DOI: 10.22616/llthesis/2021.005

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Lauksaimniecības fakultāte

Augsnes un augu zinātņu institūts

Mg. agr., Mg. biol. **Solvita Zeipiņa**

promocijas darbs

AGROEKOLOĢISKO FAKTORU IETEKME UZ RETI AUDZĒTU DĀRZEŅU RAŽU UN KVALITĀTI

INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL FACTORS ON YIELD AND QUALITY OF RARELY–GROWN VEGETABLES

Zinātniskā doktora grāda zinātnes doktors (Ph.D.) iegūšanai

Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātnē

Promocijas darba vadītāja
Profesore, vadošā pētniece **Dr. biol.** Ina Alsiņa _____

Promocijas darba vadītāja
Vadošā pētniece **Dr. agr.** Līga Lepse _____

Promocijas darba autore
pētniece **Mg. agr., Mg. biol.** Solvita Zeipiņa _____

Jelgava
2021

ANOTĀCIJA

Zeipiņa S. (2021) **Agroekoloģisko faktoru ietekme uz reti audzētu dārzeņu ražu un kvalitāti.** Zinātniskais darbs zinātņu doktora grāda ieguvei. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava, LLU 130 lpp.

Zinātniskais darbs izstrādāts laika posmā no 2013. līdz 2019. gadam LLU APP Dārzkopības institūtā.

Darba mērķis: Izvērtēt agroekoloģisko faktoru ietekmi uz Latvijā maz izplatītu dārzeņu ražu un kvalitāti trīs morfoloģiski atšķirīgām sugām: lielajai nātrei (*Urtica dioica* L.), lodveida artišokam (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) un dārzeņu sojai (*Glycine max* L.).

Darba uzdevumi:

- izvērtēt lielās nātres, lodveida artišoka un dārzeņu sojas augšanu un attīstību dažādu agrotehnisko faktoru ietekmē un atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem;
- izvērtēt izvēlēto dārzeņu iegūstamo ražu dažādu agrotehnisko faktoru ietekmē un atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem;
- noteikt un novērtēt bioķīmisko rādītāju izmaiņas dažādu agrotehnisko faktoru ietekmē un atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem.

Darba novitāte: pirmo reizi Latvijā pētīta agroekoloģisko faktoru ietekme uz lielās nātres, lodveida artišoka un dārzeņu sojas ražu un ražas kvalitāti. Visiem šiem dārzeņiem ir augsts potenciāls patērētāju uztura dažādošanai.

Darba hipotēze: Nodrošinot atbilstošus agrotehniskos faktorus un, mazinot meteoroloģisko apstākļu ietekmi, iespējams paaugstināt pētāmo dārzeņu ražas apjomu un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzumu tajos.

Zinātniskā darba aktualitāte: iegūtie rezultāti ir aktuāli dārzeņkopības nozarē, un ļauj izprast reti audzētu dārzeņu ražas veidošanos un bioloģiski aktīvo savienojumu izmaiņas dažādu agrotehnisko faktoru un meteoroloģisko apstākļu ietekmē.

Promocijas darba strukturējums: ievads, literatūras apskats, izmēģinājumu apstākļi un metodika, rezultāti un diskusija, secinājumi, literatūras saraksts un pielikumi.

Ievadā pamatota darba veikšanas nepieciešamība, formulēts darba mērķis un uzdevumi, pamatota pētījuma novitāte un izvirzīta hipotēze. Sniegts darba autores publikāciju saraksts par promocijas darba tēmu.

Literatūras apskats izkārtots 10 apakšnodaļās, kurās apkopota informācija par svarīgākajiem bioloģiski aktīvajiem savienojumiem dārzeņos, agrotehnisko faktoru un meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz tiem, kā arī uz dārzeņu augšanu, attīstību un ražas veidošanos. Nodaļā arī aprakstīta izvēlēto dārzeņu bioloģija, saimnieciskā nozīme, uzturvērtība, audzēšanai nepieciešamie apstākļi un agrotehnisko faktoru, meteoroloģisko apstākļu ietekme uz to augšanu, attīstību, ražu un bioloģiski aktīvo vielu akumulāciju.

Izmēģinājuma apstākļu un metodikas nodaļas 5 apakšnodaļās ietverta informācija par izmēģinājumu ierīkošanas metodiku, meteoroloģiskajiem apstākļiem, veiktajiem mērījumiem un novērojumiem, kā arī par bioķīmisko analīžu un datu matemātiskās apstrādes metodēm.

Rezultāti un diskusija sakārtoti 8 apakšnodaļās, kurās atspoguļoti un analizēti ražas un bioķīmiskie rādītāji lielajai nātrei, lodveida artišokam un dārzeņu sojai dažādu agroekoloģisko faktoru ietekmē.

Secinājumi sniedz atbildes uz izvirzītajiem promocijas darba uzdevumiem.

Literatūras sarakstā sniegts izmantoto informācijas avotu bibliogrāfiskais apraksts.

Darbam pievienoti 4 *pielikumi*, kuros atspoguļoti pētījuma rezultāti.

Kopumā darbs satur 68 attēlus, 10 tabulas, 4 pielikumus un tā izstrādei izmantoti 268 literatūras avoti.

SUMMARY

Zeipiņa S. (2021) **Influence of agroecological factors on the yield and quality of rarely-grown vegetables.** The Doctoral Thesis. Latvia University of Life Sciences and Technologies. Jelgava, LLU 130 p.

The research was carried out from 2013 to 2019 in the Institute of Horticulture (LatHort).

The aim: to evaluate the influence of agroecological factors on the rarely-grown vegetables yield and quality on three morphological different species: stinging nettle (*Urtica dioica* L.), globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) and vegetable soybean (*Glycine max* L.).

The tasks of the research:

- to evaluate the growth and development of stinging nettle, globe artichoke and vegetable soybean under various agrotechnical factors and meteorological conditions;
- to evaluate the influence of various agrotechnical factors and meteorological conditions on the yield of selected vegetables;
- to determine and evaluate the nutritional value changes under various agrotechnical factors and meteorological conditions.

Work novelty: for the first time in Latvia the investigations on the influence of agroecogical factors on stinging nettle, globe artichoke and vegetable soybean are performed. All these vegetables have high potential for the healthy human diet.

Work hypothesis: ensuring suitable agrotechnical factors and reducing effect of meteorological conditions can increase studied vegetables yield and the content of biologically active compounds.

Scientific actuality of work: obtained results are important and useful for commercial vegetable producers, the research gives insight in the yield formation and crop quality changes under various agrotechnical factors and meteorological conditions.

The structure of the Thesis: introduction, literature review, materials and methods of the research, results and discussion, conclusions, references and appendix.

Introduction. Topicality of the work is justiefied, research goal and tasks are formulated, research novelty and hypothesis are estimated. The list of author`s scientific publications on the topic of Thesis is provided.

A literature review is arranged into 10 sub-chapters, where the main biological active compounds in investigated vegetables are described, as well as influence of agroecological factors on their content, the growth, development, and yield formating of vegetables is studied. Also, the biology, economic importance, nutritional value, growing conditions, and influence of agroecological factor on the growth, development, yield and content of biologicaly active compounds is described for selected vegetables.

Materials and methods of the research are arranged into 5 sub-chapters, wehere the methodology of the research, meteorological conditions, measurements, methods of biochemical analyses and statistics are described.

Results and discussion are arranged into 8 sub-chapters, where yield and changes of biologically active compounds are analysed for stinging nettle, globe artichoke and vegetable soybean under influence of various agroecological factors.

Conclusions give answers on the tasks highlighted for promotion thesis.

References consist on bibliographic description of the sources of information used.

Appendix describe research materials and results.

Work contains of 68 figures, 10 tables, 4 annexes and 268 bibliography items.

Darbā ievietoto tabulu saraksts

Nr.	Nosaukums	Lpp.
2.1.	Artišoku audzēšanas gaita	49
2.2.	Dārzeņu sojas audzēšanas gaita 2016.–2019. gadā	51
2.3.	Augsnes agroķīmisko analīžu rezultāti 2014. gadā	51
2.4.	Hidrotermiskā koeficienta vērtības 2014.–2019. gadā	58
2.5.	Artišoku paraugu vākšanas laiki 2015., 2016. un 2018. gada veģetācijas periodā	58
2.6.	Nātru augšanas gaita un paraugu vākšana 2014. gadā	59
2.7.	Nātru paraugu vākšanas laiki 2015.–2017. gada veģetācijas periodā	59
3.1.	Artišoku augu morfoloģiskie rādītāji	96
3.2.	Dārzeņu sojas augu augstuma, pākšu skaita un masas izmaiņas dažādu faktoru ietekmē	107
3.3.	Kopproteīna saturs svaigās dārzeņu sojas pupiņās, %	110

Darbā ievietoto attēlu saraksts

Nr.	Nosaukums	Lpp.
1.1.	Lielā nātre (*Urtica dioica* L.)	29
1.2.	Lodveida artišoks (*Cynara cardunculus* var. *Scolymus* (L.) *Fiori*	35
1.3.	Dārzeņu soja (*Glycine max* L.)	39
1.4.	Gumiņi uz dārzeņu sojas saknēm	40
2.1.	Izmēģinājumā iekļautie nātru kloni	47
2.2.	Nātru izmēģinājuma shēma	48
2.3.	Nātru lauks 2014. gada maijā un jūnijā	48
2.4.	Artišoku izmēģinājuma lauks pēc augu izstādīšanas uz lauka	49
2.5.	Dārzeņu sojas dēstu audzēšana dēstu kasetēs	50
2.6.	Vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums 1960.–2018. gadam Pūrē	52
2.7.	Meteoroloģiskie apstākļi 2014. gada sezonā, pa dekādēm	53
2.8.	Meteoroloģiskie apstākļi 2015. gada sezonā, pa dekādēm	54
2.9.	Meteoroloģiskie apstākļi 2016. gada sezonā, pa dekādēm	54
2.10.	Meteoroloģiskie apstākļi 2017. gada sezonā, pa dekādēm	55
2.11.	Meteoroloģiskie apstākļi 2018. gada sezonā, pa dekādēm	56
2.12.	Meteoroloģiskie apstākļi 2019. gada sezonā, pa dekādēm	57
3.1.	Nātru klonu ieaugšanās pakāpe, %	62
3.2.	Nātru augu augstums stādījuma pirmajā veģetācijas gadā, cm	62
3.3.	Nātru raža 2015. gadā, g m^{-2}	63
3.4.	Nātru raža 2016. gadā, g m^{-2}	64
3.5.	Nātru raža 2017. gadā, g m^{-2}	65
3.6.	Nātru ražas sadalījums pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, vācot ražu četras reizes sezonā, g m^{-2}	66
3.7.	Nātru ražas sadalījums pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, vācot ražu divas reizes sezonā, g m^{-2}	67
3.8.	Hlorofila satura (mg 100 g^{-1} svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā	69
3.9.	Hlorofila satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras 2017. gadā	69
3.10.	Hlorofila satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	70
3.11.	Hlorofila satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	71
3.12.	Karotinoīdu satura (mg 100 g $^{-1}$ svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā	72
3.13.	Karotinoīdu satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma 2016. gadā	73
3.14.	Karotinoīdu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	74
3.15.	Karotinoīdu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	75

Nr.	Nosaukums	Lpp.
3.16.	Antociānu satura (mg 100 g $^{-1}$ svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā	76
3.17.	Antociānu satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras 2016. un 2017. gadā	76
3.18.	Antociānu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	77
3.19.	Antociānu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	78
3.20.	Nātru raža pirmajā ražas vākšanas reizē	78
3.21.	Fenolu satura (mg GAE 100 g $^{-1}$ svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā	79
3.22.	Fenolu satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras 2015. un 2016. gadā	80
3.23.	Fenolu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas	81
3.24.	Fenolu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas	82
3.25.	Flavonoīdu satura (mg KE 100 g^{-1} svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā	83
3.26.	Flavonoīdu satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras 2015.–2017. gadā	83
3.27.	Flavonoīdu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg KE 100 g^{-1} svaigas masas	84
3.28.	Flavonoīdu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg KE 100 g^{-1} svaigas masas	85
3.29.	C vitamīna (mg 100 g $^{-1}$ svaigas masas) satura izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā	86
3.30.	C vitamīna satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	87
3.31.	C vitamīna satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	87
3.32.	Antiradikālās aktivitātes (%) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā	88
3.33.	Antiradikālās aktivitātes izmaiņas nātru lapās atkarībā no nokrišņu daudzuma 2015.–2017. gadā	89
3.34.	Antiradikālās aktivitātes izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, %	90

Nr.	Nosaukums	Lpp.
3.35.	Antiradikālās aktivitātes izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā,%	91
3.36.	Bioķīmisko rādītāju atšķirības starp kloniem, mg 100 g^{-1} svaigas masas	92
3.37.	Artišoku galviņu raža 2015.–2016. gadā, g no auga	94
3.38.	Hlorofila saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	97
3.39.	Karotinoīdu saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	98
3.40.	Šķirnes 'Green Globe' galviņas izmēģinājumā	98
3.41.	Antociānu saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	99
3.42.	Fenolu saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas	100
3.43.	Flavonoīdu saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg KE100 g^{-1} svaigas masas	101
3.44.	C vitamīna saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg 100 g^{-1} svaigas masas	102
3.45.	Antiradikālā aktivitāte artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, %	103
3.46.	Dārzeņu sojas pākšu raža 2017. gadā, t ha^{-1}	104
3.47.	Dārzeņu sojas pākšu raža 2018. gadā, t ha^{-1}	104
3.48.	Dārzeņu sojas pākšu raža 2019. gadā, t ha^{-1}	105
3.49.	Tiešā sējā audzētā dārzeņu soja abos augu biezības variantos	106
3.50.	No dēstiem audzētā dārzeņu soja abos augu biezības variantos	109
3.51.	Pazeminātas temperatūras bojātas pākstis un salnu bojājumi augiem	109
3.52.	Grauzēju bojātas dārzeņu sojas pākstis ražas laikā	110

Promocijas darbā lietoto saīsinājumu un apzīmējumu skaidrojums

Saīsinājums	**Atšifrējums**
DPPH	2.2-difenil-1 pikrilidrazils
p	ticamības līmenis
GAE	gallskābes ekvivalents
KE	katehīna ekvivalents
$RS_{0.05}$	robežstarpība jeb kritiskā starpība pie ticamības 95%
FS I un FS II	fotosistēma I un II
η^2	faktoru ietekmes īpatsvars
BBCH	augu attīstības fāžu skala
APP	publiski atvasināta persona
AE	attīstības etaps

SATURS

Darbā ievietoto tabulu saraksts 4
Darbā ievietoto attēlu saraksts 5
IEVADS 11
1. LITERATŪRAS APSKATS 15
1.1. Bioloģiski aktīvie savienojumi dārzeņos 15
1.2. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz ražas kvalitāti un bioloģiski aktīvo vielu akumulāciju 18
1.2.1. Agrotehniskie faktori 19
1.2.2. Abiotiskie faktori 19
1.3. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz augu augšanu, attīstību un ražas veidošanos 22
1.3.1. Agrotehniskie faktori 22
1.3.2. Abiotiskie faktori 23
1.3.3. Biotiskie faktori 29
1.4. Lielās nātres bioloģija, saimnieciskā nozīme un uzturvērtība 29
1.4.1. Izplatība, audzēšanas pieredze pasaulē un Latvijā 30
1.4.2. Botāniskais raksturojums 31
1.4.3. Saimnieciskā nozīme un uzturvērtība 31
1.5. Nātru audzēšanai nepieciešamie apstākļi un agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru augšanu, attīstību un ražas veidošanos 32
1.6. Lodveida artišoka bioloģija, saimnieciskā nozīme un uzturvērtība 34
1.6.1. Izplatība, audzēšana pieredze pasaulē un Latvijā 34
1.6.2. Botāniskais raksturojums 35
1.6.3. Saimnieciskā nozīme un uzturvērtība 36
1.7. Artišoku audzēšanai nepieciešamie apstākļi un agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku augšanu, attīstību un ražas veidošanos 36
1.8. Dārzeņu sojas bioloģija, saimnieciskā nozīme un uzturvērtība 38
1.8.1. Izplatība, audzēšanas pieredze pasaulē un Latvijā 39
1.8.2. Botāniskais raksturojums 39
1.8.3. Saimnieciskā nozīme un uzturvērtība 40
1.9. Dārzeņu sojas audzēšanai nepieciešamie apstākļi un agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas augšanu, attīstību un ražas veidošanos 41
1.10. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru, artišoku un dārzeņu sojas kvalitāti un bioloģiski aktīvo vielu akumulāciju 43
Literatūras apskata kopsavilkums 45
2. IZMĒĢINĀJUMU APSTĀKĻI UN METODIKA 47
2.1. Lauka izmēģinājumu ierīkošanas metodika 47
2.2. Izmēģinājumu vietas raksturojums, agrotehnika 51
2.3. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums 52

2.4. Izmēģinājuma laikā veiktie novērojumi un analīzes 58
2.4.1 Auga augšanas un attīstības novērojumi 58
2.4.2. Bioķīmisko analīžu metodes 59
2. 5. Datu matemātiskā apstrāde 61
3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA 62
3.1. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru veģetatīvo parametru veidošanos 62
3.2. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz svaigu nātru ražu 63
3.3. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru bioķīmisko sastāvu 68
3.4. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku ražu 92
3.5. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku galviņu bioķīmisko sastāvu 96
3.6. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas pākšu ražu 103
3.7. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas augu morfoloģiskajiem parametriem 106
3.8. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas pupiņu bioķīmisko sastāvu 110
SECINĀJUMI 113
PATEICĪBAS 114
LITERATŪRA 115
PIELIKUMI 131

IEVADS

Arvien vairāk patērētāju domā par veselīgu un sabalansētu uzturu, taču to nav viegli nodrošināt visa gada garumā tikai ar ierastajiem, tradicionāliem dārzeņiem. Pēc LR Veselības ministrijas ieteikumiem pieaugušam cilvēkam ik dienu būtu uzturā jāiekļauj 0.5 kg dārzeņu.[1] Jaunu vai neierastu dārzeņu lietošana uzturā daudzveidotu cilvēku ikdienas uzturu, nodrošinot iedzīvotājus ar dārzeņiem, kas ir bagāti ar bioloģiski aktīviem savienojumiem. Arvien vairāk pārtikā izmanto arī savvaļā augošus augus. Tomēr to izplatība un pieejamība laika gaitā mainās, tādējādi ir jādomā arī pa šo augu apzinātu, mērķtiecīgu kultivēšanu. Piemēram, Polijā kādreiz baltā balanda bija pārtikā visplašāk izmantotais savvaļas augs. Tomēr pēdējos gados to arvien grūtāk ievākt, jo daudzos reģionos tā ir iznīkusi lietoto herbicīdu dēļ (Luczaj et al., 2012). Kā trūkums jāmin arī fakts, ka savvaļā augušiem augiem nav izsekojama to uzturvērtība (Radman et al., 2015). Dārzeņi nodrošina cilvēkus ar šķiedrvielām, antioksidantiem, vitamīniem, polifenoliem un minerālvielām. Arvien biežāk vērojama iedzīvotāju interese un vēlme pašiem izaudzēt sev dažādus augļus un dārzeņus. Pēc centrālās statistikas datiem, pēdējo piecu gadu laikā, atklātās lauka platībās dārzeņi audzēti 8.0–8.4 tūkst. ha platībā.[2] No šīm platībām 1/3–1/4 sastāda mazās saimniecības[3], kas bieži vien nodrošina patērētājiem daudzveidību dārzeņu piedāvājumā, jo nereti jaunu vai retu dārzeņu audzēšanai un ražas novākšanai pārsvarā tiek izmantots roku darbs, tādējādi galvenokārt mazās saimniecības ir ieinteresētas jaunu vai neierastu dārzeņu audzēšanā. To īpašniekiem svarīgākais nav tikai ražas apjoms, bet arī ražas kvalitāte un augu uzturvērtība.

Trīs dārzeņi, kas potenciāli varētu tikt audzēti Latvijā dārzeņu sortimenta bagātināšanai, ir lielā nātre, lodveida artišoks un dārzeņu soja. Visā pasaulē sastopamas vairāk nekā 1000 nātru dzimtas augu, Latvijā tikai divas to sugas, bet lielā nātre ir vienīgā, ko izmanto pārtikā. Uzturvērtības ziņā lielā nātre ir ļoti vērtīgs un pavasarī visagrāk iegūstamais lapu dārzenis. Pasaulē zināms ap 10 dažādu artišoku sugu, taču pārtikai galvenokārt tiek audzēts tikai lodveida artišoks. Dārzeņu soja ir īpašs sojas veids ar lielākām sēklām un patīkamu garšu pirmsnobriešanas fāzē (apmēram 80% gatavība, kad pākstis tik tikko sāk krāsoties dzeltenas), kad tā tiek lietota pārtikā.

Lai šo augu audzēšana būtu veiksmīga un izdevīga, jāzina nozīmīgākie to audzēšanas parametri. Augu ražu un kvalitāti ietekmē dažādi agrotehniskie faktori un meteoroloģiskie apstākļi. Augsne, temperatūra, mitrums, gaisma un audzēšanas tehnoloģija ir vieni no galvenajiem faktoriem. Visbiežāk Latvijā ir pētīta laukaugu vai augļaugu raža un kvalitāte dažādu faktoru ietekmē, bet maz ir veikti pētījumi dārzeņkopībā.

