomsona zinātniskajos pētījumos tika pārbaudīti āboliņa vijas ierobežošanai piemērotākie herbicīdi, kā arī ieteikts karantīnas nezāles sēklas izbiršanas gadījumā veikt dziļāšanu. Pētījumos, lai āboliņa vija neizplatītos tālāk, autors ieteica augsnes īstenot atkārtotu āboliņu audzēšanu tikai pēc 8–10 gadiem. Jānis Tomsons mācību darbā lasīja agronomijas pamatkursu Mehānikas fakultātes studentiem, bet Kvalifikācijas celšanas fakultātē – par herbicīdiem un nezāļu ierobežošanu.

Būdam LLA Zemkopības katedras docents, viņš kopā ar Zemkopības katedras vadītāju, lauksaimniecības zinātņu kandidātu S. Pogodinu sarakstīja grāmatu „Tīrums nezāles un to apkarošana” (1970), kuras nodaļas „Vijas (*Cuscuta* L.)”, „Ambrozija”, „Ķīmiskie nezāļu ierobežošanas paņēmieni”, „Parazītisko (karantīnas) nezāļu apkarošana” ir sagatavojis Jānis Tomsons. Autori izteica cerību, ka grāmata noderēs plašām lauksaimniecības darbinieku aprindām, LLA studentiem, tādējādi sekmējot zemkopības (laukkopības) kultūras turpmāku celšanu un laukaugu ražas kāpināšanu. Jānis Tomsons bija arī līdzautors mācību grāmatām „Agronomijas pamati” (1974) un „Agronomijas pamatu praktikums” (1980). Šī praktikuma uzdevums ir sniegt praktisku palīdzību augšņu izpētē, zemkopības, agroķīmijas un augkopības jautājumos. Praktikumā raksturotas augšņu tipu pazīmes un īpašības, nezāles un herbicīdi, augsnes apstrādes sistēmas, izklāstīti augseku pamati, minerālmēsļu noteikšana un devu aprēķināšana. Darbā ietverta sēklas materiāla īpašību noteikšana, izsējas normu aprēķināšana, kultūraugu un sēklu pazīmes, bioloģiskās ražas noteikšana u.c. „Agronomijas pamati” un „Agronomijas pamatu praktikums” paredzēts lauksaimniecības mehānikas, lauksaimniecības ekonomikas un grāmatvedības, mežsaimniecības, zooliņģenieru un hidromeliorācijas specialitāšu studentiem, lauksaimniecības tehnikumu un profesionāli tehnisko skolu audzēkņiem, lauksaimniecības darbiniekiem u.c. Tāpat Jānis Tomsons ir publicējis rakstus arī periodikā.

LLU Lauksaimniecības fakultātes Laukkopības nodaļas profesors *emeritus* Dainis Lapiņš atceras Jāni Tomsonu kā LLA Neklātienes fakultātes dekānu un arī Agronomijas fakultātes dekānu vietnieku, jo tajā laikā pats studējis Agronomijas fakultātē neklātienē. Profesors Dainis Lapiņš dalās atmiņās: „Ja students ievēroja mācību disciplīnu, tad nekādu saskarsmes problēmu ar neklātienes prodekānu nebija. Pat tad, kad atsevišķiem studentiem bija grūtības, Jāņa Tomsona attieksmi raksturoja sapratne, vēlēšanās palīdzēt un dot vēl kādu iespēju – ar stingriem, saskaņotiem izpildes termiņiem novērst radušos situāciju.” LLU Lauksaimniecības fakultātes

Augsnes un augu zinātņu institūta Laukkopības mācībspēki docentu Jāni Tomsonu atceras kā ļoti laipnu, atsaucīgu pasniedzēju, kurš nekad neliedza padomu studentiem un darbiniekiem. Līdzās saspringtajiem darba pienākumiem viņš atrada humora dzirkstelīti, uzmundrinot klātesošos kolēģus vai studentus. Strādājot Zemkopības katedrā, novērojām, ka Jānis Tomsons kolēģiem kalpoja par savstarpējās saskarsmes paraugu, kurš ar smaidu, bez asiem, skarbiem vārdiem, ar sapratni varēja panākt daudz vairāk un veicināja labāku darba izpildi.