Lai gan šie trīs dārzeņi plaši tiek audzēti citviet pasaulē, ir nepieciešams atrast piemērotākos audzēšanas apstākļus, kas ir atbilstoši vietējiem agroklimatiskajiem apstākļiem. Tas noteica nepieciešamību ierīkot izmēģinājumus, lai noskaidrotu piemērotākos agrotehniskos faktorus un meteoroloģiskos apstākļus augstas un kvalitatīvas ražas ieguvei dārzeņiem, kas līdz šim vēl nav plaši audzēti Latvijā.

Darba mērķis: Izvērtēt agroekoloģisko faktoru ietekmi uz Latvijā maz izplatītu dārzeņu ražu un kvalitāti trīs morfoloģiski atšķirīgām sugām: lielajai nātrei (*Urtica dioica* L.), lodveida artišokam (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) un dārzeņu sojai (*Glycine max* L.).

Darba uzdevumi:

- izvērtēt lielās nātres, lodveida artišoka un dārzeņu sojas augšanu un attīstību dažādu agrotehnisko faktoru ietekmē un atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem;
- izvērtēt izvēlēto dārzeņu iegūstamo ražu dažādu agrotehnisko faktoru ietekmē un atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem;

[1] https://www.vm.gov.lv/images/userfiles/VM_Uztura_ieteik_pieaug.pdf [tiešsaiste] [skatīts 2020.g. 14. sept.]
[2] https://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/lauks/lauks__03Augk__ikgad/LAG020.px [tiešsaiste] [skatīts 2020.g. 16. jūl.]
[3] https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/augkopiba/meklet-tema/381-latvijas-lauksaimnieciba-2019 [tiešsaiste] [skatīts 2020.g. 16. jūl.]

- noteikt un novērtēt bioķīmisko rādītāju izmaiņas dažādu agrotehnisko faktoru ietekmē un atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem.

Darba novitāte: pirmo reizi Latvijā pētīta agroekoloģisko faktoru ietekme uz lielās nātres, lodveida artišoka un dārzeņu sojas ražu un ražas kvalitāti. Visiem šiem dārzeņiem ir augsts potenciāls patērētāju uztura dažādošanai.

Darba hipotēze: Nodrošinot atbilstošus agrotehniskos faktorus un, mazinot meteoroloģisko apstākļu ietekmi, iespējams paaugstināt pētāmo dārzeņu ražas apjomu un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzumu tajos.

Zinātniskā darba aktualitāte: iegūtie rezultāti ir aktuāli dārzeņkopības nozarē, un ļauj izprast reti audzētu dārzeņu ražas veidošanos un bioloģiski aktīvo savienojumu izmaiņas dažādu agrotehnisko faktoru un meteoroloģisko apstākļu ietekmē.

Aizstāvāmās tēzes:

- nātru ražas apjomu un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzumu nātru lapās būtiski ietekmē meteoroloģiskie apstākļi, mēslojuma lietošana; ražas vākšana divas reizes sezonā nodrošina lielāku ražību nekā vācot ražu četras reizes sezonā;
- artišoku audzēšana, veicot sēklu jarovizāciju, nodrošina augstāku ražību nekā audzējot tradicionāli, bez jarovizācijas; ražas lielumu un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzumu artišoku galviņās ietekmē meteoroloģiskie apstākļi un augsnes īpašības;
- augstāku dārzeņu sojas ražību var iegūt, to audzējot ar dēstu; būtiska ietekme uz pākšu ražas apjomu ir šķirnei un stādījuma biezībai.

Pētījuma rezultāti iegūti, pateicoties projektiem:

1. "Jauna dārzeņa – edamame audzēšanas tehnoloģijas izstrāde bioloģiskajā ražošanā" (2018–2019).
2. Latvijas Zinātnes padomes projektā Nr.519/2012 „Metodes fizioloģiski aktīvu savienojumu paaugstināšanai Latvijā audzētos dārzeņos mainīga klimata apstākļos" (2014–2016).

Zinātniskā darba aprobācija

Autores zinātniskās publikācijas par disertācijas tēmu.

Datu bāzēs *Scopus* un *Web of Science* indeksētās

1. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L. (2017). Insight in edamame yield and quality parameters: a review. Research for Rural Development 2017: Annual 23th International Scientific Conference Proceedings, Vol.2, p. 40–45.
2. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2016). The effect of agroecological factors on yield and its quality of globe artichoke. Research for Rural Development 2016: Annual 22nd International Scientific Conference Proceedings Vol.1, p. 37–42.
3. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L. (2015). Influence of agroecological factors on artichoke yield and quality: review. Research for Rural Development 2015: Annual 21th International Scientific Conference Proceedings, Vol.1, p. 77–81.
4. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L. (2014). Stinging nettle – the source of biologically active compounds as sustainable daily diet supplement. Research for Rural Development 2014: Annual 20th International Scientific Conference Proceedings, Vol. 1, p. 34–38.

Citas zinātniskās publikācijas.

5. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L., Dūma M. (2015). Antioxidant activity in nettle (*Urtica dioica* L.) and garden orache (*Atriplex hortensis* L.) leaves during vegetation period. Chemical Technology, Vol. 66, No 1, p. 29–33.
6. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2020). Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru bioķīmisko sastāvu. Rakstu krājums: *Līdzsvarota lauksaimniecība*. Zinātniski praktiskā konference – 2020, 61.–69. lpp.
7. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2019). Nātru audzēšana ražas ieguvei. Rakstu krājums: *Līdzsvarota lauksaimniecība*. Zinātniski praktiskā konference – 2019, 110.–114. lpp.

8. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2017). Dārzeņu sojas (edamame) šķirņu salīdzināšanas rezultāti. Rakstu krājums: *Līdzsvarota lauksaimniecība*. Zinātniski praktiskā konference – 2017, 115.–118. lpp.
9. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2016). Dārzeņu soja - edamame. Rakstu krājums: *Līdzsvarota lauksaimniecība*. Zinātniski praktiskā konference – 2016, 148.–151. lpp.
10. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I., M. Dūma (2015). Artišoku raža un tās kvalitāte viengadīgā stādījumā. Rakstu krājums: *Līdzsvarota lauksaimniecība*. Zinātniski praktiskā konference – 2015, 144.–149. lpp.

Tēzes

1. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2017). Results of vegetable soybean (edamame) variety evaluation. Abstract book of Nordic Association of Agricultural Scientists Conference "Legumes from field to fork – a Nordic-Baltic perspective on production, development and marketing of legumes" Tartu, Estonia, October 28–30, p.27.
2. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L. (2016). Changes of biologically active compounds in nettle (*Urtica dioica* L.) leaves during vegetation period. Abstract book of 1st International Conference on the scientific actualities and innovations in horticulture 2016 „Development and technology" Kaunas, Lithuania, June 2–3, p. 33.
3. Zeipina S., Lepse L. (2016). Vegetable soybean – edamame in Latvia. Abstract book of 2nd International Legume Society Conference „Legumes for a Sustainable World", Troia, Portugal, October 11–14, p. 154
4. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2016). Changes of chlorophylls, anthocyanins and antiradical activity in nettle (*Urtica dioica* L.) leaves during vegetation period. Abstract book of 3rd International Symposium on Horticulture in Europe „Growing Health and Life", Chania, Crete, Greece, October 17–21, p. 101.
5. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L., Dūma M. (2015). Antioxidant activity in nettle (*Urtica dioica* L.) and garden orache (*Atriplex hortensis* L.) leaves during vegetation period. Abstact book of 10th Baltic conference on food science and technology "Future Food: Innovations, Science and Technology", Kaunas, Lithuania, May 21–22, p. 56.
6. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2021). Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas ražu. Tēzes: Zinātniski praktiskā konference – līdzsvarota lauksaimniecība – 2021, 36. lpp.
7. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2020). Agroekoloģisko faktoru un audzēšanas tehnoloģiju ietekme uz nātru bioķīmisko sastāvu. Tēzes: Zinātniski praktiskā konference – līdzsvarota lauksaimniecība – 2020, 35. lpp.
8. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2019). Nātru audzēšana ražas ieguvei. Tēzes: Zinātniski praktiskā konference – līdzsvarota lauksaimniecība – 2019, 42. lpp.
9. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2017). Dārzeņu sojas (edamame) šķirņu salīdzināšanas rezultāti. Tēzes: Zinātniski praktiskā konference – līdzsvarota lauksaimniecība – 2017, 43. lpp.

Mutiskie referāti konferencēs

1. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L. Insight in edamame yield and quality parameters: a review. 23th Annual International Scientific Conference „Research for Rural Development 2017", Jelgava, Latvija, 2017. gada 17.–19. maijs.
2. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Results of vegetable soybean (edamame) variety evaluation. Nordic Association of Agricultural Scientists Conference 2017 "Legumes from field to fork – a Nordic-Baltic perspective on production, development and marketing of legumes", Igaunija, Tartu, 2017. gada 28.–30. novembris.
3. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. The effect of agroecological factors on yield and its quality of globe artichoke. 22th Annual International Scientific Conference „Research for Rural Development 2016", Jelgava, Latvija, 2016. gada 18.–20. maijs.

4. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L. Changes of biologically active compounds in nettle (Urtica dioica L.) leaves during vegetation period. 1st International Conference on the scientific actualities and innovations in horticulture 2016 „Development and Technology", Kauņa, Lietuva, 2016. gada 2–3. jūnijs.
5. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas ražu. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2021. Jelgava, Latvija, 2020. gada 25. februāris (tiešsaistē).
6. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru bioķīmisko sastāvu. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2020. Jelgava, Latvija, 2020. gada 20. februāris.
7. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Nātru audzēšana ražas ieguvei. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2019. Jelgava, Latvija, 2019. gada 21. februāris.
8. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Dārzeņu sojas (edamame) šķirņu salīdzināšanas rezultāti. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2017. Jelgava, Latvija, 2017. gada 23. februāris.
9. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Dārzeņu soja – edamame. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2016. Jelgava, Latvija, 2016. gada 25–26. februāris.
10. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I., Dūma M. Artišoku raža un tās kvalitāte viengadīgā stādījumā. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2015. Jelgava, Latvija, 2015. gada 19.–20. februāris.

Stenda referāti konferencēs

1. Zeipina S., Lepse L. Vegetable soybean – edamame in Latvia. 2nd International Legume Society Conference „Legumes for a Sustainable World", Portugāle Troia, 2016. gada 11.–14. oktobris
2. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Changes of chlorophylls, anthocyanins and antiradical activity in nettle (Urtica dioica L.) leaves during vegetation period. 3rd International Symposium on Horticulture in Europe „Growing Health and Life", Hanija, Krēta, Grieķija, 2016. gada 17.–21. oktobris.
3. Zeipiņa S., Alsiņa I., Lepse L. Dūma M. C vitamīna dinamika nātrēs (*Urtica dioica* L.). Zinātniskais seminārs „Ražas svētki Vecauce – 2014: Lauksaimniecības zinātne jaunajā plānošanas periodā", Vecauce, Latvija, 2014. gada 6. novembris.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Bioloģiski aktīvie savienojumi dārzeņos

Liela nozīme cilvēka uzturā ir dārzeņiem, kas ir minerālvielu, vitamīnu un antioksidantu avots – to nodrošina vairāki bioloģiski aktīvie savienojumi, kā, piemēram, fenolu savienojumi t.sk. flavonoīdi, fitoestrogēni, sēra savienojumi, monoterpēni un bioaktīvie peptīdi (Jimenez-Aguilar, Grusak, 2017; Septembre-Malaterre, Remize, Poucheret, 2018). Antioksidanti aizsargā augus no negatīvas brīvo radikāļu ietekmes. Arī daudzas cilvēku slimības ir saistītas ar brīvo radikāļu izraisītiem šūnu bojājumiem. Dārzeņi parasti satur dabiskos antioksidantus, kas var neitralizēt brīvos radikāļus cilvēka ķermenī (Kim, Kim, Yoon, 2013). Šie savienojumi augos rodas vairāku sarežģītu, savstarpēji saistītu procesu rezultātā. Augiem raksturīgs primārais un sekundārais metabolisms. Primārajos metabolisma pamatprocesos iesaistīti daži simti savienojumu, bet sekundārajā metabolismā – 200 000 dažādu ķīmisko savienojumu. Svarīgākās sekundāro savienojumu grupas, kas atrodamas augos ir: fenoli, izoprēni un izoprenoīdi, alkaloīdi un cianogēnie glikozīdi (Ieviņš, 2016). Katrs šis bioloģiski aktīvais savienojums augā veic noteiktu lomu. Mēs, kā patērētāji, šo savienojumu esamību augos organoleptiski nejūtam, vai arī sajūtam kā garšu, aromātu un krāsu. Augiem bieži vien šie bioķīmiskie savienojumi palīdz pārvarēt apkārtējās vides izraisītu stresu. Cilvēka uzturā augu bioloģiski aktīvajiem savienojumiem ir pozitīva ietekme. Daži no šiem bioķīmiskajiem savienojumiem bloķē vielmaiņas procesus, kas saistīti ar sirds un asinsvadu slimību, vēžu attīstību, kā arī palīdz apturēt un ierobežot citas slimības. Arvien tiek identificēti jauni komponenti un to labvēlīgā iedarbība uz cilvēku veselību (Admassu, 2008; Walia et al., 2019). Bioloģiski aktīvos savienojumus augos var iedalīt divās grupās: normālas vielmaiņas produkti un stresa inducēti savienojumi. Pēc fizioloģiskās nozīmes bioloģiski aktīvos savienojumus iedala: vitamīni, pigmenti, antibiotikas, šķiedrvielas, antioksidanti. Savukārt pēc bioķīmiskā sastāva iedala: aminoskābes un peptīdi, ogļhidrāti, lipīdi, fenolu savienojumi, izoprenoīdi, alkaloīdi, glikozīdi un citi (Straumīte, 2012).

Vitamīni ir bioloģiski aktīvas vielas, kas cilvēka organismā nepieciešamas, lai tas augtu un attīstītos, kā arī spēcinātu imūnsistēmu. Lielākā daļa vitamīnu netiek sintezēti cilvēka organismā, bet uzņemti ar pārtiku. Vitamīnu saturs augos atšķiras vienas sugas ietvaros atkarībā no šķirnes, kā arī no vides faktoriem. Vitamīnu saturs augos mainās, tiem reaģējot uz apgaismojuma intensitāti, temperatūru, mitruma nodrošinājumu, atmosfēras piesārņojumu, u.c. faktoriem. Vitamīnu saturs var būt dažāds atsevišķās augu daļās (Straumīte, 2012). C vitamīns ir visplašāk pētītais un analizētais vitamīns dārzeņos. Dārzeņi arī ir viens no labākajiem C vitamīna avotiem cilvēkam, īpaši daudz tā ir paprikā, kāpostos un lapu dārzeņos (Davey et al., 2000). C vitamīnam ir svarīga loma cilvēku veselībā. Cilvēka organisms nespēj sintezēt C vitamīnu, kas pazīstams arī kā askorbīnskābe. Tas ir universāls komponents, ko satur visi zaļie augi, un tā daudzumu ietekmē gan meteoroloģiskie, gan audzēšanas apstākļi un, protams, ir vērojamas atšķirības starp sugām (Staugaitis, Viškelis, 2001). Augi sintezē C vitamīnu, lai pasargātu sevi no oksidējošā stresa, kas rodas fotosintēzes rezultātā, metaboliskiem procesiem un ārējā piesārņojuma (Wolska et al., 2016). Pieaugušam cilvēkam dienā jāuzņem ieteicamais minimums 60 mg. C vitamīns ir svarīgs antioksidants, kas cilvēka organismā piedalās daudzos vielmaiņas procesos. C vitamīnam raksturīga jutība pret gaismu un skābekli, kā arī pret augstu temperatūru un tas pilnībā sadalās apmēram 190 ^{o}C temperatūrā. C vitamīns tiek uzskatīts par vienu no galvenajiem ūdenī šķīstošajiem vitamīniem, kam raksturīgas daudzas svarīgas bioloģiska rakstura funkcijas. Tas tiek uzskatīts par vienu no aktīvākajiem antioksidantiem, respektīvi, vislabāk palīdz cilvēka organismam neitralizēt brīvos radikāļus. Tiek veikti pētījumi, lai noskaidrotu C vitamīna iedarbību uz sepsi jeb asins saindēšanos (Wei et al., 2020). Tā kā pasaulē ir daudz cilvēku, kas slimo ar vēzi, tiek pētīta C vitamīna ietekme uz organismu, ja to injicē lielākās devās, nekā ieteicamā dienas deva (Zhao et al., 2018).

Pigmenti. Dārzeņi satur daudz dažādu pigmentu. Arī pigmentiem ir pozitīva ietekme uz cilvēku veselību. Pigmentu saturu augos ietekmē klimatiskie apstākļi, augu suga, šķirnes. Pigmentiem raksturīgas antioksidatīvas īpašības (Schoefs, 2004).

Pēc pigmentu ķīmiskās struktūras, tos var iedalīt trīs grupās: tetrapiroli, karotinoīdi, polifenolu savienojumi.

Tetrapiroli. To skaitā ir hlorofils a un b – fotosintēzes pigmenti, kas nosaka dārzeņu daudzveidīgo zaļo krāsu toni. Hlorofili ir ļoti efektīvi fotoreceptori (Oliveira, Silva, Brandao, 2016). Hlorofilu saturs dārzeņos ir svarīgs parametrs, kas liecina gan par fotosintēzes intensitāti, gan augu veselīgumu, līdz ar to, ļauj spriest arī par augu uzturvērtību (Arjenaki, Jabbari, Morshedi, 2012). Virkne vides faktoru, tajā skaitā temperatūras izmaiņas ietekmē fotosintēzes reakcijas. Turklāt fotosintēzes intensitāti ietekmē augu vecums – tā samazinās pieaugot augu lapu vecumam (Ieviņš, 2016). Zaļie augi ir galvenie, kas var tieši izmantot saules enerģiju, tajos esošie pigmenti, tai skaitā hlorofili, uztver, transformē, pārvieto, un uzglabā saules enerģiju (Misra, Misra, Singh, 2012). Hlorofilam a un b ir dažāds absorbcijas spektrs, līdz ar to augi spēj fotosintezēt pie mainīga gaismas spektrālā sastāva. Hlorofila daudzums parāda, kāds ir auga fizioloģiskais stāvoklis (Ieviņš, 2016). Hlorofilu pastiprināta veidošanās tiek norādīta kā reakcija uz stresa faktoriem (Brown, 2008; Khayatnezhad et al., 2011), bet tas nav viennozīmīgi attiecināms uz visiem stresa faktoriem. Piemēram, sāls stresa ietekmē konstatēts, ka hlorofils veidojās mazāk (Taibi et al., 2016).

Karotinoīdi. Karotinoīdi ir vieni no augos biežāk sastopamajiem pigmentiem. Tie ir taukos šķīstoši savienojumi, ar raksturīgu oranžu, vai arī dzeltenu un sarkanu krāsu. Karotinoīdi atrodas augu hloroplastos un hromoplastos, nodrošinot svarīgu lomu fotosintēzē – piedalās enerģijas pārvietošanā augā. Augiem, kam raksturīga zaļā krāsa, bieži karotinoīdi netiek pamanīti, vien vēlāk, kad augu novecošanās procesā, noārdās hlorofili, ir pamanāmi karotinoīdi. Ir vairāki faktori, kas ietekmē karotinoīdu veidošanos un to izomerizāciju. Siltums, gaisma, strukturālās atšķirības ir būtiskākie faktori, kas ietekmē karotinoīdu izomerizāciju pārtikā. Dažādas pārstrādes metodes, kā, piemēram, karsēšana un žāvēšana izraisa izomerizāciju un pat degradāciju. Lai gan ir identificēti vairāk nekā 600 karotinoīdi, cilvēka organisms spēj absorbēt, metabolizēt un/vai izmantot tikai 40 karotinoīdus. Tomēr ir atrastas atsauces, ka šis skaits ir vēl mazāks, jo parasti cilvēka asins plazmā konstatēti vien seši karotinoīdi: α- un β-karotīni, likopēns, β-kriptoksantīns, zeaksantīns un luteīns. Šos karotinoīdus galvenokārt var sastapt tādos dārzeņos kā: salāti, spināti, pipari, ķirbji, tomāti, burkāni u.c. Pie karotīniem tiek pieskaitīti vairāki radniecīgi savienojumi ar vispārējo formulu $C_{40}H_{56}$, dažas no to izomēriskajām formām ir: alfa (α), beta (β), gamma (γ), delta (δ) u.c. Daļā karotinoīdu ir abas primārās α un β-karotīna formas. Cilvēka organismā zarnu trakta gļotādā β-karotīna dioksigenāze šķeļ β-karotīnu, to pārvēršot divās retinila molekulās, kas tālāk tiek reducētas uz A vitamīnu (retinolu). Karotīni sastopami daudzos tumši zaļas un dzeltenas nokrāsas lapu dārzeņos, bet β-karotīns vairāk sastopams dzeltenas, oranžas un sarkanas krāsas dārzeņos. Dabiski β-karotīns galvenokārt sastopams kā trans-izomērs, retāk – kā cis-izomērs (Khoo et al., 2011; Straumīte, 2012; Oliveira, Silva, Brandao, 2016).