Izmantotā literatūra

1. *Enciklopēdija. Vidusvidzemnieku biogrāfiskā vārdnīca*, Viljars Tooms, 2003–2007.
2. *Lauksaimniecības zinātne Latvijā 1950–1990 senioru skatījumā*. (2000) Sast. E. Bērziņš. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Jelgava, 200.–220. lpp.
3. Kaprača L., Tomsons J. (1980). *Agronomijas pamatu praktikums*. R.: Zvaigzne.
4. *Latvijas Lauksaimniecības akadēmija. Agronomijas fakultāte*. (1978). Sast. S. Pogodins, M. Krūklāde, I. Gronskis. LLA: Cīņa. 86. lpp.
5. Pogodins S., Tomsons J. (1970). *Tīruma nezāles un to apkarošana*. R.: Liesma.

PROFESORES DR. HABIL. AGR. LIGIJAS CJUKŠAS PIEMIŅAI

Daina Kairiša

Dzīvnieku zinātņu institūts

daina.kairisa@llu.lv

Pirms 100 gadiem, 1919. gada 23. maijā, dzimusi profesore Ligija Cjukša, agronome, lauksaimniecības zinātņu doktore (1972), LLA profesore (1971–1994), LLU profesore *emeritus* (1994–1998).

Mirusi 1998. gada 27. aprīlī. Apglabāta Baložu kapos Jelgavā.

Ir pagājis 21 gads pēc profesores aiziešanas mūžībā, bet atmiņas par viņu vēl arvien ir ļoti spilgtas. Aktīva, tieša, aizrautīga, viesmīlīga, stingra – tāda bija profesore.

Ligija Cjukša pamatizglītību ieguva Rēzeknes pamatskolā, pēc tam turpināja mācīties Rēzeknes komercskolā, kuru absolvēja 1940. gadā. Vēlme pēc zināšanām viņu 1940. gadā aizveda uz Jelgavu. Jelgava kļuva par profesores mājām uz visu mūžu. Studijas Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas (LLA) Lauksaimniecības fakultātē viņa uzsāka 1940. gadā, tās pārtrauca karš, un tikai pēc tā noslēguma, atgriežoties Latvijā, studijas 1947. gadā tika pabeigtas.

Pēc augstākās izglītības iegūšanas Ligija Cjukša strādāja LLA Sīklopu katedrā par asistenti (1947–1949.). Pēc tam sekoja darbs iegūtajā profesijā Valsts šķirnes dzīvnieku audzēšanas novadā par galveno zootehniķi un Zemkopības ministrijā par zootehniķi selekcionāri. Vienlaikus viņa studēja Vissavienības Lopkopības institūtā, noslēgumā 1953. gadā aizstāvēt disertāciju un iegūstot Lauksaimniecības zinātņu kandidātes grādu. Pēc tam profesore atgriežas LLA un visu darba mūžu velta savai augstskolai. 1953. gadā viņa sāk strādāt Lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšanas katedrā par asistenti, tad vecāko pasniedzēju un docenti. No 1961. gada tiek veikts docentes darbs Īpatnējās lopkopības katedrā, no 1971. gada viņa strādā par profesori, savukārt no 1973. līdz 1988. gadam vada Īpatnējās lopkopības katedru. Darbam kopumā veltīti vairāk nekā 40 gadi. Uzrakstīta un 1960. gadā izdota grāmata „Aitkopība”. Profesores interese par visu jaunāko nozarē vainagojās ar jauna studiju kursa izveidošanu „Piena ražošanas tehnoloģija”. Tajā tika lasītas lekcijas par tēmām, kas ir aktuālas arī mūsdienās, piemēram, par govju nepiesieto turēšanu vai slaukšanas zāli ar karuseļa un cita tipa slaukšanas iekārtām. Mēs, tā laika absolventi, atceramies degsmi, ar kādu tika vadītas lekcijas, cik interesantas bija praktiskās nodarbības saimniecībās, prakses MPS „Vecauce” un „Platone” – aitu vērtēšana, cirpšana, noslēgumā plovera gatavošana un tam visam līdzās neskaitāmi stāsti no dzīves. Profesore vadīja studentu noslēguma darbus, un viņu par disertācijas vadītāju izvēlējās ne tikai LLA, bet arī Lietuvas un citu valstu aspiranti.

Profesores zinātniskais darbs veltīts Latvijas tumšgalves aitu vilnas īpašību izkopšanai, bet govkopībā – teļu izaudzēšanas tehnoloģiju un Latvijas brūnās govju šķirnes jaunā tipa veidošanai. Profesore bija viena no Tautas frontes aktīvistēm LLU, tā laika Zootecnikas fakultātes tautfrontiešu grupas vadītāja.

No 1994. gada profesorei tika piešķirts LLU profesores *emeritus* goda nosaukums, bet viņa turpināja strādāt. Profesore neprata sevi saudzēt, viņai bija svarīgi justies vajadzīgai...

DOCENTEI MILDAI KRŪKLANDEI – 110

Ina Alsina

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts
ina.alsina@llu.lv

Milda Krūklānde dzimusi 1909. gada 14. oktobrī Cēsu apriņķa Baižkalna (šobrīd Raunas) pagasta „Stuķos”. Skolas gaitas uzsākusi Baižkalnu četrgadīgajā skolā, pēc tam tās turpinājusi Cēsu pamatskolā un Priekuļu Lauksaimniecības vidusskolā. Pēc skolas absolvēšanas 1929. gadā sākusi strādāt Jelgavas pilsētas Uzturvielu izmeklēšanas laboratorijā par laboranti. Līdztekus darbam 1940. gadā iestājās Jelgavas Tautas augstskolas Literatūras nodaļā. 1942. gadā Milda Krūklānde uzsāk studijas Jelgavas Lauksaimniecības akadēmijā. 1945. gadā strādā par „Liepājas gaļas kombināta” Aizputes nodaļas vadītāju. Pēc kara atgriežas Jelgavā un turpina studijas, vienlaikus strādā LLA Mikrobioloģijas katedrā par laboranti. 1947. gadā ar izcilību absolvē Latvijas Lauksaimniecības akadēmijas Agronomijas fakultāti un turpina darbu Mikrobioloģijas katedrā par asistenti, savukārt no 1951. gada – par vecāko pasniedzēju. 1955. gadā viengadīgās aspirantūras laikā Ļeņingradas Lauksaimniecības institūtā aizstāvēja bioloģijas zinātņu kandidāta disertāciju par augsnes mikrofloras dinamiku ilggadīgu zālāju velēnas sadalīšanās procesos. Milda Krūklānde konstatēja, ka velēnkarbonātu augsnē pēc daudzgadīgā zālāja iearšanas būtiski palielinās mikroorganismu skaits. Neuzartā daudzgadīgā zālājā mikroorganismu skaits koncentrējas 0–10 cm dziļumā.

Turpmāk Milda Krūklānde pievērsās lopbarības sagatavošanas mikrobioloģisko procesu pētījumiem. Viņa izolēja vairākus desmitus pienskābes baktēriju celmu, pārbaudīja to skābju ražošanas spēju un izstrādāja skābbarības baktēriju ierauga silobakterīna izgatavošanas tehnoloģiju. Milda Krūklānde pētījusi stiebrzāļu, lucernas, āboliņa un citu zālaugu iekonservēšanos atkarībā no mitruma un temperatūras. Skaidrojusi fermentu preparātu ietekmi uz mikrobioloģiskajiem un bioķīmiskajiem procesiem lopbarības skābēšanas laikā, kā arī izvērtējusi dažādi konservētās lopbarības kvalitāti. Kopā ar Dr.sc. ing. Juri Priekuli sarakstījusi grāmatas „Zāļu augu konservēšana hermetizētās glabātuvēs” (1981) un „Zālaugu lopbarības sagatavošana” (1986).

Līdztekus zinātniskajam darbam viņa lasīja lekcijas un vadīja laboratorijas darbus augu fizioloģijā un mikrobioloģijā, bija studentu iecienīta pasniedzēja.

Milda Krūklānde ir Latvijas Agronomu biedrības atjaunošanas iniciatore, viņa piedalījās Latvijas Agronomu biedrības karoga metu izstrādāšanā un LLA Agronomijas fakultātes emblēmas izveidē. Aktīva ikgadējo agronomu salidojumu organizētāja. Ar docentes Mildas Krūklāndes līdzdalību tapušas grāmatas „Agronomijas fakultāte” 1978. gadā un „Agronomijas fakultātes prospekts” 1983. gadā.

Triju Zvaigžņu ordeņa Goda zīmes nesēja Milda Krūklānde mūžībā aizgāja 2002. gada 3. martā. Apbedīta dzimtas kapos, Raunas kapsētā.