Polifenolu savienojumi. Polifenoli ir augu sekundārie metabolīti, ko augs producē aizsardzībai pret abiotisko un biotisko stresu ietekmi, kā arī ir iesaistīti augu augšanas un vairošanās procesos. Lai gan polifenoli nav būtiski cilvēku augšanai un attīstībai, to patēriņš ir saistīts ar samazinātu hronisku slimību risku, piemēram, diabētu, vēzi, sirds un asinsvadu slimībām (Perez-Esteve et al., 2018). Pierādījies, ka liela daļa sekundāro metabolītu darbojas kā toksīni un brīdinājuma signāli, kas palīdz izvairīties no dažādu organismu fiziskiem ievainojumiem. Pie šiem metabolītiem ir pieskaitāmi, piemēram, fenoli, kas ietver terpenoīdus, kanēļskābes, kumarīnus, tanīnus un arī dažus flavonoīdus, kā, piemēram, antociānus (Lev-Yadun, Gould, 2009). Polifenoli ir savienojumi, kuru ķīmiskajā sastāvā ir vairākas fenolu grupas, kurām piemīt antioksidantu īpašības. Pasaulē uz šo brīdi ir identificētas vairāk nekā 8000 fenolu struktūru. Polifenoli iedalās četrās grupās: flavonoīdi, fenolskābes, stilbēni un lignāni. Visplašāk pārstāvētā un zināmākā ir flavonoīdu grupa, kurai ir pakārtoti: antociāni,

flavanoli, flavonoli, flavanoni, flavoni, izoflavanoli. Augos identificēti vairāk nekā 4000 flavonoīdu (Saleniece, 2010; Oliveira, Silva, Brandao, 2016; Oliver et al., 2016). Fenolu veidošanos augos ietekmē klimatiskie un agrotehniskie faktori. Bieži to veidošanās saistīta ar agroklimatisko apstākļu radītu stresu (Straumīte, 2012). Augos esošo fenolu galvenās grupas ir: fenolskābes un flavonoīdi (Saleniece, 2010; Fattahi et al., 2014). Vieni no plašāk pētītajiem un no pārtikas viedokļa nozīmīgi ir antociāni, kas pieder flavonoīdu apakšgrupai.

Antociāni ir zili, sarkani vai violeti pigmenti, kas atrodami augos, jo īpaši ziedos, augļos un bumbuļos. Šie savienojumi ir dabiski, ūdenī šķīstoši pigmenti. Skābā vidē antociāni parādās kā sarkanas krāsas pigments, bet sārmainos apstākļos – kā zilas krāsas pigments. Augiem ir izdalīti vairāk nekā 500 antociāni. No dārzeņiem to visvairāk ir sarkanajos kāpostos (10–322 mg 100 g^{-1} svaigas masas), sarkanajos sīpolos (23–49 mg 100 g^{-1} svaigas masas), redīsos (11–60 mg 100 g^{-1} svaigas masas), rabarberos (4–200 mg 100 g^{-1} svaigas masas) (Biesiada, Tomczak, 2012). Antociānu stabilitāte ir atkarīga no vides pH, gaismas, temperatūras. Augstā antociāna satura dēļ daži dārzeņi var būt potenciāli funkcionāli pārtikas produkti, kā, piemēram, melnie burkāni, sarkanie kāposti un violetie kartupeļi. Augos atrastajiem antociāniem ir plašs pielietojums. Zilos, sarkanos un violetos pigmentus, kas ir ekstrahēti no ziediem, augļiem un dārzeņiem tradicionāli izmanto kā krāsvielas un pārtikas krāsvielas. Augus, kas ir bagātīgāki ar antociāniem tradicionāli izmanto medicīnai, lai izvairītos no dažādām slimībām. Antociāni ir samērā plaši pētīti, lai novērtētu to ārstnieciskās īpašības. Plaši tiek minēts, ka tiem piemīt antioksidantu un pretiekaisuma īpašības. Aktivitātes līmenis atkarīgs no molekulas ķīmiskās struktūras, glikozilēšanas pakāpes un hidroksilgrupu skaita. Skābeklis, temperatūra, gaisma, fermenti un pH ir tie faktori, kas var ietekmēt antociānu ķīmisko sastāvu, līdz ar to arī to stabilitāti un krāsu (Oliveira, Silva, Brandao, 2016; Khoo et al., 2017).

Arvien pieaug interese par fenolu savienojumiem augos. Daudzu augu sugu terapeitiskā iedarbība tiek saistīta ar antioksidatīvo fenolu klātbūtni augu šūnās. Augos tie veic vairākas funkcijas: no struktūras veidošanas līdz aizsardzībai. Tie tiek iesaistīti augu aizsardzības mehānismos pret kaitēkļiem, UV starojumu, mikroorganismiem. Cilvēka organismā pierādīta un plaši izpētīta fenolu aizsargfunkcija hronisku sirds un asinsvadu slimību, vēža gadījumos (Marrelli et al., 2012; Vajič et al., 2015). Fenolu daudzuma noteikšana augos atkarīga no vairākiem faktoriem. Tāpat kā citi bioloģiski aktīvie savienojumi, arī fenoli tiek ekstrahēti. Fenolu ekstrakcijas efektivitāte ir atkarīga no izmantotā auga materiāla, daļiņu izmēra, šķīdinātāja, auga materiāla un šķīdinātāja attiecības, pH vērtības, ekstrakcijas laika un temperatūras. Turklāt tiek minēts, ka fenolu savienojumu daudzveidīgā strukturālā un fizikāli ķīmiskā atšķirība nosaka atšķirības fenolu savienojumu noteikšanai augu materiālā. Lai palielinātu ekstrakcijas apjomu, ir jāpievērš uzmanība un jāizpēta ekstrakcijas apstākļi. Izmantojot kā šķīdinātāju metanolu vai etanolu, augstākas kopējo fenolu vērtības bija, izmantojot metanolu. Savukārt, salīdzinot dažādas šķīdinātāju koncentrācijas, lielāks kopējo fenolu daudzums bija pie mazākas šķīdinātāja koncentrācijas (Vajič et al., 2015).

Šķiedrvielas. Tās iekļauj plašu spektu ķīmisko savienojumu, rakturīgākās grupas ir: necietes polisaharīdi, ogļhidrātu analogi, lignīns un citas asociētās vielas. Augļos un dārzeņos galvenie ir celuloze, hemiceluloze un pektīns (Straumīte, 2012).

Celuloze. Savienojuma nosaukums radies 1838. gadā, kad franču ķīmiķis (Anselme Payen) jauniegūto vielu, ko ieguva no augu šūnu sienām nosauca par celulozi. Viņs to izolēja no augu materiāla un noteica tās ķīmisko formulu. Lielāko daļu celulozes ražo vaskulārie augi, tā ir galvenais augu veidojošais materiāls. Celuloze ir polisaharīds, kas sastāv no desmitiem līdz vairākiem simtiem, pat tūkstošiem monosaharīdu vienību. Celuloze ir visbagātīgākais dabīgais biopolimērs. Ir augu sugas, kā, piemēram, kokvilna, kuras šķiedra sastāv galvenokārt no celulozes. Cilvēki un dzīvnieki, kas nav zālēdāji, nespēj celulozi sagremot, bet tai ir vairākas izmantošanas iespējas: koksnes, papīra apģērbu ražošanā. Celulozes acetātu izmanto plēvju ražošanai. Celuloze darbojas kā palīgviela. Tā kā augu polisaharīdi atbilst daudzām prasībām, ko sagaida no farmaceitiskām palīgvielām, kā, piemēram, netoksiskums, stabilitāte, pieejamība, atjaunojamība, stabilitāte, tie tiek plaši pētīti. Celulozi var arī iegūt sintēzes ceļā, ko izmanto

arī pārtikas rūpniecībā. Celuloze nešķīst ūdenī, bet tāpat tā tiek izmantota dažādos veidos: polsterējumiem, pārklājumiem, iesaiņojumiem u.c. Nereti tiek veikta celulozes ķīmiskā pārveidošana, lai uzlabotu tās apstrādes spēju un ražotu celulozes atvasinājumus, ko var pielāgot īpašiem rūpnieciskiem mērķiem. Celuloze parasti ir reproducējama, pārstrādājama un biosaderīga, to izmanto dažādās biomedicīnas sistēmās. Augu saražotā celuloze tiek saukta par dabīgo celulozi, kas ir atrodama divās kristāliskās formās – celuloze I un celuloze II. Apstrādājot šīs abas formas ar šķidro amonjaku izveidojas celuloze III forma un tās karsēšana IV veida celulozi. Celulozei izšķir dabisko un sintētisko formu. Pie dabiskās formas ietilpst dabīgās šķiedras, ko klasificē pēc to izcelmes. Augu šķiedras parasti galvenokārt sastāv no celulozes. Populārākie augi šajā grupā ir kokvilna, džuta, lini, kaņepes, nātres. Augu šķiedru iedala kategorijās pēc tā, no kuras auga daļas tā iegūta: sēklu, lapu, augļu, stublāju u.c. šķiedra. Visvairāk celulozes ir sēklu šķiedrā – 90%. Daudz ir arī stublāju šķiedrā – 40–50%. Celulozes nozīme augu dzīvē rakturo tās spēja nodrošināt nepieciešamo spēku, lai izturētu turgora spiedienu augu šūnās. Tāpat tai ir loma, lai saglabātu augu šūnu izmēru, formu, dalīšanās potenciālu un augu augšanas virzienu (Saxena, Malcolm Brown, 2005; Lavanya et al., 2011).

Hemiceluloze. Viena no galvenajām augu šūnu sieniņu sastāvdaļām. Tā veido aptuveni 1/3 no sieniņas biomasas. Pēc ķīmiskā sastāva to iedala četrās grupās: ksilāns, ksiloglikāns, mannāns, jauktās saites glikāni. Hemiceluloze ir daļa no lignocelulozes materiāliem, tā ir viens no visbagātīgākajiem organiskajiem resursiem uz zemes, kurus var pārvērst rūpniecības produktos vai biodegvielā. Ir daudz informācijas par to biosintēzi, bet ne tik daudz zināšanu par hemicelulozi augos. Tiek veikti pētījumi, lai apliecinātu hemicelulozes nozīmi augu augšanā un attīstībā (Schadel et al., 2010; Pauly et al., 2013).

Pektīns jeb pektīnvielas. Tas atrodas augu šūnu sieniņās un veic vairākas fizioloģiskus procesus. Pektīns tiek uzskatīts par vienu no sarežģītākajām makromolekulām dabā, jo to var veidot 17 dažādi monosaharīdi. Galvenās funkcijas ir šūnu augšana un šūnu diferencēšanās. Pektīns ir galvenā augstāko augu šūnu sastāvdaļa. Divdīgļlapju augu dīgļlapas šūnas sieniņas sastāv no aptuveni 35% pektīna, 30% celulozes, 30% hemicelulozes un 5% proteīna. Tādā veidā tiek noteikta augu audu stingrība. Pektīnvielām ir arī svarīga loma aizsardzības mehānismā pret patogēniem un ievainojumiem. Pektīnvielas atbild arī par ūdens aiztures kapacitāti, jonu saistīšanās spēju, sēklu hidratāciju, lapu atdalīšanos un augļu attīstību. Pektīna daudzums un sastāvs augļos un dārzeņos nosaka svaigu un pārstrādātu pārtikas produktu kvalitātes parametrus. Pektīnu ekstrahē arī no lauksaimniecības blakusproduktiem, piemēram, no ābolu izspaidām, kas paliek pēc sulas spiešanas. Iegūtais pektīns tiek izmantots pārtikas rūpniecībā kā dabiska sastāvdaļa. Pektīnu izmanto kā želejveida un stabilizējošu vielu pārtikas un kosmētikas rūpniecībā un tam ir pozitīvs efekts uz cilvēku veselību, piemēram, samazina holesterīna un glikozes līmeni asinīs, pozitīvi ietekmē imūnsistēmu. Arī rūpnieciski pektīnu izmanto, lai ražotu bioloģiski noārdāmas plēves, papīra aizstājējus, putas, materiālus biomedicīniskajai implantācijai u.c. (Mohnen, 2008; Voragen et al., 2009).

Ne vienmēr ar ikdienā iekļautajiem tradicionālajiem dārzeņiem ir iespējams nodrošināt sabalansētu uzturu, tādējādi patērētāji arvien vairāk uzturā iekļauj netradicionālus, mazpazīstamus, jaunus dārzeņus.

1.2. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz ražas kvalitāti un bioloģiski aktīvo vielu akumulāciju

Neskatoties uz pēdējos gados pieaugošo pētījumu skaitu augu bioķīmijas jomā, joprojām trūkst datu par augu fizioloģiskajām, bioķīmiskajām un ģenētiskajām reakcijām stresa apstākļos. Vairāk ir pētītas augu reakcijas izmaiņas fizioloģiskā un bioķīmiskā līmenī, kas iekļauj tādas atbildes reakcijas, kā, piemēram, antioksidatīvo fermentu aktivizēšana vai nomākšana, pigmentu, lipīdu, proteīnu, aminoskābju izmaiņas un būtisku vielmaiņas un bioķīmisku procesu disfunkcija. Tomēr arvien aktuālāki kļūst padziļināti pētījumi par faktoru

mijiedarbību un resursu izmantošanas efektivitāti augā, lai varētu izstrādāt ilgtspējīgus risinājumus pārtikas nodrošināšanai (Shahid, Pinelli, Dumat, 2018). Ražas kvalitāte, tai skaitā bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums augos, atkarīgs no sugas un šķirnes īpašībām, gatavības pakāpes, audzēšanas tehnoloģijas un klimatiskajiem faktoriem, augsnes auglības un izmantotās agrotehnikas, ražas pēcapstrādes un uzglabāšanas apstākļiem (Leis, Lepik, 2001; Coria-Cayupans, Sanchez De Pinto, Nazareno, 2009; Sarker, Oba, 2018; Septembre-Malaterre, Remize, Poucheret, 2018). Vides apstākļi un klimata izmaiņas globālā mērogā ietekmē kopējo lauksaimniecību un pārtikas apgādi. Pieaug patērētāju pieprasījums pēc dārzeņiem ar augstu uzturvērtību. Svaigie dārzeņi ir pilnvērtīgs diētisko šķiedrvielu, antioksidantu, vitamīnu, polifenolu un minerālvielu nodrošinājuma avots (Kahlon, Chi, Chapman, 2008).

1.2.1. Agrotehniskie faktori

No agrotehniskajiem faktoriem visbiežāk tiek pētīta ražas novākšanas laika ietekme uz kultūraugu ražu un to kvalitāti. Ražas novākšanas laiks var ietekmēt augu bioķīmisko sastāvu. Novērots, ka antioksidatīvā aktivitāte mainās atkarībā no ražas novākšanas laika un audzēšanas apstākļiem. Salātiem, kas vākti jūlijā, tā bija augstāka par septembrī vāktajiem. Kā arī tā lielāka bijusi dārzeņiem, kas auguši atklātā laukā salīdzinājumā ar segtajās platībās audzētajiem (Liu et al., 2007; Oh, Carey, Rajashekar, 2011). Antioksidatīvā aktivitāte salātu lapās sasniedz 40% (Zhao et al., 2014). Savukārt, novācot kaņepes dažādos laika periodos, tika konstatēts atšķirīgs celulozes un lignīna saturs. Pirmajā ražas vākšanas laikā celulozes saturs bija 33% un lignīna 6%, bet vācot mēnesi vēlāk attiecīgi 43 un 8%. Vēlāk ievāktajiem augu paraugiem samazinās hidrolīzes efektivitāte. Ražas novākšanas laiks ir atkarīgs no audzēšanas mērķa (Tutt, Kikas, Olt, 2013). Čehijā veiktajā pētījumā konstatēja, ka augstāks karotinoīdu saturs bija vēlajām burkānu šķirnēm, vidēji 12 mg 100 g^{-1}, kamēr agrajām šķirnēm tas bija vidēji 7.6 mg 100 g^{-1} svaigas masas (Pokluda, 2008; Matejkova, Petrikova, 2010).

Vēl viens faktors, kas tiek plaši pētīts, ir augu bioķīmiskais sastāvs atkarībā no augu attīstības fāzes un augu vecuma. Ir noskaidrots, ka lapu vecums un hlorofilu daudzums ir cieši saistīti. No lapas izveidošanās brīža līdz tā pilnībā sasniegusi savu maksimālo izmēru, fotosintēzes intensitāte palielinās, un pēc tam pakāpeniski samazinās (Khayatnezhad, Gholamin, 2012).

Bioķīmiskās atšķirības lielā mērā atkarīgas no auga sugas, kā arī sugas ietvaros ir novērojamas būtiskas atšķirības starp šķirnēm. Ir pētījumi, kuros pierādīts, ka burkāniem karotinoīdu un C vitamīna saturam ir cieša saistība ar genotipu (Matejkova, Petrikova, 2010).

Dārzeņu un garšaugu audzēšanā tiek pievērsta liela nozīme nitrātu saturam augos. Tas ir atkarīgs no sugas. To pierāda Turcijā veiktais pētījums, kur, pārbaudot 31 ārstniecības un garšaugus, nitrātu saturs variēja no 12 līdz 239 mg kg^{-1} (Ozcan, Akbulut, 2007). Līdz ar to svarīgs aspekts kvalitatīvas dārzeņu produkcijas ieguvei ir dārzeņu mēslošana. Pētījumos konstatēts, ka dārzeņu ražu var palielināt, pielietojot atbilstošu mēslošanas sistēmu, jo īpaši, izmantojot slāpekli saturošu mēslojumu. Arī citām minerālvielām ir svarīga loma, kas sekmē augu produktivitāti. Nereti tiek rekomendēta bioloģiskā augu mēslošana, jo tā papildus uzlabo augsnes bioloģisko aktivitāti un augsnes struktūru. Arvien vairāk komercdārzkopībā izmanto kombinēto mēslošanas sistēmu. Līdz ar to biežāk tiek pievērsta uzmanība mēslošanas sistēmas ietekmei uz augu bioķīmisko sastāvu (Onyango et al., 2012; Dumičic et al., 2013).

1.2.2. Abiotiskie faktori

Ūdens. Dažādiem stresiem nemitīgi tiek pakļauti gan dabiskos, gan kultivētos apstākļos auguši augi. Mitruma limits ir viens no visvairāk sastopamiem vides stresa faktoriem. No vides faktoriem metabolītu saturu visvairāk var ietekmēt sausuma radītais stress. Sausums ir viens no

vides faktoriem, kas ierobežo augu fotosintēzi un ietekmē gandrīz ikvienu augu augšanas aspektu. Hlorofila koncentrācijas izmaiņas norāda uz fotosintēzes intensitāti. Hlorofila zudumi ir negatīvas vides stresu izraisītas sekas (Khayatnezhad, Gholamin, 2012; Syamsia et al., 2018). Fotosintēzes sistēma II (FS II) ir ļoti jutīga uz vides faktoru ietekmi, sausuma stresa ietekmē tiek nodarīti bojājumi FS II reakcijas centriem (Khayatnezhad, Gholamin, 2012; Syamsia et al., 2018). Hlorofila satura samazināšanos sausuma stresa apstākļos uzskata par tipisku pigmenta fotooksidāciju. Tā atkarīga no sausuma perioda ilguma un pakāpes. Sausuma stresa ietekmē molekulārā līmenī palielinās tādas vielas kā prolīns, glicīns, betaīns. Savukārt brīvie radikāļi izraisa lipīdu peroksidāciju un augu membrānu bojāšanos (Fathi, Tari, 2016). Sausuma stresa apstākļos augi aizver atvārsnītes, lai samazinātu ūdens zudumu. Tā samazinās iekšējā CO_2 koncentrācija un inhibē ribulozo-1, 5-difosfāta karboksilāzes aktivitāti un ATP sintēzi, kas samazina fotosintēzes intensitāti. Lai cīnītos ar sausuma radīto stresu, svarīgi ir augu transpirācijas ātrums un ūdens izmantošanas efektivitāte (Rahbarian et al., 2011).

Hlorofila fluorescences analīze/mērījumi ir informatīvs rādītājs, kas ļauj spriest par fotosintētiskā aparāta `veselības līmeni`, tas nodrošina ātru un precīzu kopainu par augu mijiedarbību ar apkārtējās vides apstākļiem un noturību pret stresu (Hailemichael et al., 2016). Augsts hlorofila un karotinoīdu līmenis saistīts ar augu stresa izturību (Syamsia et al., 2018). Novērots, ka pēc spēcīgākām lietusgāzēm palielinās hlorofilu saturs, tomēr, ja augsnē ūdens saturs ilgstoši ir par daudz, tad samazinās hlorofilu daudzums (Khayatnezhad, Gholamin, 2012). Griķos mitruma deficīta apstākļos konstatēts, ka samazinājās proteīnu, askorbīnskābes, dzelzs un cinka daudzums. Savukārt eksperimentā ar četrām dārzeņu amaranta šķirnēm konstatēts, ka, radot ūdens deficītu, palielinājās minerālvielu, askorbīnskābes, β-karotīna saturs un antioksidantu aktivitāte (Sarker, Oba, 2018). Arī pētījumos par burkānu papildus apūdeņošanu, novērots, ka palielinās karotīna saturs burkānu saknēs (Alam et.al., 2010). Pētījumos ar ārstniecības salviju novērots, ka sausākos apstākļos samazinājās taukskābju saturs, bet palielinājās ēterisko eļļu saturs (Bettaieb et al., 2009).

Temperatūra. Bieži vien pie augu stresa raksturojuma tiek minēta vairāku faktoru kopaina. Ir informācija, ka dažādi stresa faktori veicina antociānu sintēzi, kā, piemēram, aukstums, augta temperatūra, augsta sāļu koncentrācija un minerālvielu trūkums, jo īpaši slāpekļa un fosfora (Mlodzinska, 2009). Fotosintēzes procesiem ir svarīga temperatūra, tādējādi pie augstas temperatūras ir samazināta fotosintēzes intensitāte, līdz ar to ir samazināta fermentu aktivitāte Kelvina ciklā (Robinson, 2001). Attiecībā uz burkānu bioķīmisko sastāvu, tiek minēts, ka zemāks karotīna saturs bija konstatēts pie zemas augšanas temperatūras, kas attiecīgi palielinājās, pieaugot gaisa temperatūrai. Jāpiemin, ka izmaiņas paralēli tiek skaidrotas ar šķirnes un augu gatavības pakāpes ietekmi (Gichuhi et al., 2009; Kim et al., 2010). Saistībā ar hlorofila izmaiņām tiek minēts, ka temperatūra ir saistīta ar hlorofilu veidošanās efektivitāti, kas mainās atkarībā no augu tipa, C3 tipa augiem vislabāk hlorofils veidosies 10–25 grādu temperatūrā, bet C4 tipa augiem 30–45 grādu temperatūrā (Khayatnezhad, Gholamin, 2012). Zemas temperatūras ietekmē, atkarībā no augu sugas, ir dažāda antioksidantu reakcija, tas atkarīgs arī no ekspozīcijas laika un temperatūras vērtības. Pipariem 8 ^{o}C trīs dienu periodā novēroti oksidatīvā stresa simptomi un lipīdu peroksidācija pirmo 24 stundu laikā. Otrajā un trešajā dienā bija mainījies antioksidantu metabolisms un samazinājies oksidatīvais stress. Pakļaujot ķiršu tomātus zemas temperatūras iedarbībai, konstatēts augļos lielāks antioksidantu fermentu saturs un samazinājās likopēna un β-karotīna saturs (Szymanska et al., 2017).

Minerālvielas. Augu augšanai ir svarīgi tādi barības elementi kā N, P, K, Ca, Mg u.c. Šie elementi ir svarīgi ne tikai augu audu struktūru veidošanai, bet arī iesaistās vielmaiņas procesos. Bieži tiek minētas hlorofila satura izmaiņas dažādu stresa faktoru ietekmē, kā rezultātā novēro hlorofila zudumus. Hlorofila un karotinoīdu attiecība var kalpot par labu augu stresa rādītāju (Netto et al., 2005). Novērots, ka hlorofilu un karotinoīdu saturs lapās samazinās paaugstinātas sāļu koncentrācijas stresa ietekmē. Lapām paaugstinātas sāļu koncentrācijas ietekmē ir raksturīga hloroze, kas vispirms novērojama auga vecākajās lapās. Pētījumā ar tomātiem, kas tika pakļauti NaCl stresam, konstatēja, ka augu lapās samazinājās pigmentu saturs (Torabi et

al., 2013). Ar fotosintēzi saistīties fizioloģiskie procesi ir tieši saistīti ar slāpekļa saturu augu lapās (Koning et al., 2015). Ne tikai slāpekli, bet arī citu barības vielu nodrošinājums var ietekmēt bioķīmisko vielu akumulāciju augos. Pie augstāka fosfora nodrošinājuma augsnē, konstatēts, ka augos ir zemāks antociānu saturs (Piccaglia, Marotti, Baldoni, 2002). Antociānu daudzumu ietekmē vairāki faktori. Viens no faktoriem ir arī dažādu metālu jonu klātbūtne augsnē (alumīnijs, dzelzs) (Mlodzinska, 2009). Sāls stresa ietekmē novērots, ka augos uzkrājas daudzas aminoskābes, t.sk. prolīns, alanīns, arginīns, glicīns, serīns, leicīns u.c. No visām aminoskābēm, prolīns ir aminoskābe, kas augos uzrājas visātrāk. Prolīns arī darbojas kā signāls, kas aktivizē molekulas, kas rada atbildes reakcijas, lai augs spētu pielāgoties stresa apstākļiem (Torabi et al., 2013).

Gaisma. Augi, kas aug nepietiekamas gaismas apstākļos, izstrādā savas aklimatizācijas stratēģijas. Šiem augiem ir lielākas un plānākas lapas, hlorofils tajos var būt pat trīs reizes vairāk nekā augos, kas nav auguši noēnojumā. Fotosintētisko pigmentu sintēze un noārdīšanās ir saistīta ar augu pielāgošanās spēju dažādās vidēs. Hlorofili parasti veidojas gaismas klātbūtnē, tomēr pārlieku liels apgaismojums var izraisīt to noārdīšanos, attiecīgi hlorofila daudzuma samazināšanos. Vidē ar augstu saules starojumu hlorofilu fotooksidācijas palielināšanās ir atkarīga no karotinoīdu koncentrācijas, kas var aizkavēt hlorofila fotonoārdīšanos (Carvalho Gonçalves et al., 2005; Khayatnezhad, Gholamin, 2012). Grieķijā veikti pētījumi ar ārstniecības salviju, lai novērtētu gaismas ietekmi uz pigmentu saturu. Novērota tendence, ka fotosintētiskie pigmenti vairāk bija noēnotajos augos salīdzinājumā ar augiem, kas auga pilnā saules apgaismojumā. Pie 25% apgaismojuma no pilnas saules apagaismojuma intensitātes hlorofils a un b, bija divas reizes vairāk un karotinoīdi par 75% vairāk salīdzinājumā ar 100% apgaismojuma intensitāti (Zervoudakis et al., 2012). Novērtējot vienpadsmit dažādus lūpziežu dzimtas augus, kā tajos izmainās cukuru un olbaltumvielu saturs dažādos gaismas apstākļos, konstatēts, ka nav viennozīmīgas tendences, kad proteīni veidojušies vairāk vai kurām sugām. Izvērtējot šķīstošo cukuru izmaiņas novērots, ka bija sugas, kurām to bija vairāk pietiekama apgaismojuma apstākļos, un sugas, kurām to vairāk bija noēnotos apstākļos (Castrillo et al., 2005).

Augsne. Augsne ir viens galvenajiem faktoriem, kas būtiski ietekmē augu augšanu un attīstību, līdz ar to arī augu kvalitāti. Dažādām augsnēm, to atšķirīgo fizikālo, ķīmisko un bioloģisko īpašību dēļ, ir atšķirīga ietekme uz augu augšanu un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzumu tajos. Audzējot amariļļu dzimtas augus četrās dažādās augsnēs, kas atšķīrās pēc struktūras un fizikāli ķīmiskajām īpašībām, novērots, ka augsne ietekmēja fotosintētiskos rādītājus. Vislabākie rādītāji bija augsnē, kurai bija augstākais organiskās vielas saturs (216 mg kg $^{-1}$ sausas masas), attiecīgi pārējās augsnēs bija zemāki rādītāji, jo būtiski atšķīrās organiskās vielas saturs (50–70 mg kg^{-1} sausas masas) (Quan, Liang, 2017). Burkānu audzēšanā pierādījies, ka burkāniem augsne ir būtisks saharozes saturu ietekmējošs faktors. Piemēram, audzējot burkānus kūdras augsnē, sausnas saturs saknēs ir zemāks (Benjamin, McGarry, Gray, 1997). Divu gadu pētījumā pārbaudīta dažāda sastāva substrāta ietekme uz bioloģiski aktīvo vielu saturu rozmarīnā. Augi audzēti veģetācijas traukos, izmantojot septiņas dažādas smilts:māla proporcijas. Izvērtējot abu gadu iegūtos rādītājus, nebija novērotas būtiskas atšķirības ēterisko eļļu daudzumā atkarībā no audzēšanas substrāta, tomēr augstākais eļļas saturs bija variantā ar smilts: māla attiecību 1:3 (1.24%) un 100% mālā (1.41%) (Hendawy et al., 2017).

Visiem abiotiskajiem faktoriem ir svarīga loma augu augšanā, attīstībā, ražas veidošanā, kā rezultātā būtiski var tikt ietekmēta augu kvalitāte un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums tajos. Atkarībā no augu sugas un ģenētiskajām īpašībām reakcija uz katru stresa faktoru var būt citādāka.

1.3. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz augu augšanu, attīstību un ražas veidošanos

Kādam faktoram pārsniedzot attiecīgās sugas optimuma robežas, tas tiek klasificēts kā stress, jo notiek izmaiņas auga vielmaiņā un funkcionēšanā. Šīs izmaiņas var būt atgriezeniskais, vai neatgriezeniskas, un novest līdz auga bojāejai. Tas atkarīgs no stresa faktora intensitātes un ilguma. Augi izmanto dažādus pielāgošanās mehānismus, lai izturētu un izdzīvotu nelabvēlīgos apstākļos un nodrošinātu optimālu augšanu. Reaģēšanai uz stresa apstākļiem augi izmanto dažādas fizioloģiska un bioķīmiskas reakcijas. Vides stresu rezistences mehānismi augos tiek iedalīti divos tipos: 1) izvairīšanās, kas ietver stratēģijas, kuras novērš reakciju uz ārējā stresa faktoru, mainot auga darbību; 2) tolerance, kas attīstās aktivizējot vai pat pārveidojot fizioloģiskos mehānismus, kuri ļauj pretoties stresam bez ievainojumiem vai labot bojājumus. Auga rezistences līmenis pret konkrēto stresa faktoru būs atkarīgs no tā spējas aktivizēt tolerances mehānismu un pielāgojumiem, lai no tā izvairītos. Augu stresa rezistences mehānismus bieži vien aktivizē gēnu ekspresijas izmaiņas. Sākumā augs atpazīst vides izraisīto stresu un raida signālu šūnu līmenī, kā rezultātā veic aktivizēšanu, kas veic korekcijas augu metabolismā un attīstībā ar mērķi sasniegt homeostāzi stresa apstākļos (Nievola et al., 2017; Sun, Wang, Sui, 2018). Tādi apstākļi kā ekstrēmas gaisa temperatūras, fotoperioda izmaiņas, gaismas intensitāte un kvalitāte, barības vielu pārbagātība vai nepietiekamība, sausums, plūdi vai pārmērīgs sāļu daudzums augsnē kavē augu ģenētiskā potenciāla pilnīgu izmantošanu un ietekmē ražu un tās kvalitāti (Hailemichael et al., 2016).

1.3.1. Agrotehniskie faktori

Kultūraugu ražu visbiežāk nosaka to ģenētiskās īpašības, vides apstākļi un audzēšanas tehnoloģija, kā, piemēram, augu biezība, sējas un ražas vākšanas laiks, audzēšanas paņēmieni (Zhang et al., 2017). Visbiežākie agrotehniskie faktori, kas izmēģinājumos tiek vērtēti lauka platībās audzējamiem kultūraugiem, ir šķirņu atšķirības, sējas laiks un augu biezība. Lai efektivizētu ražošanu un samazinātu ražošanas izmaksas, vienlaikus tiek domāts par augu augšanas perioda saīsināšanu un palielinātu augu stādīšanas biezību (Khan et al., 2017). Augu biezība stādījumā ir nozīmīgs agronomisks faktors, kas ietekmē lauka mikroklimatu un augu augšanu, attīstību un ražas veidošanos. Katram kultūraugam ir robeža, pie kuras, palielinot augu biezību stādījumā, samazinās auga augšana un raža. Par optimālu augu biezību tiek uzskatīts tāds, kurā augi izmantotu vismaz 95% no pieejamās fotosintētiski aktīvās radiācijas, tā nodrošinot lielāko ražu. Optimāla augu biezība nodrošinās maksimālo gaismas absorbciju, un ir atšķirīga atkarībā no genotipa, audzēšanas mērķa un ģeogrāfiskā novietojuma (Rahman, Hosain, 2011; Emami-Bistghani et al., 2012). Augsta stādījuma biezība, atkarībā no sugas, palielina slimību izplatības iespējas, kā arī tas var ietekmēt pašu augu augšanu, tie var būt novājināti un ar neizlīdzinātu ienākšanās laiku. Pie lielāka augu biezības var būt slikta gaismas caurlaidība, kas veido mazāku augu lapotni, kā dēļ ir zemāka fotosintēzes intensitāte un augi vairāk konkurē par apgaismojumu, ūdeni un barības vielām. Augsta augu biezība palielina transpirāciju no augiem, bet samazina augsnes ūdens iztvaikošanu, jo augi vairāk nosedz augsnes virskārtu (Khan et al., 2017 Zhang et al., 2017). Augu biezības izvēle bieži atkarīga no konkrētās vietas augsnes auglības un vides apstākļiem, kā arī biezības optimums var atšķirties pa gadiem un no šķirnes īpašībām (Zhang et al., 2017). Augu biezība ietekmē ražas ienākšanās vienmērīgumu – blīvākā stādījumā konstatēta nevienmērīga ražas nogatavošanās. Tāpat ar augu biezību var regulēt dārzeņu ēdamās daļas vēlamo izmēru. To, piemēram, izmanto kāpostu audzēšanā, kur atkarībā no galviņu izmēra izvēlas augu stādīšanas biezību. Optimālo augu biezību nodrošina, izvēloties atbilstošus attālumus gan starp augu rindām, gan augiem rindā. Pētījumos ar brokoļiem, kāpostiem ziedkāpostiem novērots, ka, samazinot attālumu starp augiem rindā, var palielināt kopējo ražu. Tomēr kādā citā pētījumā novērots, ka kāpostus audzējot divās stādīšanas shēmās - 60 x 30 un 60 x 45 cm, kopraža būtiski neatšķīrās, bet

izmainījās tirgum derīgo galviņu skaits. Pētījumā ar gurķiem, izmantojot divas dažādas audzēšanas biezības 50 x 50 un 50 x 30 cm, novērots, ka lielākā augu biezībā bija lielāks lapu laukums, un divas reizes vairāk augļu. Pētījumā ar rožkāpostiem trīs gadu periodā, audzējot tos dažādā augu biezībā, novērotas atšķirības ražas ienākšanās laikā. Jo vairāk augu bija uz vienu platības vienību, jo vēlāks bija ražas novākšanas laiks. Augu biezība ietekmēja dažādus veģetatīvos parametrus: augu augstums variēja no 56 līdz 77 cm, auga lapu laukums no 1.5 līdz 2.4 m^2, galviņu skaits augā no 36 līdz 50 gab. (Turbin et al., 2014). Ieteicamā augu biezība atšķiras no lauka ģeogrāfiskās atrašanās vietas. Par to liecina tik dažādie sojas audzēšanas biezības ieteikumi. Amerikas Savienotajās Valstīs par optimālu sojas biezību min 30 – 50 augi m^2, Dienvidkorejā 33–53 augi m^2, Bangladešā 50–60 augi m^2, Indijā 40–60 augi m^2, Turcijā 13–29 augi m^2 atkarībā no šķirnes. Turklāt vienā un tajā pašā reģionā augu biezība var ietekmēt augšanu, īpašības un ražu atšķirīgi atkarībā no sezonālajām īpatnībām (Rahman, Hosain, 2011).

Ikvienam kultūraugam ir svarīgi izvēlēties piemērotu sējas/stādīšanas laiku. Dažādi sēšanas laiki nodrošina mainīgus vides apstākļus vienā un tajā pašā vietā augošiem augiem (Aziz et al., 2011). Audzējot kokvilnu, novērots, ka, stādot to vēlāk nekā tradicionāli, tai samazinājās ražas kvalitāte (Wenqing et al., 2018). Audzējot okru konstatētas būtiskas atšķirības augu augstumā, atkarībā no šķirnes un sējas laika (Dash, Rabbani, Mondal, 2013). Visbiežāk pētītie agrotehniskie faktori ir augu biezība un sējas laiks.

1.3.2. Abiotiskie faktori

Abiotiskie stresi, ko augiem rada vides apstākļi, var būt gan fizikāli, gan ķīmiski. Augi var atgūties no ievainojumiem, kas radušies stresa ietekmē, ja tas bijis viegls vai īslaicīgs, bet smagākos gadījumos var iet bojā, nesasniedzot augu ziedēšanu, sēklu veidošanos un izraisot strauju novecošanos (Gull, Lone, Wani, 2019). Sākotnējās augu aizsargreakcijas pret abiotisko stresu inducējās saknēs. Lielākas iespējas augam izdzīvot nodrošina veselīga augsne ar lielu bioloģisko daudzveidību tajā (Kumar, Verma, 2018). Fitohormonam abscisskābei ir svarīga loma augu adaptācijai, jo īpaši tādu stresu gadījumā kā augsta sāļu koncentrācija, sausums, zema temperatūra vai mehāniski bojājumi (Gull, Lone, Wani, 2019). Augu morfoloģiskās, anatomiskās, fizioloģiskās un bioķīmiskās izmaiņas stresa apstākļu ietekmē var būt atkarīgas no reģiona un gadalaika (Shahid, Pinelli, Dumat, 2018), kā arī no augu attīstības fāzes (Onyekachi et al., 2019). Abiotiskie stresa faktori izraisa aizkavētu augu augšanu, ietekmē to metabolismu un tādējādi raža var samazināties līdz pat 70%. Lielākajai daļai augu novērots, ka stresa apstākļos raža samazinās līdz 50%. Ar katru gadu klimata izmaiņas palielina abiotisko stresu iespējamību. Palielinātā ogļskābās gāzes, metāna, slāpekļa oksīda klātbūtne atmosfērā industrializācijas rezultātā un citu cilvēku darbību rezultātā samērā strauji paaugstina vidējo apkārtējās vides temperatūru, kas augiem rada karstuma stresu. Šis temperatūras pieaugums palielina arī iztvaikošanu no ūdenstilpnēm, samazinot pieejamos ūdens resursus lauksaimniecības vajadzībām (Arun-Chinnnappa, Ranawake, Seneweera, 2017; Onyekachi et al., 2019).

Ūdens. Pastāv uzskats, ka sausums ir daudzdimensiju stress, kas ietekmē augu dažādos līmeņos. Augu reakcija uz sausuma radīto stresu ir kompleksa, jo tā atspoguļo kopējo vides stresu ietekmi un attiecīgās augu reakcijas visos augu līmeņos konkrētajā laikā un vietā (Sepehri, Golparvar, 2011). Sausums tiek uzskatīts par vienu no draudīgākajiem ražu samazinošiem stresa faktoriem, un tas ir viens no galvenajiem vides stresiem, kas sastopams daudzās pasaules vietās, jo īpaši sausos un siltos apvidos, kur tas visbūtiskāk ietekmē kultūraugu ražu (Arjenaki, Jabbari, Morshedi, 2012; Fathi, Tari, 2016). Klimats kļūst arvien mainīgāks, pastāvīgi pieaug gaisa temperatūra un atmosfēras CO_2 līmenis. Nokrišņi kļūst arvien nevienmērīgāki un neregulārāki. Kopumā arvien biežāk tiek novērots sausuma radīts stress (Gull, Lone, Wani, 2019). Līdz ar to sausums ir viens no galvenajiem abiotiskajiem stresiem

lauksaimniecības augiem, kā arī ūdens deficīts ir viena no lielākajām problēmām lauksaimniecībā.

Sausums ietekmē ne tikai augu augšanu, bet arī ražas kvalitāti. Sausos un karstos apstākļos augi ir pakļauti pastāvīgām vai īslaicīgām dažādām morfoloģisku, anatomisku un fizioloģisku procesu izmaiņām. Liela daļa augu ir jutīgi pret šāda veida stresu, vairāk nekā pret citiem stresa faktoriem. Augi, kas pakļauti ilgstošākam ūdens trūkumam ir ieņēmīgi pret kaitēkļiem un slimībām (Mangena, 2018; Onyekachi et al., 2019). Augu saknes dod signālu, ka tās ir ūdens stresā, pirms ir aizvērušās augu atvārsnītes. Kā brīdinājums kalpo ABS (abscisskābe), kas veidojas stresa apstākļos sakņu galos. Tas ir viens no galvenajiem hormoniem, kam ir liela nozīme augu dzīves ciklā, un, daudzos morfoloģiskos un fizioloģiskos procesos, augu adaptācijai konkrētajā vidē, kā arī stresa reakciju signalizēšanai. ABS ir svarīga nozīme stresa mazināšanai. Šī hormona sintēzes temps ietekmē tā koncentrāciju lapās. Ūdens trūkums sakņu zonā un samazināts spiediens augu šūnās ātri izsauc ABS sintēzi saknēs un augu virszemes daļā. Svarīga loma ir arī ogļhidrātu un atsevišķu aminoskābju saturam augā (Fathi, Tari, 2016).