ALFRĒDAM KAPAKLIM – 130

Marta Liepniece

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts
marta.liepniece@llu.lv

Šogad aprit 130 gadi, kopš dzimis dārzkopis Alfrēds Kapaklis. Lektora dzimtā puse ir Stāmerienes pagasts Gulbenes novadā. Skolas gaitas uzsācis Stāmerienes pamatdraudzes skolā, kuru absolvēja 1906. gadā. Mācības turpinājis Ķeizariskās Krievijas Dārzkopības biedrības Rīgas nodaļas Dārzkopības skolā Bulduros, kuru absolvējis 1914. gadā.

Darba gaitas uzsācis Ukrainā Tveras guberņas pārtikas komitejā kā pilnvarotais laika posmā no 1918. līdz 1920. gadam, bet vēlāk, no 1920. līdz 1921. gadam, strādājis Tverā par Dārzkopības nodaļas vadītāju. 1921. gadā atgriežas Rīgā un sāk strādāt par Latvijas Lauksaimniecības centrālbiedrības vecāko dārzkopības instruktoru un lektoru (1921–1931), bet vēlāk, no 1931. līdz 1940. gadam, par Rīgas pilsētas dārzniecības vadītāju. 1936. gadā piedalījies Vispasaules Dekoratīvās dārzkopības izstādē Briselē. Sarakstījis grāmatas par dekoratīvo dārzu iekārtošanu un kopšanu, bet 1930. gadā – grāmatu par augļkopību kā lauksaimniecības nozari Latvijā.

Par docētāju strādājis LLA Dārzkopības katedrā: lektors (1940–1944), vecākais lektors (1944–1945), docents v.i. (1945–1946).

JĀNIM VĀRSBERGAM – 140

Dzidra Kreišmane

LLU Lauksaimniecības fakultāte, Augsnes un augu zinātņu institūts
dzidra.kreismane@llu.lv

Jānis Vārsbergs bija latviešu strēlnieks, agronoms, speciālists augkopībā, pļavu un ganību kopšanā, politiķis, zemnieks un jurists. Viņš bija viens no 39 Latvijas valsts dibinātājiem, kas 1918. gada 18. novembrī piedalījās Latvijas Republikas proklamēšanā.

Jānis Vārsbergs ir dzimis 1879. gada 5. maijā Madonas pusē. Mācījies Praulienas pagasta skolā, Ļaudonas draudzes skolā, Jēkabpils pilsētas skolā, Kārļa Millera (Zariņa) vadītajā Cēsu privātskolā un Jelgavas reālskolā (1896–1901). Studēja Rīgas Politehniskā institūta Lauksaimniecības nodaļā (1903–1908), kuru absolvēja ar I šķiras mācīta agronoma grādu, darbojās studentu korporācijā „Talavija”. Tūlīt pēc augstskolas absolvēšanas, līdz 1910. gadam, strādājis Rīgas Lauksaimniecības centrālbiedrībā. Studiju nolūkos Krievijas Zemkopības departamenta uzdevumā daļu savas dzīves pavadījis ārzemēs, apceļojot Austriju, Vāciju, Zviedriju un Somiju. 1910. gada sākumā papildinājās pļavkopībā un purvkultūrā Vīnē, Admontā (Austroungārijā), Brēmenē, Minhenē, Bernavā (Vācijā) un Jončepingā (Zviedrijā). Pēc tam strādāja Petrozavodskā Oloņecas guberņā, piedalījies speciālistu apspriedēs Pēterpilī un Maskavā. Pēc atgriešanās Rīgā 1913. gadā darbojies savā specialitātē kā pļavkopības un purvkultūras speciālists Rīgas Lauksaimniecības centrālbiedrībā, vadīja Zemes kultūras biroju, bet vēlāk Cēsīs vadīja Bēgļu apgādāšanas biroju un organizēja siena iepirkšanu armijas vajadzībām. Pēc Februāra revolūcijas 1917. gada martā–aprīlī piedalījās Latviešu Zemnieku savienības veidošanā, bija tās pirmais sekretārs. Tāpat arī strādājis par laikraksta „Brīvā Zeme” redaktoru un 1918. gadā vadīja Priekuļu muižas saimniecību.