Augsnes mitrums un augsnes īpašību izmaiņas būtiski ietekmē procesus augos un augsnē. Kopumā sausuma stresa ietekmē augiem ir novērota samazināta sēklu dīgtspēja, vājš veģetatīvais pieaugums, vāja reproduktīvo orgānu attīstība, samazināta lapu masa, palēnināta fotosintēze un vielmaiņas procesi (Gull, Lone, Wani, 2019; Onyekachi et al., 2019). Sausos laika apstākļos augi pēc iespējas vairāk cenšas izmantot augsnē pieejamās ūdens rezerves vai arī kritiskos apstākļos aiziet bojā (Gull, Lone, Wani, 2019). Tādēļ ražas nodrošināšanai svarīgākais faktors ir augsnes mitrums, ko nodrošina augsnē nonākušais ūdens (Brown, 2008). Mitruma saturs augsnē, jo īpaši augsnes virsējā kārtā, ir ļoti dinamisks un atkarīgs no vairākiem apstākļiem. Lai raksturotu augsnes mitrumu, to nepieciešams noteikt regulāri visā veģetācijas periodā. Augsnes ūdens ir viens no svarīgākajiem faktoriem augstas ražas ieguvei. Ūdens nepieciešamība ir atkarīga no augu attīstības fāzes. Turklāt ūdens patēriņš ir cieši saistīts ar temperatūras apstākļiem (Alberger et.al., 2008). Ūdens nodrošina augu šūnām un audiem turgoru, kas nepieciešams normālai organisma fizioloģisko procesu norisei. Ūdenim ir liela nozīme vielu pārvietošanā un fermentu darbībā. Tas darbojas kā ūdeņraža avots fotosintēzes procesā. Elpošanas procesā ūdens netieši tiek izmantots substrāta oksidēšanai (Taiz, Zeiger, 2006). Ūdens uzņemšana, attiecīgi arī raža, ir cieši saistīta ar kālija saturu augsnē un tā pieejamību augiem (Bhattacharyya et al., 2018). Augu reakcija uz ūdens deficītu var būt dinamiska un elastīga. Daudzas sugas strauji samazina lapu stiepšanās garumā ātrumu un ātri spēj to atjaunot, līdz tiek atgūts mitruma līdzsvars. Turklāt augi, kas pakļauti sausuma stresam, attīstīsies dažādi atkarībā no to ģenētiski noteiktās transpirācijas intensitātes. Tas norāda uz to, ka, pat veicot vienu mērījumu vienā dienā vairākiem genotipiem, nevarēs gūt viennozīmīgu priekšstatu par augu funkcionēšanu stresa apstākļos (Gosa, Lupo, Moshelion, 2019).

Ūdens galvenokārt pārvietojas no šūnas uz šūnu ar osmozes palīdzību. Augs ir īpaši piemērojies, lai izturētu ūdens apjomu, kas tam plūst cauri. Diennakts laikā transpirācijas intensitāte ir mainīga – starp 6:00 un 19:00 ūdens vairāk tiek transpirēts, nekā uzsūkts. Augiem var rasties stress, un tie sāk vīst, ja ir nepietiekošs mitruma nodrošinājums šajā laika periodā. Galotņu transpirācija notiek līdz 16:00. Starp 19:00 un 4:00 transpirācija ir mazāka nekā uzņemtā ūdens daudzums. Šajā laika periodā augi spēj labi atjaunot radušos ūdens deficītu (Brown, 2008). Sausums vai augsta temperatūra var sekmēt atvārsnīšu aizvēršanos, kas ierobežo CO_2 apgādi un tādējādi samazinās fotosintēzes intensitāte (Robinson, 2001).

Apūdeņošana ir viens no galvenajiem agrotehniskajiem pasākumiem, kas būtiski var ietekmēt ražu un tās kvalitāti (Karki, Tagert, Paz, 2018). Ierobežotie ūdens resursi un vides jautājumi liek pārdomāt to, kāda apūdeņošanas sistēma tiek izmantota, lai taupītu ūdens resursus un mazinātu ietekmi uz vidi. Piemēram, tradicionālā lietēšana no augšas, kopā ar mēslošanas līdzekļu pielietošanu izraisa vides piesārņojumu (Panigrahi, Srivastava, 2017).

Retāk, bet var nākties saskarties ar ūdens pārbagātības stresu, kad ir notikusi teritorijas applūšana. Spēcīgu lietusgāžu, upju vai kanālu pārplūšanas gadījumā var rasties pārmitra

augsne. Rezultātā palielinās augsnes sablīvēšanās, samazinās augu šūnām pieejamais O_2. Tā kā ir ierobežota skābekļa piegāde, anaerobu baktēriju darbību rezultātā izdalās augiem kaitīgi savienojumi: dzelzs joni, mangāna joni un sulfīdi. Augiem, kas auguši pārmitrās augsnēs raksturīgas citādākas fizioloģiskās un morfoloģiskās atšķirības no augiem, kas auguši sausuma apstākļos. Viena no galvenajām reakcijām, kas rodas pārmitros augšanas apstākļos, ir atvārsnīšu darbības pārtraukšana, kas ietekmē gāzu apmaiņu. Tāpat ir samazināta transpirācija, kā rezultātā notiek lapu vīšana un pāragra augu novecošanās. Plūdu pārņemtās platībās nenotiek sakņu elpošana, gāzu apmaiņa un apstākļi no aerobiem kļūst par anaerobiem, kas ir bīstami augu attīstībai. Tāpat tiek aizturēta barības vielu uzņemšana (Arun-Chinnnappa, Ranawake, Seneweera, 2017; Onyekachi et al., 2019).

Temperatūra. Augu augšana un attīstība ir atkarīga no vides temperatūras. Galvenie temperatūru raksturojošie rādītāji, kas ietekmē augu augšanu un attīstību, kā arī vielmaiņas procesus, ir maksimālā un minimālā diennakts temperatūra, starpība starp dienas un nakts temperatūru salīdzinājumā ar vidējo temperatūru, vidējā dienas un nakts temperatūra (Onyekachi et al., 2019; Gardener, Gardener, Training, n.a). Klimata pārmaiņu rezultātā pa gadiem paaugstinās gaisa temperatūra, ietekmējot nokrišņu daudzumu, vēja ātrumu un sniega segas biezumu, kā arī tās esamību. Tas attiecīgi izmaina augu veģetācijas periodu un var negatīvi ietekmēt kultūraugu kvalitāti un ražību (Onyekachi et al., 2019). Temperatūras ietekmes nozīme atšķiras atkarībā no augu attīstības fāzes un sugas. Katrai augu sugai ir noteikts optimālās temperatūras diapazons, kas nodrošina optimālu augšanu un fizioloģisko darbību. Šo diapazonu norobežo minimālā un maksimālā temperatūra, kas var pilnībā pārtraukt bioloģiskos procesus (Nievola et al., 2017; Gardener, Gardener, Training, n.a). Lielākajai daļai augu fizioloģiskie procesi norisinās temperatūras diapazonā no 0 ^{o}C līdz 40 ^{o}C (Went 1953). Temperatūras ietekme bieži vien tiek skatīta kompleksi kopā ar citu faktoru ietekmi: ūdens pieejamību, vēju, saules spīdēšanas ilgumu un intensitāti (Grierson, 2002). Temperatūra ietekmē augu dzīvības procesus, kā arī no tās ir atkarīgs augu ķīmisko reakciju ātrums, kas palielinās pieaugot temperatūrai. Pie vides temperatūras izmaiņām augs spēj aktivizēt attiecīgo aizsardzības mehānismu un tajā inducējas atbilstošās adaptācijas reakcijas (Ieviņš, 2016). Visbiežāk šajos mehānismos iesaistīti proteīni, antioksidantu metabolīti, citas aizsargvielas un membrānu lipīdi, kas mazina gan augstas, gan zemas temperatūras radīto stresu. Stresa ietekme ir atkarīga no iedarbības ilguma, temperatūras izmaiņas straujuma un augu sugas, un tās attīstības fāzes (Kai, Iba, 2014). Paaugstināta temperatūra ietekmē augu veģetatīvo augšanu, palielinās transpirācija (Grierson, 2002). Periodos, kad ir paaugstināta temperatūra, raksturīgi smagi hlorofila bojājumi, karstuma radītā stresa ietekmē mainās tilakoīdu struktūra, kas ietekmē augu funkcionalitāti un samazina hlorofilu saturu augos. Šajā laikā ir samazināta fotosintēze, līdz ar to samazināts fotosintētisko pigmentu daudzums, tādējādi izraisot fizioloģiskus traucējumus un samazinot augu augšanu. Augstā temperatūrā augu lapas zaudē ūdeni, kas veicina atvārsnīšu aizvēršanos, kas attiecīgi samazina lapu ūdens potenciālu. Atvārsnīšu aizvēršanās ir galvenais faktors, kas ietekmē fotosintēzi. Tāpat paaugstināta temperatūra negatīvi ietekmē apputeksnēšanos. Ekstremālās temperatūrās notiek proteīnu un fermentu denaturācija, kas izsauc audu un šūnu bojāeju (Arun-Chinnnappa, Ranawake, Seneweera, 2017; Onyekachi et al., 2019). Karstums negatīvi ietekmē ne tikai augšanu, bet arī produktivitāti, jo īpaši lauksaimniecības kultūraugiem (Gull, Lone, Wani, 2019). Abscisskābe un giberelīni ir fitohormoni, kas regulē sēklu dīgtspēju. Dēstiem, kas bijuši pakļauti augstākai temperatūrai, nekā ieteicams, novērota aizkavēta augšana, samazināta fotosintēzes aktivitāte, un bieži vien vērojama audu bojājeja. Augi visjutīgākie pret augstas temperatūras stresu ir reproduktīvajā stradijā (Kai, Iba, 2014).

Aukstuma radītais stress ir viens no nozīmīgākajiem, kura ietekmē samazinās kultūraugu produktivitāte, tas ietekmē to ražu un uzglabāšanos. Aukstuma radītais stress visos aspektos ietekmē augu šūnu funkcijas (Gull, Lone, Wani, 2019).

Minerālvielas. Augi nepieciešamās barības vielas uzņem no augsnes. Tās augiem nepieciešamas augšanai, attīstībai un ražas veidošanai (Rinķis, Ramane, 1989). Katram

minerālelementam ir svarīga loma augu augšanā un attīstībā. Slāpekļa mēslojums ietekmē gaismas absorbciju. Gan pie tā pārbagātības, gan deficīta būs novērojama negatīva ietekme (Soleymani, 2017; Soleymani, 2018). Slāpeklis un sērs ietilpst olbaltumvielu un daudzu citu savienojumu sastāvā. Fosfors ir daudzu nukleīnskābju, fosfolipīdu un daudzu kofermentu sastāvā. Kālijs veicina augu augšanu, regulē osmotiskos procesus. Augšanas procesu regulēšanā ir iesaistīts kalcijs. Magnijs ietilpst hlorofila sastāvā. Kalcijs stabilizē šūnas membrānas. Dzelzs un varš piedalās dažādās oksidēšanās-reducēšanās reakcijās. Mangāns veicina metabolisma reakciju norisi (Satklifs, 1965; Ieviņš, 2016). Novērots, jo vairāk pa gadiem samazinās barības vielu nodrošinājums, jo attiecīgi pa gadiem samazinājusies kultūraugu raža (Mi et al., 2018). Zems barības vielu nodrošinājums var samazināt fotosintēzes potenciālu (Robinson, 2001). Lai augus nodrošinātu ar barības elementiem, visbiežāk tiek izmantoti ķīmiskie mēslošanas līdzekļi. Sekmējot videi draudzīgu tehnoloģiju ieviešanu, ir jāizvērtē iespēja lietot organiskas izcelsmes mēslošanas līdzekļus un izvērtēt, kā tie ietekmē augu augšanu, attīstību un ražu (Mi et al., 2018). Liela nozīme ir arī katra minerālelementa saturam un attiecībai ar pārējiem elementiem, kas nozīmīgi ietekmē augu augšanu un attīstību (Augļkopība, 2015).

Pārlieku lielas sāļu koncentrācijas izraisīts stress kļūt par globālu draudu lauksaimniecībā, īpaši silta klimata reģionos. Tiek lēsts, ka ik gadu palielinās teritorijas, kurās jāsaskaras ar sāļuma radīto stresu, kas lielā mērā arī saistāms ar klimata izmaiņām. Katru gadu palielinātas sāļu koncentrācijas dēļ samazinās lielas lauksaimniecībā izmantojamās zemes teritorijas. 60% gadījumu notiek dabiska salinizācija, kas rodas dabisku procesu rezultātā (minerālu erozija), un 40% gadījumos to rada sekundāri procesi (apūdeņošana, atmežošana vai intensīva lauksaimniecība). Visbiežāk augšņu pārsāļošanās notiek apūdeņošanas ietekmē, kad izmantots gan parasts ūdens, gan attīrīti notekūdeņi, kas tiek izmantots apmēram 20% apūdeņoto teritoriju. Salinizācijas gadījumā osmotiskais stress samazina augu augšanu un ražu, ievērojami samazina augu spēju uzņemt ūdeni un barības vielas no augsnes, kas aizkavē augšanu. Augsnē esošie sāļi nonāk transpirācijas plūsmā, kā rezultātā tiek bojātas augu lapu šūnas, kas izraisa lapu apdegumus, kā arī ietekmē fermentu aktivitāti augos. Šādās augsnēs ir raksturīgs sulfāta, magnija, hlora un kalcija sāļu sajaukums. Visbiežāk tas ir saistīts ar vēl kādu stresu ietekmi, kas ietekmē augu augšanu, piemēram, karstums un sāļums vai sausums un karstums. Pētījumi ar kukurūzu un sorgo pierādījuši, ka kombinētā stresa ietekme bijusi lielāka, nekā atsevišķu stresoru izraisītā. Sāļuma radīts stress var izpausties divos veidos: osmotiskais stress un jonu toksiskums. Osmotiskais spiediens sāls izraisīta stresa rezultātā veicina to, ka augsnes šķīdumā ir lielāks osmotiskais spiediens, nekā augu šūnās, kā rezultātā, ir ierobežota spēja augiem uzņemt ūdeni un minerālus, kā, piemēram, K^+ un Ca^{2+}, un augi novīst (Gull, Lone, Wani, 2019; Onyekachi et al., 2019).

Pieaugošā minerālmēslu lietošana lauksaimniecībā un notekūdeņu izmantošana palielina augsnēs toksisko metālu koncentrāciju, kas rada kaitīgu ietekmi gan uz augsni, gan augiem (Gull, Lone, Wani, 2019). Novērots, ka ārstniecības augiem dažādās to augu daļās uzkrājas smagie metāli. Smago metālu uzņemšana izraisa izmaiņas augu fizioloģiskajos un bioķīmiskajos procesos augu primārajā un sekundārajā metabolismā. Atsevišķi smagie metāli var mazināt citu metālu nelabvēlīgo ietekmi. Palielināta smago metālu koncentrācija augsnē negatīvi ietekmē augu augšanu. Pie palielinātas hroma koncentrācijas veidojas mazāka auguma augi ar zemāku biomasu, īsāki lapu dzinumi. Savukārt sinepēm, kas pakļautas kadmija ietekmei, novērots, ka samazinājās augu augšana un fotosistēmas II aktivitāte. Atsevišķas ārstniecības augu sugas spēj aklimatizēties smago metālu stresa ietekmē un pakāpeniski atjaunot pilnīgu augšanu atkarībā no konkrētā metāla un tā koncentrācijas. Divus mēnešus veci mazās kapmirtes dēsti tika iestādīti augsnē ar augstu kadmija un svina hlorīda saturu. Pēc četrām dienām bija jau pamanāma apakšējo lapu novecošanās un izteikta lapu hloroze. Tomēr ar laiku augi aklimatizējās, un pēc 20 dienām hlorofila saturs bija līdzīgs kā optimālos apstākļos audzētiem augiem (Maleki, Ghorbanpour, Kariman, 2017).

Gaisma. Augu augšanai, attīstībai un ražas ieguvei ļoti svarīga ir saules gaisma. Saņemtā saules enerģija ir būtiska fotosintēzes norises procesam un augu augšanai. Gaismas kvalitāte,

kvantitāte un fotoperiods ietekmē augu morfoģenēzi, augu šūnu, audu, orgānu augšanu un diferenciāciju. Augu augšanu un attīstību ietekmē vairākas gaismas īpašības, kā, piemēram, spektrālais sastāvs, intensitāte, ilgums un leņķis. Sarkanā un zilā gaisma visvairāk ietekmē augu augšanu, jo tā ir galvenais enerģijas avots fotosintēzes CO_2 asimilācijai augos (Chen et al., 2014; Bayat et al., 2018). Tomēr pārmērīgs gaismas daudzums var kaitēt augiem, var tikt bojāts fotosintēzes process, ekstrēmos gadījumos pat var notikt hlorofilu fotooksidācija. Augi spēj izstrādāt aizsardzības mehānismus, lai aizsargātos no paaugstināta UV starojuma, kas augiem var būt pat ļoti kaitīgs. Tā ietekme uz augiem atšķiras no augu ģeogrāfiskās atrašanās vietas, augstuma, gaisa piesārņojuma, augu noēnojuma. Gaismas pārmērīgumu nosaka kā gaismas enerģiju, kas pārsniedz attiecīgā auga prasības, radot bojājumus. Pārmērīga apgaismojuma līmenis ir atkarīgs no auga fotosintēzes kapacitātes. Augiem, kas pielāgojušies augstam apgaismojuma līmenim raksturīga augsta fotosintēzes kapacitāte un tiem būs augstāki pārsniegtās gaismas sliekšņi salīdzinājumā ar tiem augiem, kas adaptējušies zemai gaismai un attiecīgi zemai fotosintētiskajai kapacitātei. Lielākā daļa augu fotosintēzei izmanto ap 25% no saules gaismas, kas liecina par to, ka pat normālos apstākļos augi ir pielāgojušies tikt galā ar liekajiem fotoniem. Parasti augi spēj pielāgoties diennakts un sezonālām gaismas līmeņa svārstībām. Strauja apgaismojuma līmeņa celšanās augiem rada paaugstinātu stresu.

Atkarībā no augu reakcijas uz fotoperiodu, tos iedala: īsās, garās un neitrālās dienas augi.

- Īsās dienas augi – tiem nepieciešams salīdzinoši īss gaismas periods (parasti 8–10 stundas) un nepārtraukts tumsas periods 14–16 stundas ģeneratīvo orgānu attīstībai. Šie augi tiek saukti arī par garās nakts augiem. Šajā grupā, piemēram, ir tādi augi, kā rīsi, soja, krizantēmas.
- Garās dienas augi – šiem augiem nepieciešams garāks gaismas periods (parasti 14–16 stundas), lai attīstītos ģeneratīvie orgāni. Šos augus dēvē arī par īsās nakts augiem. Šajā grupā, piemēram, ietilpst tādi augi, kā kvieši, redīsi, kāposti, spināti.
- Neitrālās dienas augi ziedēs, ja fotoperiods nepārtraukti būs no 5 līdz 24 stundām. Šajā grupā ietilpst, piemēram, tomāti, gurķi, zirņi (Wu, Hanzawa, 2014).

Fotosintēzes intensitātes ietekme ir atkarīga no dažādiem parametriem, kā, piemēram, auga genotipa, augu biezības, barības vielu nodrošinājuma. Gaisma, ko netieši ietekmē arī augu biezība, ietekmē gan augu morfoloģiju, gan fizioloģiju. Atkarībā no augu lapotnes īpašībām atšķiras augu atbildes reakcija uz gaismu. Pie lielākas lapu laukuma virsmas ir lielāka gaismas absorbcija lapotnes virsotnē un zemāka attiecīgi vainaga apakšā. Divi svarīgi faktori, kas norāda uz augu reakciju uz gaismu, ir gaismas absorbcija un gaismas laušanas koeficients. Auga īpašības nosaka, kāds būs gaismas absorbcijas ātrums. Gaismu, ko saņem augs, nosaka auga morfoloģiskā uzbūve – lapas novietojuma leņķis, auga augstums, lapu virmas laukums. Augu biezība būs viens no faktoriem, kas ietekmēs augu reakciju uz gaismas intensitāti. Pie optimāla augu biezība tiks absorbēts vislielākais gaismas daudzums, kas attiecīgi nodrošinās maksimāli vislabāko augu augšanu un ražas sasniegšanu (Soleymani, 2017; Soleymani, 2018). Irānā veikti eksperimenti ar kukurūzu, kur uz vienu kvadrātmetru bija 6, 8, 10, 12 augi. Eksperimentā novērots, ka pie sabiezināta kukurūzas stādījuma bija augstāka kopraža, bet bija zemāka iegūtā raža no viena auga, mazāka graudu masa, kas saistīts ar augu konkurenci savā starpā gan pa gaismu, gan mitrumu un barības vielām. Attiecīgi pie lielākās augu biezības bija augstākais lapu laukuma indekss (LAI) (4.4), bet pie sešiem augiem uz kvadrātmetru tas bija 2.8. Augstākā gaismas absorbcija bija pie 10 augi m^{-2} – 89%, bet zemākā (83%) pie 6 augi m^{-2}. Arī novērots, ka, palielinoties augu biezībai, samazinājās gaismas absorbcijas koeficients (Karbasiun, Soleymani, 2014). Gaismas absorbcijas koeficients ir atkarīgs ne tikai no augu biezības, bet arī no augu genotipa, tā morfoloģiskajām un fizioloģiskajām īpatnībām, auga attīstības fāzes, bet augu biezībai ir galvenā nozīme gaismas izmantošanas efektivitātē (Edami-Bistghani et al., 2012).

Gaisma kā stresa faktors ir vismazāk pētītais un raksturotais. Gaisma ir galvenais stresa faktors, kas ietekmē un izjauc fotosintētiskos procesus, kavējot augu augšanu. Gaismas stresa ietekmē liela nozīme ir fitohormoniem, kas palīdz cīnīties pret iespējamiem bojājumiem. Kā

galvenais gaismas stresa veids ir ultravioletā gaisma ar īsāku viļņu garumu (280 – 320 nm), UV starojums, kas sasniedz zemes virsmu, ir 320–400 nm spektra daļā. Šo viļņu caurlaidi atmosfērā ietekmē ozona slānis. Paaugstināta UV starojuma sekas var būt hlorofila noārdīšanās un DNS bojājumi. Dažādi fizikāli un ķīmiski faktori ietekmē UV ietekmes intensitāti. Piemēram, lignīnam ir nozīmīga loma šūnu aizsardzībā pret UV gaismu. Savukārt augu šūnu apstarošana ar gamma stariem izraisa pektīna izšķīšanu, palielinot poligalakturonāzes un pektīna metilesterāzes aktivitāti (Banerjee, Roychoudhury, 2016). Kā zema gaismas intensitātes izmantošana tiek uzskatīta, ja līdz augiem nonāk aptuveni 40 – 50% no dabiskās gaismas. Pie pazeminātas gaismas intensitātes augi lēnāk aug, līdz ar to tiek sasniegta mazāka kultūraugu raža. Savukārt pie paaugstinātas gaismas intensitātes notiek fotosintētisko proteīnu noārdīšanās, samazinās polipeptīdu līmenis, notiek izmaiņas hloroplastos. Gaismas kvalitāte ir viens no galvenajiem mainīgajiem faktoriem, kas ietekmē fotosintētiskos parametrus un fitoķīmisko vielu koncentrāciju augos. Galveno fotosintētisko un fotomorfoģenētisko fotoreceptori darbība norisinās viļņu garumā no 400 līdz 700 nm. Tiek uzskatīts, ka sarkanā gaisma visbiežāk darbojas kā, galvenais, augu fizioloģisko funkciju regulators (Vannimen et al., 2010; Banerjee, Roychoudhury, 2016).

Augsne. Augsnei augu dzīvē ir īpaša nozīme gan kā substrātam, gan kā ūdens un nepieciešamo barības vielu resursam (Ieviņš, 2016). Augsnes kvalitāti ietekmē tās fizikālās īpašības, tādas kā augsnes tilpummasa, struktūra, porainība, sakārtas blīvums u.c. (Līpenīte, Kārkliņš, 2011). Augsnes fizikālās īpašības ietekmē augu augšanu. Augsnes struktūrai ir svarīga nozīme, jo tā veicina ūdens režīmu augsnē, nodrošina augu augšanu un sakņu funkcionēšanu – ūdens un barības vielu absorbciju. Laba augsnes struktūra ir nozīmīga gaisa, barības vielu un ūdens apritē un ietekmē to pieejamību. Svarīgs augsnes fizikāls raksturlielums ir tās porainība. Optimāla porainība veicina augu augšanai labvēlīgus apstākļus augsnē (Abdul Khalil et al., 2015). Lielā daļā augšņu ir niecīgs organiskās vielas saturs, vien 1–2%. Ja tās ir smilts augsnes, tad tām ir zema ūdens ietilpība un augsta caurlaidība. Līdz ar to nevienmērīgs nokrišņu daudzums var izraisīt ūdens deficītu vai pārbagātību augu augšanas laikā, kas negatīvi var ietekmēt ražas iznākumu. Lai uzlabotu augu ražu un kvalitāti, jāizvērtē augsnes fizikālās un ķīmiskās īpašības, jāveic augsnes ielabošanas pasākumi, pareiza augsnes apstrāde (Usowicz, Lipiec, 2017), tādējādi ietekmējot arī ūdens un barības vielu pieejamību (Lipiec, Usowicz, 2018). Viens no augsnes auglības uzlabošanas paņēmieniem ir augu atlieku iestrāde augsnē. Tas palielina oglekļa piesaisti augsnē, uzlabo augsnes hidroloģiskās īpašības, un samazina eroziju, kā arī var potenciāli samazināt siltumnīcu gāzu emisiju. Augu atlieku sadalīšanos ietekmē vairāki vides faktori: augsnes temperatūra, augsnes mitrums, skābekļa nodrošinājums, pH, neorganiskās barības vielas, augsnes mikroorganismu bioloģiskā daudzveidība (Kutlu et al., 2018). Augsnes struktūra ietekmē augu augšanu. Visredzamākā ietekme ir uz sakņu augšanu. Irdenā augsnē augušas saknes ir gludas un cilindriskas, bet sablīvētās augsnēs ir ierobežota sakņu augšana, ko nosaka ierobežota ūdens un barības vielu piegāde. Augsnes struktūras nevienmērība ietekmē arī augsnes mikroorganismus (Passioura, 1991).

Līdz galam nav izprastas vairākas augu un augsnes mijiedarbības. Augu augšanu ietekmē augsnes ūdens un gaisa daudzums, arī augsnes temperatūra. Augsnes temperatūra ir viens no būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē augsnes īpašības, kas saistītas ar augu augšanu, jo ietekmē augsnes fizikālos, ķīmiskos un bioloģiskos procesus. Savukārt saņemtais saules radiācijas daudzums ietekmē augsnes temperatūru un procesus tajā. Augsnes temperatūra ietekmē organisko vielu sadalīšanās ātrumu un dažādu organisko vielu mineralizāciju augsnē; augsnes ūdens satures spēju, pārvietošanos un tā pieejamību augiem. Augsnes virskārtas temperatūru ietekmē: augsnes krāsa, augsnes mulčēšana, saules starojums, zemes virsmas slīpums, reljefs, veģetācijas segums, organiskās vielas saturs un iztvaikošana. Augsnes temperatūru zemākos slāņos ietekmē augsnes mitrums un augsnes tilpummasa (Asgarzadeh, Mosaddeghi, Mahboubi, 2010; Onwuka, Mang, 2018). Augsnes pH ir viens no mainīgākajiem rādītājiem, kas ietekmē virkni citu augsnes īpašību un procesus, kas savukārt ietekmē augu augšanu. No pH, piemēram, ir atkarīga mikroorganismu aktivitāte, barības vielu šķīdība, to

uzņemšana augos. Skābās augsnēs lielākā daļa no mikroelementiem ir vairāk augiem pieejami nekā neitrālā-sārmainā augsnē, kas parasti labāk ietekmē augu augšanu. Tomēr, ja to koncentrācija ir pārāk liela, mikroelementi var būt toksiski. Sārmainās augsnēs ir vērojama lielāka makroelementu pieejamība (Gentili et al., 2018).

1.3.3. Biotiskie faktori

Biotiskos stresus augiem izraisa dzīvie organismi: vīrusi, baktērijas, sēnes, nematodes, kaitēkļi, nezāles. Šie dzīvie organismi bieži vien izraisa augu slimības, var izraisīt lielus ražas zudumus. Visvairāk bojājumu audos rada sēņu ierosinātas slimības (lapu plankumainības, sakņu puves) (Sardhara, Mehta, 2018). Ievainotajos audos notiek dažādas metaboliskas disfunkcijas. Mehānismi, kas nodrošina augu rezistenci pret kaitēkļiem un slimībām ietver dažādus morfoloģiskus, ģenētiskus, bioķīmiskus un molekulārus procesus augā (Onaga, Wydra, 2016). Stresa izraisītāji bieži vien patērē barības vielas, kā rezultātā augi var iet bojā. Augu genotips ir viens no faktoriem, kas nosaka to spēju pretoties biotiskajiem stresa faktoriem. Tieši rezistences gēni ir tie, kas nosaka augu izturību.

Daudzi biotiskie stresori ietekmē fotosintēzi. Piemēram, ir kaitēkļi, kas samazina lapu laukumu, sēņu radīti bojājumi noklāj lapu virsmu ar apsarmi, vai plankumiem, arī vīrusu infekcijas bieži samazina fotosintēzes intensitāti (Robinson, 2001; Gull, Lone, Wani, 2019). Tiek lēsts, ka pasaules mērogā patogēni rada 15% ražas zudumus, kas rada izaicinājumu veidot rezistentas šķirnes. Patogēnu un kaitēkļu izplatība ir cieši saistīta ar klimata pārmaiņām. Tiek paredzēts, ka to izplatība palielināsies apgabalos, kur konkrētie patogēni iepriekš nav novēroti. Paaugstinoties atmosfēras temperatūrai klimata izmaiņu dēļ, pagarinās slimību un kaitēkļu dzīvošanas periods, vai palielinās to paaudžu skaits vienā sezonā (Hussain, 2015; Onaga, Wydra, 2016).

1.4. Lielās nātres bioloģija, saimnieciskā nozīme un uzturvērtība

Nātres (*Urtica* L.) tiek plaši izmantotas gan pārtikā, gan farmācijā, gan tekstilrūpniecībā, kas ir galvenais to audzēšanas mērķis. Lielā nātre kļūst arvien populārāka gan pārtikas, gan medicīnas jomā (Rutto et al., 2013) (1.1. att.).

1.1.att**. Lielā nātre (*Urtica dioica* L.)** (autores foto)

1.4.1. Izplatība, audzēšanas pieredze pasaulē un Latvijā

Visā pasaulē sastopams vairāk nekā 1000 nātru dzimtas augu. Nātres (*Urtica)* medicīnā lieto jau kopš Bronzas laikmeta (3000–2000 p.m.ē). Visizplatītākā suga ir lielā nātre (*Urtica dioica*) ar daudzām pasugām un varietātēm (var. *angustifolia, californica, hispidalyallii*; ssp. *holosericea, xingjiangensis, gracilis, galeopsifolia, afghanica* u.c.), *U. urens, U. cannabina,* un *U. pilulifera* (visas sastopamas Eiropā, Āzijā, Ziemeļamamerikā), *U. dubia* (Ziemeļamerika), *U. ferox* (Jaunzēlande), *U. hyperborean*, (Himalaji, Tibeta, Mongolija, Pakistāna), *U.incisa* (Austrālija), *U. laetivirens, U. platyphylla, U. Thunbergiana* (Japāna, Ķīna), *U. parviflora* (Himalaji) u.c. (Kopytko, Lapinskaya, Sokolskaya, 2012). Lielā nātre ir augs ar senu vēsturi, tā ir izplatīta visā Eiropā, Āzijas mērenā klimata reģionos un Ziemeļamerikā (Guil-Guerrero, Rebolloso-Fuentes, Torija-Isasa, 2003). Latvijā ir sastopamas tikai divas nātru sugas: lielā nātre (*Urtica dioica* L.) un sīkā nātre (*Urtica urens* L.).

Sugu pieejamība laika gaitā var ietekmēt to izmantojamību. Savvaļas augu izmantošanas īpatnības un pielietojums atšķiras no reģiona, cilvēku dzīvesveida, saimniekošanas veida, dabīgi pieejamajām dabas veltēm. Nereti, lai gan augu sugas tiek izmantotas pārtikā, kultivētas, tās joprojām sauc par savvaļas augiem. Nātru izmantošana palielinās, jo tā ir daudzgadīga un plaši pielietojama, kā arī tās izplatību nozīmīgi nav ietekmējusi lauksaimnieciskā darbība. Savvaļas augi arvien biežāk tiek izmantoti arī lauku tūrismā. Piemēram, Polijā daudzviet tūristiem tiek pasniegta nātru zupa (Luczaj et al., 2012). Latvijā palielinās mājražotāji, kas savu produktu gatavošanā izmanto nātres kā vienu no izejvielām.

Pirms kokvilna kļuva par galveno tekstilrūpniecības materiālu Eiropā, izmantoja citus augus, kas auga vietējā teritorijā. Līdzīgi kā linus un kaņepes, arī nātres izmantoja tekstilrūpniecībā. Nātru stublāju izmantošana šķiedru ieguvei pirmo reizi dokumentēta 900 gadus pēc Kristus dzimšanas. Nākamās dokumentētās ziņas par to izmantošanu parādījās 12. gadsimtā. Sākotnēji tika izmantotas savvaļā augušas nātres. Vēlāk tās sāka mērķtiecīgi kultivēt. Šķiedru saturs izlases rezultātā palielinājās no 5% savvaļas nātru stublāju sausnā līdz pat 17% kultivētās nātru sugās. Nātru audzēšana Eiropā aizsākās 19. gadsimta sākumā. Laikā starp Pirmo un Otro pasaules karu, nātru šķiedru izmantoja kā kokvilnas aizstājēju. Informācija par nātru audzēšanu balstījās uz lauka eksperimentiem un plašu praktisko pieredzi laika periodā no 1920. līdz 1950. gadam. Vācijā un Austrijā tās kultivēja 500 ha lielā platībā šķiedrvielas ieguvei. Vācijas universitātes un to pētniecības institūti trīsdesmit gadu laikā agronomiski un morfoloģiski izvērtēja nātres no 170 savvaļas izcelsmes vietām, atlasītas labākās krustošanai. Svarīgākās īpašības, kas tika izvērtētas, bija salnu izturība, auga morfoloģija un šķiedru saturs. Tolaik atlasītie nātru kloni tiek uzturēti pētniecības institūtos Vācijā, tomēr neviens nav oficiāli reģistrēts kā šķirne. Vēlākajos gados pētījumi un audzēšana bija ierobežota, nātres audzēja pavisam nelielās platībās. Kopš 1990. gada nātru audzēšana un pārstrāde šķiedras ieguvei ir pētīta Vācijā, Somijā un Austrijā, sadarbojoties pārstrādes uzņēmumiem ar pētniecības iestādēm (Hartl, Vogl, 2002; Vogl, Hartl, 2003). Laika gaitā interese par nātrēm šķiedras ieguvei nemazinājās, vairāki pētniecības projekti norisinājās no 1999. līdz 2001. gadam Austrijā, Vācijā, Somijā, Lietuvā un citviet Eiropā. Paralēli dabiskas šķiedras ieguvei pētīja arī bioloģiski aktīvos savienojumus augā. Divus gadus (2007.–2008.) Latvijas un Lietuvas kolēģi sadarbības projekta ietvaros pētīja nātru audzēšanas un šķiedras izmantošanas iespējas tekstilrūpniecībai Latvijā (Baltina et al., 2012).

Latvijā mērķtiecīgi nātres nav tikušas kultivētas, bet pēdējos pāris gados arvien palielinās patērētāju interese par nātrēm kā lapu dārzeni un pārtikas piedevu, jo īpaši kā sastāvdaļu popularitāti ieguvušajiem zaļajiem kokteiļiem. Eiropas, t.sk. Latvijas, teritorijā pētījumi ir veikti galvenokārt par nātru šķiedru, tās ieguvi tekstilrūpniecībā. Nedaudz ir pētījumu par nātru bioķīmiskā sastāva izmaiņām dažādu faktoru ietekmē augu ziedēšanas fāzē, kad to izmanto kā ārstniecības augu. Daudzviet tiek pieminēta nātru augstā uzturvērtība, ietekme uz cilvēka veselību, bet tikpat kā nav pētījumu par to, kā nātres varētu audzēt kā lapu dārzeni un iekļaut ikdienas uzturā. Tomēr literatūrā ir atrodams, ka nātres kā dārzeni lieto jau sen daudzās valstīs.

Piemēram, Vidusjūras valstīs tās izmanto zupās, rīsu ēdienos, kopā ar nūdelēm, omletēs vai kā salātus, bet Serbijā komerciāli tirgo nātru maizi (nātru saturs līdz 1%) (Durovič et al., 2017). Tāpat kā citur pasaulē, arī Latvijā pēdējos gados ir palielinājusies patērētāju interese par nātru produktu lietošanu uzturā. "Absolūts ēd" vadītāja Ilze Lipska stāsta, ka no piedāvātā žāvēto augu pulveru klāsta, nātru pulveris ir viens no pieprasītākajiem. Tomēr viņa atzīst, ka ir nepieciešama sabiedrības izglītošana par savvaļas/ārstniecības augu iekļaušanu uzturā un to uzturvērtību, jo cilvēku viedokļi par to atšķiras (personīgā komunikācija). SIA "Positive foods" valdes priekšsēdētāja Ilva Kavicka dalās pieredzē un savos novērojumos, ka pieprasījums pēc nātru produktu klāsta (nātru pulveris, nātru konfektes) korelē ar mārketinga aktivitātēm – jo vairāk stāsta par to tieši komunicējot, ziņu portālos vai presē ir kāda publikācija saistībā par nātru labajām īpašībām, jo lielāks pieprasījums. Lielāka atsaucība pēc nātru pulvera ir tirdziņos, nekā veikalos, jo tirdziņos pircējam ir iespēja uzdod jautājumus, kā arī labāk pērkot, ja ir produktu degustācija – piemēram, blenderē kopā ar ābolu sulu. Gada griezumā vislielākā interese par nātru produktiem ir ziemas periodā. Gada laikā iztirgo vairākus desmitus kilogramu (personīgā komunikācija).

1.4.2. Botāniskais raksturojums

Lielā nātre ir 30–150 cm augsts, daudzgadīgs divmāju augs ar zaļu lapu krāsojumu, ovālām, retāk lancetiskām lapām. Lapas mīkstas, 3–10 cm garas, izskatās kā saplacinātas, tām raksturīgas izteiktas robainās malas. Lapu virspuse ir tumšāk zaļa, lapu apakšpuse blāvākzaļa ar skaidri saskatāmām lapu dzīslām. Stublāju un lapas klāj matiņi, kas var sasniegt pat 70 mm. Matiņiem pieskaroties, tie nokrīt. Matiņi satur skudrskābi, acetilholīnu, 5-hidroksitripamīnu. Tāpēc, pieskaroties svaigai nātrei un matiņiem nokrītot, izdalās šīs vielas, kas rada dedzinošu sajūtu, izraisa ādas kairinājumu un rada sāpes, kas var ilgt līdz pat 12 stundām. Aksilārās ziedkopās sakārtoti mazi zaļi-balti, brūni-sarkanas nokrāsas ziedi. Sievišķajām un vīrišķajām ziedkopām ir ļoti līdzīga forma, bet sievišķajiem ziediem ir violeta drīksna. Zied katru gadu no jūnija līdz septembrim. Raksturīgi dzeltenas krāsas sakneņi (Kavalali, 2003a; Asgarpanah, Mohajerani, 2012; Otles, Yalcin, 2012; Upton, 2013; Ahmed, Parsuraman, 2014).

1.4.3. Saimnieciskā nozīme un uzturvērtība

Nātrēm ir ilga lietošanas vēsture gan medicīnā, gan pārtikā. Visas auga daļas (stublājs, lapas, sakneņi un sēklas) ir izmantojamas, tādējādi nātres plaši izmanto arī biodinamiskajā lauksaimniecībā, kosmētikā un tekstilrūpniecībā. Lielā nātre ir tikpat kā vienīgā nātre, ko tik plaši izmanto (Radman et al., 2015). Uzturā kā svaigi lapu dārzeņi ir ieteicami dzinumi pirms ziedēšanas, izmantojot kā alternatīvu citiem lapu dārzeņiem, piemēram, rukolai, spinātiem, pētersīļiem (Rutto et al., 2013; Wolska et al., 2016). Kā šķiedrvielām bagātu dārzeni, jaunās nātru lapas pievieno zupām, salātiem, omletēs. Žāvētas izmanto ziemas periodā. Nātru augstā uzturvērtība papildina ikdienas uzturu ar nepieciešajamām barības vielām (Vogl, Hartl, 2003; Biesiada et al., 2010; Wolska et al., 2016). Nereti nātres izmanto kā lopbarību. Salīdzinoši bieži nātru hlorofils tiek izmantots kā izejviela farmācijas un pārtikas nozarē, kā arī kosmētisko līdzekļu ražošanā. No nātrēm ražo arī dažādus homeopātiskos līdzekļus. Ķīmisko savienojumu sastāvs un daudzums mainās atkarībā no vides apstākļiem, auga attīstības fāzes, auga formas un daļas, ražas vākšanas laika, stādījuma vecuma, kā arī uzglabāšanas apstākļiem (Randall, 2003; Biesiada et al., 2010). Pēdējā laikā arvien vairāk pieaug interese par kultivētajām nātrēm. Šī tendence tiek skaidrota ar to, ka palielinās cilvēku rūpes par veselību un pārtikas sastāvu. Kultivētiem augiem to uzturvērtība ir precīzāk zināma nekā savvaļā ievāktiem (Radman et al., 2015).

Svaigām un pārstrādātām nātrēm ir augsts olbaltumvielu saturs. Salīdzinot ar citiem zaļajiem lapu dārzeņiem, nātrēs ir līdz pat 66% vairāk olbaltumvielu (Hughes et al., 1980; Radman et al., 2015). Tām raksturīgs gan zems kaloriju daudzums, gan augsts minerālvielu un vitamīnu saturs, jo īpaši daudz ir C vitamīns (20–60 mg 100 g^{-1} svaigas masas). A. Vetherilts 1982. gadā konstatējis, ka 100 grami svaigu nātru lapu saturēja pat 238 mg C vitamīna (Wetherilt, 2003). Nātres varētu kalpot par vienu no iespējamiem C vitamīna avotiem agrā pavasarī, jo tā visvairāk ir jaunajās nātru lapās (Nencu et al., 2013). Salīdzinājumā ar citiem lapu dārzeņiem, konstatēts, ka C vitamīna saturs salātu lapās vidēji ir 3 mg 100 g^{-1} (Zhao et al., 2014), lapu pētersīļos 60 mg 100 g^{-1}, seleriju lapās 85 mg 100 g^{-1} svaigas masas (Cauni et al., 2010). Lielā nātre ir vērtīga arī kā daudzu citu bioloģiski aktīvo vielu avots: vitamīni (A, B, K), makroelementi (P, Mg, Ca, K) un mikroelementi (Fe, Se), tanīni, polifenoli, karotinoīdi, silīcijskābe, ēteriskās eļļas, terpēni, taukskābes (Adamski, Bieganska 1980; Kukric et al., 2012; Upton, 2013; Radman et al., 2015). Nātru lapās ir karotinoīdu dažādība, visvairāk sastopamie ir β-karotīns, luteīns un luteīna izomēri (vairāk nekā 60 %) (Guil-Guerrero, Rebolloso-Fuentes, Torija-Isasa, 2003). Svarīgas sastāvdaļas ir arī aminoskābes, glikokinīni (augu insulīns) un hlorofili (Upton, 2013). Salīdzinājumā ar citiem lapu dārzeņiem, nātru lapās ir liels hlorofilu daudzums – 2.5 mg g^{-1} svaigas masas, kas veģetācijas laikā pakāpeniski samazinās (Humphrey, 1980; Hojnik, Škerget, Knez, 2007; Kopytko, Lapinskaya, Sokolskaya, 2012). Lapu dārzeņos hlorofila daudzums ir ļoti atšķirīgs, piemēram, salātos tas ir vien 0.2 mg g^{-1}, pieneņu un cigoriņu lapās 2.5 mg g^{-1}, rukolā līdz 3 mg g^{-1} svaigas masas (Žnidarčič et.al., 2011).