Nodibinoties Latvijas Universitātei, 1919. gadā izglītības ministrs Jāni Vārsbergu apstiprināja par Latvijas Augstskolas Lauksaimniecības fakultātes (LF) mācībspēku, tad par docentu (1920) un Augkopības katedras vadītāju (1932–1939). Laika posmā no 1939. līdz 1944. gadam (izņemot komunistu okupācijas laiku no 1940. līdz 1941. gadam) Jānis Vārsbergs bija profesors un augkopības katedras vadītājs Jelgavas Lauksaimniecības akadēmijā (JLA). Akadēmiskās darbības laikā ieņēmis darba posteņus un piedalījies vairākās fakultātes un Universitātes komisijās, strādājot administratīvos amatos: Latvijas Universitātes LF sekretārs (1925–1926), LF dekāns (1926–1927), JLA Valdes un Padomes sekretārs (1939–1944), Vecauces izmēģinājumu un praktisko darbu saimniecības vadītājs, 12 gadus darbojies Latvijas Agronomu biedrības valdē. Jānis Vārsbergs devies zinātniskos komandējumos uz Holandi, Vāciju un Skandināvijas valstīm, Somiju, Igauniju un Lietuvu, kur piedalījies vairākos Baltijas valstu agronomu savienības zinātniskos kongresos. Tērbatā nolasījis referātu par Latvijas sarkano āboliņu. 1932. gada 26. maijā viņš aizstāvēja doktora disertāciju „Zālāju augu sabiedrības – augu ārējo augšanas apstākļu veidojums” un 1939. gadā tika ievēlēts par profesoru. Pēc Latvijas okupācijas 1940. gada rudenī viņu atlaida no darba. Jānis Vārsbergs 1944. gada rudenī devās uz Zviedriju, tādējādi kļūstot par bēgli no valsts, kuru pats bija dibinājis. Zviedrijā viņš bija līdzstrādnieks Valsts sēklu kontroles stacijā (1945–1950). Pēc pensionēšanās publicēja rakstu „Seno latviešu zemkopība”, lasīja lekcijas Stokholmas Universitātes Baltijas institūtā, bija Stokholmas latviešu draudzes priekšnieks, Stokholmas Zemnieku kluba priekšsēdis, iesaistījās latviešu akadēmisko mācībspēku un agronomu kopās.

1953. gadā viņu ievēlēja Zviedrijas Latviešu centrālajā padomē.

Jānis Vārsbergs 1927. gadā ir apbalvots ar Triju Zvaigžņu ordeņa 3. šķiru, un par nopelniem Latvijas atbrīvošanā viņam piešķirta Latvijas Republikas Atbrīvošanas cīņu 10 gadu jubilejas piemiņas medaļa.

Jānis Vārsbergs regulāri publicējis zinātniskos rakstus žurnālā „Baltijas Lauksaimnieks”, vēlāk arī strādājis par šī žurnāla redaktoru. Līdztekus darbojies žurnālā „Latvijas Lauksaimnieks” un laikrakstos „Latvija”, „Līdums un Brīvā Zeme”. Laikrakstā „Līdums un Brīvā Zeme” ieņēmis atbildīgo redaktora amatu. Prof. Jāņa Vārsberga pētniecības darbi publicēti latviešu un vācu lauksaimniecības žurnālos „Das Anerben der Landgrundbesitze” un „Kuhdras pakaischi”. Jānis Vārsbergs sarakstījis daudzas nozīmīgas grāmatas, piemēram, „Kūdras pakaiši”, „Pļavas un ganības”. Rediģējis un ievietojis paša izveidotas nodaļas grāmatā „Dabas zinības un lauksaimniecība”.

Jānis Vārsbergs miris 1961. gada 23. februārī Stokholmā.

Izmantotā literatūra

1. *Lauksaimniecības augstākā izglītība Latvijā* (1999). Red. E. Bērziņš. 30.–31. lpp. LLU: SIA Jelgavas Tipogrāfija. 305. lpp.
2. Jānis Vārsbergs. [Tiešsaiste][skatīts 19.06.2019.]. Pieejams: https://lv.wikipedia.org/wiki/J%C4%81nis_V%C4%81rsbergs
3. Jānis Vārsbergs (1879–1961). [Tiešsaiste][skatīts 19.06.2019]. Pieejams: <https://www.3mirkli.lv/janis-varsbergs/>

Zinātniski praktiskās konferences
Līdzsvarota lauksaimniecība
RAKSTI
Jelgava, 2019
Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte
Latvijas Agronomu biedrība
Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija

Latvijas Lauksaimniecības universitātes
Lauksaimniecības fakultātē
Lielajā ielā 2, Jelgava, LV-3001
Tālr.: +371 63005634
e-pasts: dzidra.kreismane@llu.lv