Nātru dziedniecisk̄ās īpašības ir pazīstamas jau gadsimtiem ilgi. Tautas medicīnā izmantoja reimatisma, artrīta, podagras, ekzēmas, anēmijas, urīnceļu infekciju, nierakmeņu, drudža ārstēšanai, kā arī, lai samazinātu pārmērīgu menstruālo plūsmu un deguna asiņošanu (Ahmed, Parsuraman, 2014). Nātre ir labs gremošanu veicinošs līdzeklis, palīdz pret sezonālām alerģijām, reimatismu, sastiepumiem, kā arī ir labs asiņu attīrītājs un tiek izmantota vēža ārstēšanai (Kavalali, 2003b; Upton et al., 2011). Tradicionāli no lapām pagatavoja tēju, ko izmantoja kā attīrošu toniku un asiņu attīrītāju (Ahmed, Parsuraman, 2014). Eksperimenti ar dzīvniekiem pierādījuši, ka tām piemīt pretsāpju efekts. Nātrēm piemīt antioksidantu un pretvīrusu aktivitāte (Upton, 2013). Nātru hipoglikēmiskā, pretdiabēta, pretiekaisuma, hipotensīvā, antioksidējošā, antimikrobiālā, pretsāpju un pretčūlu aktivitāte pierādīta salīdzinoši nesen. Šī plašā teraipeitiskā iedarbība, ir skaidrojama ar nātru bagātīgo, ķīmisko sastāvu. Fenoliem piemīt preventīva loma vēža un sirds slimību izplatībā, pateicoties to antioksidatīvajām īpašībām. C vitamīns un fenoli, it īpaši flavonoīdi ir galvenie antioksidanti, kas neitralizē brīvos radikāļus cilvēka organismā (Radman et al., 2015). Augu antioksidatīvās īpašībās galvenokārt raksturo C vitamīns un karotinoīdu esamība augos (Baruwa, Adesina, 2013; Zlotek et al., 2014).

Pierādījies, ka žāvētu lapu preparāti atvieglo simptomus, kas saistīti ar alerģisku rinītu (Rutto et al., 2013).

1.5. Nātru audzēšanai nepieciešamie apstākļi un agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru augšanu, attīstību un ražas veidošanos

Nātru audzēšanā ir salīdzinoši maz prasību, kas jāievēro veiksmīgai ražas ieguvei. Nātre ir daudzpusīgi izmantojams augs, ar ko papildināt ne vien cilvēku uzturu, bet arī bioloģisko augu daudzveidību agrocenozē (Radman et al., 2015).

Nātru audzēšanai nepieciešamas auglīgas, irdenas augsnes ar augstu organiskās vielas saturu, bagātas ar barības vielām, jo īpaši slāpekli un fosforu, kas nodrošina to straujāku augšanu. Slāpeklis spēcīgi stimulē nātru veģetatīvās masas pieaugumu un ir svarīgākais elements nātru barības vielu nodrošinājumā, tomēr tā pārmērīga lietošana var veicināt potenciāli kaitīgu nitrātu uzkrāšanos augos (Radman et al., 2015).

Nātrēm ir svarīgs pietiekams un regulārs mitruma nodrošinājums. Nav dokumentēti precīzi dati par ūdens izmantošanas efektivitāti un temperatūras robežām, kādas ir optimālākās nātru audzēšanai. Nātru audzēšanā jāizvairās no augsnēm, kas ir skābas un slikti drenētas. (Olsen, 1921; Vogl, Hartl, 2003).

Nātru audzēšanai un pavairošanai var izmantot vairākas metodes. Nātru audzēšana no sēklām rindu sējumā ir viena no metodēm, bet šajā variantā var nākties saskarties ar augstu vecākaugu heterozigotības pakāpi, kas izraisa neviendabīgu F_1 paaudzes attīstību un līdz ar to ražas veidošanos. Lauka izmēģinājumos novērots, ka šādi augu nogatavošanās pakāpe atšķīrās līdz pat četrām nedēļām, kas ietekmē ražas novākšanas plānošanu un rada ražas zudumus, jo īpaši komerciālās audzēšanas platībās. Lai iegūtu viendabīgus, izlīdzinātus augus un ražu, var izmantot veģetatīvo pavairošanu ar spraudeņiem (piem., galotnes spraudeņi). Šie spraudeņi jāpaaudzē siltumnīcā, lai pirms izstādīšanas uz lauka tiem būtu izveidojušās saknes (Vogl, Hartl, 2003). Polijā veikts pētījums trīs gadu periodā (2002.–2005.g), kur novērtētas ražas apjoma atšķirības un izmēģinātas vairākas nātru audzēšanas metodes. Eksperimentos salīdzināja gan veģetatīvās, gan ģeneratīvās pavairošanas metodes, kur izmantoja pavasarī septiņas nedēļas ilgi apsakņotus spraudeņus; rudenī uz lauka sēja sēklas, un iegūtos dēstus audzēja siltumnīcā dēstu kasetēs, un plastmasas kastēs (iegūstot kailsakņus dēstus). Ražas uzskaite veikta sākot no pirmā eksperimenta gada, trīs gadu periodā. Vidēji no visiem trīs gadiem pirmajā gadā augstākā raža iegūta variantā, kur augus audzēja no dēstiem, kas izaudzēti siltumnīcā dēstu kasetēs. Eksperimentā netika konstatētas būtiskas ražas atšķirības, izmantojot dažādus audzēšanas attālumus – 45 cm starp rindām un 15, 25, 35 cm starp augiem rindā (Biesiada, Woloszczak, 2007).

Stādīšanas/audzēšanas attālumu izvēli ietekmē mērķis, kādam nātres tiek audzētas – šķiedrvielai vai kā ārstniecības augi. Audzējot lapu ieguvei, stādīšanas attālumi var būt ciešāki, ar stādīšanas shēmu 30×40, vai pat 20×20 cm. Šķiedrvielas ieguvei jaunu augu stādīšanai ieteicamās stādīšanas shēmas ir dažādas – 50×50 cm, 75 × 50 cm, kā arī pavisam plats rindu atstatums – 100–150 cm, tomēr visbiežāk izmantotie attālumi ir 60–70 cm starp rindām un 60 cm starp augiem. Dēstus var stādīt ar rokām vai tehniku, kas paredzēta dārzaugu stādīšanai. Stādīšanu veic aprīlī, maijā (Luna, 2001; Vogl, Hartl, 2003; Bacci et al., 2009; Virgilio, et al., 2015). Audzējot nātres šķiedrvielas ieguvei, stādot tās ar viena metra atstatumu starp rindām un 60 cm starp augiem, novērots, ka lielākā raža tika sasniegta trešajā audzēšanas gadā, kad auga augstums vidēji pieauga par 20 cm, kā arī palielinājās jauno dzinumu skaits līdz divām reizēm. Tāpat pozitīvi ražu ietekmēja tas, ka trešajā audzēšanas gadā veģetācijas laikā bija lielāks nokrišņu daudzums nekā iepriekšējos divus gadus. Pietiekama ūdens apgāde intensīvajā augšanas periodā ietekmē nātru augšanu. Citos pētījumos novērots, ka augsta stādījumu biezība (50 × 50 cm) pozitīvi ietekmē ražas iznākumu nākamajā gadā (Hartl, Vogl, 2002). Pētot nātru audzēšanas iespējas Latvijā, paraugi eksperimentālajiem pētījumiem iegūti no nātrēm, kas tika audzētas Lietuvā ar diviem dažādiem stādīšanas attālumiem no sakņu spraudeņiem, kas stādīti jūlijā/augustā: 60×60 un 60×100 cm, pie lielākās augu biezības stiebru garums bija pa 30% lielāks (92 un 133 cm), bet šķiedru daudzums mazāks, jo augi bija zarotāki (Baltina et al., 2012). Augu virszemes masa pie 60×60, pirmajā gadā bija 28 t ha^{-1}, bet otrajā gadā bija 38 t ha^{-1}, bet pie 60×100 pirmajā gadā vien 20 t ha^{-1} (Jankauskiene, Gruzdeviene, 2010). Pēc pētījumiem Lietuvā optimāla augu biezība būtu 112–136 augi uz m^2, kas tika sasniegts ceturtajā, piektajā audzēšanas gadā ar stādīšanas shēmu 60×100 cm, bet tomēr būtu nepieciešami ilgāki un detalizētāki pētījumi (Jankauskiene, Gruzdeviene, 2013).

Tā kā nātres ik gadu saražo lielu biomasu, tad liela uzmanība arī jāvērš tam, lai augiem piegādātu barības vielas, jo īpaši slāpekli, kas sekmē biomasas veidošanos. Vācijā veiktā pētījumā, audzējot nātres šķiedras ieguvei, pasējā izmantoja tauriņziežus un stiebrzāles atmosfēras slāpekļa piesaistei. Sākot ar trešo audzēšanas gadu, pasējas variantā bija konstatēts dzinumu un šķiedru samazinājums, jo pasējas augi pārņēma stādījumu un pieauga nezāļu daudzums. Pasējas augu konkurence ar nātrēm atstāja negatīvu ietekmi uz nātru ražas iznākumu, nevis ieguvumu no to piesaistītā slāpekļa. Pozitīvi rezultāti iegūti, audzējot nātres

bioloģiskajā audzēšanas sistēmā, izmantojot pasējā balto āboliņu un mēslojot ar vircu. Savukārt Austrijā lauku izmēģinājumā tika iegūtas augstas ražas trešajā audzēšanas gadā un secināts, ka ir augsts potenciāls uzlabot ražas apjomu, piegādājot slāpekli ar tauriņziežiem, ko tie piesaista, un ar vircu vai kūtsmēsliem. Pētījumos novērots, ka ļoti svarīgi ir augsnes apstākļi, jo stublāju sausā masa variēja no vienas līdz desmit tonnām uz hektāru. Vācijā testējot trīs dažādas mēslošanas sistēmas, augstākā raža, bija iegūta lietojot liellopu vircu un kūtsmēslus, atkarībā no gada (3.2 – 4.4 t ha^{-1}). Savukārt pie intensīvām saimniekošanas metodēm pētnieki izmantojuši augstas minerālā slāpekļa nodrošinājuma normas, 160–240 kg N ha^{-1}. Izmantotas arī ekstremāli augstas slāpekļa mēslojuma devas kalcija nitrāta formā (250–300 kg ha^{-1}) gadā (Hartl, Vogl, 2002; Ruckenbauer et al., 2002; Vogl, Hartl, 2003; Virgilio et al., 2015).

Īpaši būtiska nātru stādījumā ir nezāļu ierobežošana, jo īpaši pirmajā gadā. Bioloģiskajā lauksaimniecības sistēmā, kur nezāļu ierobežošanai ir pieejamas limitētas metodes, svarīgi veikt preventīvus pasākumus, par to jau jādomā pirms stādījumu ierīkošanas, īpaši ierobežojot daudzgadīgās nezāles, pirms tam audzējot piemērotus kultūraugus. Tāpat blīvāks stādījums (50 cm starp rindām) veicina mazāku nezāļu izplatību vai izmanto platu atstatumu (100–150 cm), kas ir piemērots rindstarpu kultivēšanai. Nātres ir kā saimniekorganisms daudzām tauriņu sugām, kuru kāpuri barojas ar augu lapām un ir iemesls pilnīgai augu defoliācijai, bīstamāk tas ir, ja tas notiek pirmajā audzēšanas gadā, bet vienlaikus ir norādīts, ka nātres spēj ātri atgūties (Hartl, Vogl, 2002; Ruckenbauer, Burstmayr, Sturtz, 2002; Vogl, Hartl, 2003; Virgilio et al., 2015).

Ražas vākšanas laiks ir atkarīgs no audzēšanas mērķa. Ja galaprodukts ir svaigas lapas, ražu ievāc pirms ziedēšanas. Farmaceitiskiem nolūkiem ražu ievāc augu ziedēšanas fāzē, bet šķiedrvielas ieguvei – nobriedušu sēklu fāzē (Radman et al., 2016).

1.6. Lodveida artišoka bioloģija, saimnieciskā nozīme un uzturvērtība

1.6.1. Izplatība, audzēšana pieredze pasaulē un Latvijā

Artišoki (*Cynara cardunculus* L.) – ietver trīs taksonus: divas domesticētās formas – lodveida artišoks (var. *scolymus* L.) un kultivētais lapu artišoks (var. *altilis*), kā arī savvaļas lapu artišoks (var. *sylvestri*). No savvaļas formas cēlušās abas kultivētās formas (Velez et al., 2012; Durazzo et al., 2013). Lodveida artišoks (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) *Fiori*) (1.2. att.) ir plaši izplatīts kultūraugs visā pasaulē un it īpaši Dienvideiropā (Itālija, Spānija, Francija, Grieķija), Āzijas dienvidrietumos (Turcija, Izraēla), Ziemeļāfrikā (Ēģipte, Tunisija), Dienvidamerikā (Argentīna, Čīle), Amerikas Savienotajās Valstīs un arī Ķīnā (Pandino et al., 2013; Gatto et al., 2013). Lai gan par artišoku audzēšanu var lasīt senākās dārzeņkopības grāmatās, mūsdienās to izplatība Latvijā ir neliela – audzēti vien piemājas dārzos eksperimentālos un/vai dekoratīvos nolūkos.

1.2. att. **Lodveida artišoks (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) *Fiori*)**
(autores foto)

1.6.2. Botāniskais raksturojums

Vidusjūras un Dienvideiropas reģionā artišoki tiek audzēti kā viengadīgi vai daudzgadīgi dārzeņi piecu līdz desmit gadu garumā (Shinohara, 2008). Tradicionāli pirmajā gadā attīstās lapu rozete līdz vienam metram diametrā un viena līdz pusotra metra augstumā. Rudenī auga virszemes daļas atmirst, sakņu daļa pārziemo. Ik gadu augs atjaunojas no sānu dzinumiem, kas izveidojas tieši zem augsnes virskārtas. Otrajā gadā attīstās 1–2 metrus augsts stublājs un ziedkopa (kurvītis), ko tautā sauc par galviņu. Augs uz ziedneša attīsta vairākas galviņas, kas ir sakārtotas grupās. Vēlāk tās var izziedēt ar ziediem, kam raksturīga zila, violeta vai sārta krāsa (Pandino et al., 2011; Bratch, 2014). Atkarībā no šķirnes galviņu veidošanās sākas 60–100 dienās pēc izstādīšanas. Augam ir viens centrālais, pamata ziedkāts, uz kura veidojas vislielākās galviņas, bet veidojas arī otrā, trešā un pat ceturtā līmeņa galviņas, kas būs mazākas. Galviņas novāc, kad tās sasniegušas maksimālo izmēru, bet vēl nav sākusies zieda plaukšana. Tas vislabāk pamanāms brīdī, kad galviņas ārējās zvīņas sāk atdalīties, bet arī šī izpausme var atšķirties atkarībā no šķirnes. Tāpat par galviņas gatavību liecina tas, ka tā sāk iekrāsoties violeta (Bratsch, 2014).

Ja ziemas raksturojas ar ilgiem bezsniega periodiem, un zemu augsnes un gaisa temperatūru, tad artišoki var izsalt. Jau agrāk šo apstākļu dēļ artišokus Latvijā audzēja kā viengadīgu kultūraugu (Baumane, 1967). Arī Polijā, kur klimata apstākļi ir līdzīgāki Latvijai, artišoki tiek audzēti kā viengadīgs kultūraugs (Salata, Gruszecji, Dyduch, 2012).

Artišokus var pavairot gan ģeneratīvi, gan veģetatīvi ar sakņu un dzinumu posmiem/spraudeņiem. Veģetatīvā pavairošana ir darbietilpīga, un šādi pavairoti augi tiek pakļauti lielākam slimību inficēšanās riskam. Lai ražu iegūtu pirmajā audzēšanas gadā, tiek izmantotas jarovizētas sēklas vai augi tiek izstādīti pirms salnām, lai tiem būtu nodrošināts desmit dienu aukstuma periods zem 10 ^{o}C. Karstās vasarās var notikt dejarovizācija, kad aukstuma stundu ietekme uz ziedpumpuru iniciāciju tiek mazināta un augi mazāk zied un līdz ar to mazāk ražo. Ir iespējams augiem nodrošināt jarovizācijas procesu arī sēklu dīgšanas periodā. Šajā gadījumā izknitinātas sēklas uz divām nedēļām ievieto aukstumā (1–2 ^{o}C). Pavairojot veģetatīvi, vēlu rudenī izrok augu ar saknēm un ziemas periodā tās uzglabā siltumnīcā vai pagrabā. Pavasarī, kad parādās dzinumi, ceru dala vairākās daļās, katrā atstājot vismaz vienu augšanas centru (Baumane, 1967; Fernandez, Curt, 2005, Bratsch, 2014). Lielākā daļa pētījumu par artišokiem ir veikti Itālijā, kur ir siltāks klimats kā Latvijā un artišoki tiek audzēti un raža iegūta visu gadu, tādējādi nav salīdzināmu pētījumu, ko varētu pielāgot Baltijas

reģiona klimata apstākļiem. Itālijā sēklu jarovizāciju izmanto, lai paātrinātu ražas ienākšanos un ražu iegūtu visu gadu, izmantojot dažādus stādīšanas laikus (Virdis, Motzo, Giunta, 2014).

1.6.3. Saimnieciskā nozīme un uzturvērtība

Artišokiem ir sena vēsture kā ārstniecības augam, tautas medicīnā tos izmantoja jau kopš romiešu laikiem. Medicīniskos nolūkos var izmantot visas auga daļas (Christaki, Bonos, Florou-Paneri, 2012). Artišoku pielietojums medicīnā ir ļoti plašs. Tiek uzskatīts, ka artišoka ekstrakts palīdz attīrīt aknas un nieres, stimulē žults veidošanos. Tautas medicīnā no artišoku lapām un saknēm gatavo uzlējumus holesterīna līmeņa samazināšanai (Christaki, Bonos, Florou-Paneri, 2012; Durazzo et al., 2013). Lapu ekstraktu izmanto kā antikancerogēnu, antioksidatīvu, antibakteriālu, pretsēnīšu, pretmikrobu, holesterīna samazināšanas līdzekli. Tas arī samazina sirds un asinsvadu slimības, un dažu vēža formu veidošanos (Durazzo et al., 2013; Lombardo et al., 2015). Artišoku ekstraktiem piemīt stimulējoša ietekme uz kunģa-zarnu trakta darbību, neitralizējoša iedarbība uz toksiskajām vielām cilvēka organismā (Kolodziej, Winiarska, 2012). Artišokiem ir liela nozīme uzturā to antioksidatīvo īpašību dēļ (Yao et al., 2004; Kumar, Pandey, 2013).

Pārtikā izmanto līdz galam neatvērušās auga ziedkopas (kurvīšus), ko ražošanā sauc par galviņām. Artišokus uzturā lieto gan svaigā, gan apstrādātā veidā (vārīti, cepti, marinēti). Artišoku ēdamā daļa – „galviņa" vidēji satur 13–20% sausnas, ko sastāda 2% olbaltumvielu, 8–15% ogļhidrātu, 1–3% kokšķiedras, 1% pelnu. Salīdzinājumā ar citiem dārzeņiem artišokiem raksturīga augsta enerģētiskā vērtība 44–72 kcal 100 g^{-1}. No vitamīniem visvairāk tajos ir A vitamīna provitamīns, B_1, PP, B_3. Artišoki raksturojas ar zemu tauku saturu, un augstu minerālvielu saturu (kālijs, nātrijs, fosfors). Tāpat tajos ir C vitamīns, šķiedrvielas, polifenoli, flavonoīdi, inulīns un hidroksikanēļskābes atvasinājumi (Kolodziej, Winiarska, 2012; Christaki, Bonos, Florou-Paneri, 2012; Pandino et al., 2013). No flavonoīdiem artišokiem tipiskākie ir apigenīns un luteolīns (Lombardo et al., 2010). Visi šie savienojumi raksturojas ar stiprām antioksidatīvām īpašībām, lai gan to saturs var stipri atšķirties atkarībā no šķirnes. Francijā izpētot 17 šķirņu galviņas, polifenolu daudzums tajās variēja no 0.7 līdz 36.4 mg kg^{-1} sausas masas (Ciancolini et al., 2013). Arī citas augu daļas ir pārtikā izmantojamas. No sēklām var iegūt eļļu, kuras sastāvs ir līdzīgs saulespuķu eļļai, bet no saknēm var iegūt inulīnu.

Artišokiem raksturīgi arī citi saimnieciskie izmantošanas veidi, kā zaļbarība atgremotājiem un kā dabisks ferments siera pagatavošanai. Artišokus, jo īpaši lapu artišokus, var izmanot etanola, biometāna un biodīzeļa ražošanai. Tā kā tiem raksturīga liela biomasa, tad ir nepieciešams relatīvi zems izejvielas daudzums šo produktu ražošanai. Artišoku biomasu var lietot arī kā cieto kurināmo. Tam ir potenciāls arī papīra ražošanai (Fernandez, Curt, Aguado, 2006; Ciancolini et al., 2013; Costa et al., 2014; Gominho et al., 2018).

1.7. Artišoku audzēšanai nepieciešamie apstākļi un agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku augšanu, attīstību un ražas veidošanos

Artišokiem raksturīga liela ģenētiskā mainība, kas veido neviendabīgu šķirnes materiālu. Var būt, ka pirmajā gadā 15–25% augu var būt neproduktīvi, pat ja ir saņēmuši nepieciešamos aukstuma apstākļus. Tāpat var būt mainīga dīgtspēja, augšanas īpatnības un galviņu kvalitāte. Virdžīnijā pārbaudīja četras šķirnes un populārākā no tām šķirne 'Green Globe', kas veido vislielākās un kvalitatīvākās galviņas, tomēr vissliktāk adaptējās, viengadīgā stādījumā, tikai 15% veidoja galviņas, kas norāda uz to, ka šai šķirnei nepieciešama pazeminātas temperatūras iedarbība, lai pilnībā izmantotu tās potenciālu. Pārējās trīs šķirnes uzrādīja līdzīgus rezultātus, galviņas veidojās 75–83 % augu. Arī galviņu skaits uz auga šķirnei 'Green Globe' bija viena galviņa, pārējām būtiski vairāk – 6 galviņas no auga (Bratsch, 2014). Kalifornijā četru dažādu

šķirņu raža laikā periodā no 1991. līdz 1993. gadam variēja no 8.5 līdz pat 27.3 tonnām no ha. Šo trīs gadu ietvaros, starp gadiem netika novērotas būtiskas atšķirības. Ražas atšķirības visvairāk nosaka šķirnes ģenētiskās īpašības (Bertelsen et al., 1995).

Temperatūra un substrāts ir svarīgi faktori, kas ietekmē sēklu dīgšanu. Sēklu diedzēšanai var izmantot dažādus substrātus un materiālus: filtrpapīru, smilti, augsni, kompostu, kūdru u.c. Temperatūra nosaka dīgšanas ātrumu, sēklas miera perioda pārtraukšanu. Optimālā temperatūra var pat atšķirties vienas sugas ietvaros starp dažādām šķirnēm. Tas būtu izskaidrojams ar to, ka liela daļa augu sēklu dabā, ir pakļautas mainīgas temperatūras ietekmei (Lekič et al., 2011). Sēklu dīgtspēja tika pārbaudīta trijos substrātos (filtrpapīrs, smilts, komposts) trīs dažādos temperatūras režīmos: 1) 16 stundas tumsā, temperatūra 20 ^{o}C un 8 stundas pie temperatūras 30 ^{o}C, zem 750 lux apgaismojuma; 2) konstanta 20 ^{o}C temperatūra un 3) 10 dienas norūdot pie 10 ^{o}C temperatūras, pēc tam turpinot audzēšanu pie 25 grādiem. Filtrpapīru piesūcināja ar ūdeni, bet komposts un smilts nodrošināja pietiekamus mitruma apstākļus, lai sēklas varētu izdīgt. Vislabāko sēklu dīgtspēju novēroja pie konstantas 20 grādu temperatūras diedzējot uz filtrpapīra un komposta (96%). Pirmo dīgstu uzskaiti veica pēc septiņām dienām un pēdējo – pēc 21 dienas (Lekič et al., 2011). Eksperimentā, kur lapu artišoku sēklu dīdzību pārbaudīja sāls stresa apstākļos, tās diedzējot Petri platēs NaCl un polietilēnglikola šķīdumā un ievietojot tumsā pie 20 ^{o}C temperatūras, labāku dīdzību uzrādīja variants, kur sēklas diedzēja polietilēnglikola šķīdumā (Raccuia et al., 2004). Šie eksperimenti parāda, ka vislabāk artišoku sēklas dīgst, ja nav pakļautas kādam stresa faktoram.

Artišoki labi pielāgojas dažādiem augsnes apstākļiem. Vispiemērotākās ir augsnes ar labu ūdens caurlaidību, auglīgas, ar augstu barības vielu nodrošinājumu, dziļi sastrādātas, jo artišokiem ir dziļa sakņu sistēma. Nepiemērotākās būs smagas māla augsnes un vieglas smilts augsnes. Vietās, kur problēmas ar ūdens aizvadīšanu, artišokus ieteicams audzēt uz vagu skaustiem (Colla et al., 2012; Bratsch, 2014).

Lai novērstu dažādu faktoru negatīvo ietekmi, jānodrošina optimāli dīgšanas apstākļi: piemērots substrāts un patstāvīgs temperatūras režīms (20–25 ^{o}C), kā arī vienmērīgs mitrums. Pieauguši artišoki labāk aug, ja dienas laikā gaisa temperatūra, sasniedz 25 ^{o}C atzīmi (Bratsch, 2014). Augi ir izturīgi arī pret augstāku temperatūru, tomēr pie 30 grādiem samazinās galviņu kvalitāte (Smith et al., 2008). Sausums ir viens no galvenajiem abiotiskajiem stresa faktoriem, kas ietekmē augu augšanu un attīstību. Ierobežota ūdens apgāde ir viens no galvenajiem faktoriem, kas arī ietekmē augu fizioloģiskos un vielmaiņas procesus. Ūdens stress var ievērojami samazināt augu augstumu, dzinumu un sakņu sauso masu. Irānā veiktā eksperimentā siltumnīcas apstākļos ar trīs dažādiem apūdeņošanas intervāliem (pēc trīs, sešām un divpadsmit dienām) artišokiem konstatēja būtiskas atšķirības starp augu veģetatīvajiem rādītājiem. Pēc ilgāka sausuma perioda samazinājās veģetatīvie parametri. Kopējā augu masa ar trīs dienu apūdeņošanas intervālu bija 42 g, palielinoties intervālam, tā attiecīgi samazinājās līdz 35 un pat 19 g – pie lielākā apūdeņošanas intervāla (Tahna, Ghasemnezhad, Babaeizad, 2014). Tiek uzskatīts, ka artišoki tomēr ir izturīgi pret ierobežotiem ūdens resursiem, jo tiem ir ļoti dziļa sakņu sistēma, kas var sasniegt pat 5 metrus (Archontoulis et al., 2010). Ir publicēta informācija, ka artišoku augšanu ietekmē lietotā apūdeņošanas ūdens apjoms. Vislabākā augu augšana, attīstība un raža sasniedzama, ja optimālā ūdens apgāde sasniedz 75–100% no iztvaikošanas. Eksperimentā ar trīs dažādiem apūdeņošanas apjomiem (katru dienu nodrošinot 85, 100, 115% no iztvaikotā apjoma), vislabākos rezultātus uzrādīja variants ar 115% apūdeņošanas apjomu. Palielināts ūdens daudzums pozitīvi ietekmēja augu veģetatīvos parametrus. Tāpat tas atstāja pozitīvu iespaidu uz artišoku galviņu ražu. Pie lielākā apūdeņošanas apjoma raža no auga sasniedza 3.9 kg, bet pie zemākā mitruma nodrošinājuma tā bija nebūtiski zemāka – 3.7 kg (Saleh et al., 2012). Bieži vien tiek vērtēta vairāku faktoru ietekme un to mijiedarbība. Eksperimentos pierādījies, kas vislabākā raža sasniegta audzējot dobēs ar melnās plēves mulču un pielietojot pilienveida apūdeņošanu. Salīdzinot ar audzēšanu bez seguma, mulčētajā stādījumā bija lielāks galviņu skaits un vidējā masa. Siltākos apgabalos esot labāk lietot balto plēves mulču, tā samazinot strauju temperatūras pieaugumu un līdz ar to arī augu stresu. Dobes

veidotas 10–15 cm augstu ar 1.5–2.0 metru atstatumu. Var izmantot arī virszemes apūdeņošanu, bet tas var veicināt lapu slimību izplatību un nezāļu augšanu. Veģetācijas laikā nepieciešams regulārs mitruma nodrošinājums, jo īpaši veģetācijas sākumā augam izveidojoties un galviņu veidošanās laikā. Zems augsnes mitrums un stress galviņu veidošanās laikā ietekmē to formu un kvalitāti (Bratsch, 2014). Izvērtējot apūdeņošanas un mēslošanas ietekmi divu gadu pētījumā Teksasā, artišokus audzējot dobēs ar attālumu 2 m un starp augiem rindā 0.8 m, novērotas atšķirības. Pielietoja trīs apūdeņošanas režīmus, nodrošinot 50, 75 un 100% iztvaikotā ūdens daudzuma un četras slāpekļa mēslošanas devas sezonā (0, 60, 120, 180 kg ha^{-1}). Augstākā raža sasniegta variantā nodrošinot 100% iztvaikotā ūdens daudzuma un lietojot mēslojuma devu – 60 kg ha^{-1}, tādējādi sasniedzot ražu 18 t ha^{-1}. Atsevišķi izvērtējot apūdeņošanas ietekmi, raža starp 50 un 100% nodrošinājumu atšķīrās pat par piecām tonnām (8 un 13 tonnas), savukārt starp mēslojuma devām būtiskas atšķirības netika novērotas, visos variantos raža bija ap 11 tonnām no hektāra (Shinohara, 2008). Palielināts sāļu daudzums lapu artišokiem samazina lapu skaitu un to sauso masu (Colla et al., 2012). Polijā novērots, ka apūdeņošana, mēslošana un ražas novākšanas laiks būtiski ietekmē augu veģetatīvos parametrus viengadīgā stādījumā. Pirmo reizi ražu vācot augusta otrajā dekādē, labākie radītāji bija variantā ar mēslošanu, kur svaiga augu masa bija 400 g, apūdeņošanas variantā tā bija 362 g, attiecīgi kontroles variantā vien 267 g. Otrajā ražas novākšanas laikā pēc diviem mēnešiem (oktobra otrajā dekādē) augi bija labāk attīstījušies, kuplāki, ar lielāku lapu skaitu, garākas un platākas lapas. Šajā ražas vākšanas laikā mēslotajā variantā raža bija pat par 50% lielāka nekā kontroles variantā un par 32% lielāka variantā ar apūdeņošanu (Kolodziej, Winiarska, 2010). Turpretī citi pētnieki secinājuši, ka intensīva augu minerālā mēslošana var samazināt ražas apjomu, bet organiskie mēslošanas līdzekļi var uzlabot augsnes apstākļus, īpašības. Tomēr trūkst pētījumu kā mēslošana ietekmē artišoku audzēšanu (Hejazi et al., 2013). Pētījumā ar lapu artišokiem arī novērots, ka gadā ar lielāku nokrišņu summu pozitīvi ietekmēta to augšana un attīstība (Bolohan et al., 2013, 2014).

Kalifornijā artišokus audzējot gan kā viengadīgu, gan kā daudzgadīgu kultūraugu, novērots, ka vidēji iegūtā raža no hektāra trīs gadu periodā (2004.–2006. g.) bija 12–14 tonnas. Audzējot kā viengadīgu kultūraugu, tos audzēja no sēklām, iepriekš siltumnīcā izaudzējot dēstus un izstādot divu metru platās dobēs, ar 80 cm atstatumu starp augiem. Iespējams, arī veikt sēju uz lauka, bet, audzējot no dēstiem, ir vieglāk izvairīties no nezālēm un slimībām. Savukārt daudzgadīgas ražas ieguvei artišokus pavairo veģetatīvi, no ražojoša lauka atdalot sakņu posmus, ko iestāda 10–15 cm dziļumā ar metra attālumu starp augiem un 3 metri starp rindām. Stādījumu atjauno ik pēc 5–10 gadiem (Smith et al., 2008).

1.8. Dārzeņu sojas bioloģija, saimnieciskā nozīme un uzturvērtība

Dārzeņu soja ir nenobriedušas sojas pupiņas, ko ievāc, kad tās sasniegušas apmēram 80% gatavību (BBCH 85. AE), kad pākstis tik tikko sāk krāsoties dzeltenas (Hu et al., 2006; Pao et al., 2008) (1.3. att.). Dārzeņu soja ir sojas paveids, kas no sojas atšķiras ar lielākām sēklām, kam ir patīkama garša 80% gatavības fāzē. Dārzeņu sojai nepastāv vai pastāv nelielas ģenētiskas un bioķīmiskas atšķirības no sojas (Zhang et al., 2013). Bieži dārzeņu soju sauc par edamami. Šo apzīmējumu biežāk lieto pārtikas produkta kontekstā. Audzēšanas un auga kontekstā pareizāk būtu lietot apzīmējumu dārzeņu soja.

1.3.att. **Dārzeņu soja (*Glycine max* L.)** (autores foto)

1.8.1. Izplatība, audzēšanas pieredze pasaulē un Latvijā

Ķīnā dārzeņu soja bijusi pazīstama jau 2. gadsimtā pirms mūsu ēras (Mentreddy et al., 2002). Dārzeņu soja ļoti populāra ir arī Japānā, kur tā pazīstama, un tiek lietota jau 400 gadus (Wszelaki et al., 2005). Mūsdienās edamame kā populārs pārtikas produkts ir izplatīta Āzijā un Amerikas Savienotajās Valstīs (Battistini et al., 2018). Pētījumi ar dārzeņu soju visvairāk tiek veikti Japānā, Ķīnā, Korejā, Šrilankā, Taivānā, Taizemē, Amerikas Savienotajās Valstīs (Zhang et at., 2010).

Latvijā ar sojas ieviešanu sēklu ieguvei un kolekcionēšanu pagājušā gadsimta sākumā nodarbojās Pēteris Dindonis. Latvijā ir bijušas pat vietējās izcelsmes sojas šķirnes: 'Dindoņa I', 'Dindoņa II', 'Skrīveru tumšā', 'Saulaines baltā' un 'Skrīveru gaišā'. Šīs šķirnes joprojām tiek uzturētas ģenētisko resursu kolekcijās. Komerciālos nolūkos soju Latvijā audzē vairākās saimniecībās, dažkārt arī piemājas dārziņos. Dažādu iemeslu dēļ Latvijā sojas popularitāte pieaug lēni. Viens no iemesliem ir tas, ka bieži patērētājiem soja asociējas ar ģenētiski modificētu pārtiku. Sojas audzēšanas iespējamība Baltijas jūras reģionā tika noskaidrota 2004.–2005. gadā piedaloties projektā „Baltijas jūras sojas sadarbības tīkla veidošana" ("Nordic-Baltic Network on soya beans"). Dārzeņu sojas ieviešanai Latvijā ir realizēti vairāki pētījumi, kur novērtēta tās augšana un attīstība. Šobrīd, kopš 2018. gada projekta Latvijas Lauku attīstības programmas 2014.–2020. gadam pasākuma 16. "Sadarbība" 16.2 apakšpasākuma: "Atbalsts jaunu produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei" ietvaros tiek realizēts pētījums "Jauna dārzeņa-edamame audzēšanas tehnoloģijas izstrādei bioloģiskajā ražošanā" (projekta Nr.17-00-A01620-000004). Projekta galvenais mērķis ir izstrādāt dārzeņu sojas audzēšanas tehnoloģiju bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā.

1.8.2. Botāniskais raksturojums

Soja (*Glycine max* (L.) Merr.) ir viengadīgs īsās dienas tauriņziežu dzimtas pākšaugs, bet pieredze liecina, ka arī Latvijas platuma grādos to ir iespējams izaudzēt, jo selekcijas procesā tiek veidotas dienas neitrālas šķirnes. Soja veido krūmveidīgi augošus augus ar trīsstaraini saliktām lapām. Lapas ir ovālas formas, tumši zaļas, kas atkarībā no šķirnes ir vairāk vai mazāk apmatotas, tāpat kā stublājs. Auga augstums visbiežāk variē no 40 līdz 100 cm. Ziedi ķekarā ir daudz – līdz pat 20 ziediem, kas izvietoti lapu žāklēs. Atkarībā no šķirnes tie var būt balti vai violeti. Sojai raksturīga pašappute. Sēklas veidojas nelielās, matiņiem klātās pākstīs ar vienu līdz četrām sēklām tajā. Augi ir ļoti zaroti ar labi attīstītu, plašu sakņu sistēmu, galvenā sakne

var sasniegt 1.5 metru dziļumu, sānsaknes galvenokārt izvietotas 30 cm dziļumā. Latvijas augsnēs dabīgi nav sastopamas gumiņbaktērijas, kas veido gumiņus uz sojas saknēm (*Bradyrhizobium japonicum*) (1.4. att.), tādējādi sēklas pirms sējas jāapstrādā ar speciālu šīs baktērijas saturošu inokulantu. Gumiņbaktērijām ir liela nozīme produktīvai augu augšanai, attīstībai, ražas veidošanai (Soya beans…, 2010; Mangena, 2018).

1.4. att. **Gumiņi uz dārzeņu sojas saknēm** (autores foto)

1.8.3. Saimnieciskā nozīme un uzturvērtība

Dārzeņu soja kļūst arvien populārāka tās augstās uzturvērtības un labo garšas īpašību dēļ. Līdzīgi kā soja, arī dārzeņu sojas pupiņas satur ļoti daudz olbaltumvielu, tās ir bagātas ar vitamīniem, šķiedrvielām, kalciju, mangānu, dzelzi un cinku (Basavaraja, Naidu, Salimath, 2005; Hu et al., 2006; Battistini et al., 2018). Dārzeņu sojā kalcija ir par 60% vairāk, un divas reizes vairāk fosfora un kālija nekā zaļajos zirnīšos. Arī nātrija, dzelzs, vitamīnu B_1 un B_2 saturs ir augstāks nekā zirņos. Edamame pupiņās ir augsts C vitamīna saturs – 27 mg uz 100 g^{-1} svaigas masas (Mentreddy et al., 2002; Krinsky, 2005).

Dārzeņu soju galvenokārt patērē kā uzkodu, kā sastāvdaļu zupām, salātiem, sautējumiem. Novāc, kad pupiņu krāsa vēl ir zaļa un tās ir mīkstas, sasniegušas 80% gatavību. Salīdzinājumā ar nobriedušām sojas pupiņām tām ir saldāka garša, mazāks stahiozes un rafinozes saturs, kas nodrošina labāku sagremojamību (Battistini et al, 2018). Uzglabāt edamami var saldētu. Ieteicams pirms uzglabāšanas un sasaldēšanas to blanšēt 2–5 minūtes karstā ūdenī (70–100 °C). Citi autori min, ka labāk ir blanšēt ilgāku laiku – pat 10–30 minūtes. Precīzas blanšēšanas un glabāšanas tehnoloģijas šobrīd tiek izstrādātas Dārzkopības institūtā projekta "Jauna dārzeņa-edamame audzēšanas tehnoloģijas izstrādei bioloģiskajā ražošanā" ietvaros. Blanšēšana deaktivizē fermentus, tādējādi pagarinot uzglabāšanas laiku, kā arī uzlabo aromātu un faktūru. Uzturvērtības pētījumos novērots, ka blanšēšanas rezultātā edamames pupiņās samazinās aminoskābju, vitamīnu, cukuru daudzums. Jo īsāku laiku blanšē, jo mazāks ir šo barības vielu zudums (Jae-Yeun, Gil-Hwan, Chul-Jai, 2003; Lara et al., 2019). Eksperimentos novērots, ka bioķīmiskie rādītāji (cukuru, aminoskābju, organisko skābju saturs) mainās atkarībā no augu genotipa, klimatiskajiem un agrotehniskajiem faktoriem, kā arī uzglabāšanas apstākļiem. Asparagīns, alanīns un glutamīns ir galvenās aminoskābes, kas atrodas nenobriedušās edamames pupiņās. Dažādās Ķīnas izcelsmes dārzeņu sojas šķirnēs cukura daudzums variēja no 15 līdz 34 mg g^{-1}, kopējās brīvās aminoskābes – no 6 līdz 10 mg g^{-1}, un organiskās skābes – no 4 līdz 7 mg g^{-1} sausas masas (Song et al., 2013).

Tradicionāli dārzeņu soju uzturā lieto pēc 3–7 minūšu novārīšanas sālsūdenī. Tai ir salda, nedaudz rūgtena garša, ko reizēm raksturo kā riekstu garšu (Pao et al., 2008). Japānā galvenās organoleptiskās īpašības, ko vērtē edamames pupiņām, ir garša, saldums un struktūra (Johnson, Wang, Suzuki,1999). Tā kā edamame ir ļoti barojoša un bagāta ar uzturvielām, tā tiek uzskatīta par funkcionālu pārtiku (Mentreddy et al., 2002).

Klīniskos pētījumos pierādījies, ka dārzeņu sojā esošie izoflavonoīdi samazina holesterīna līmeni, tādējādi mazinot risku saslimt ar sirds un asinsvadu slimībām, tāpat novērš dažas vēža formas, mazina diabētu, osteoporozi un samazina menopauzes simptomus (Mentreddy et al., 2002; Battistini et al, 2018).

1.9. Dārzeņu sojas audzēšanai nepieciešamie apstākļi un agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas augšanu, attīstību un ražas veidošanos

Dārzeņu soju audzē līdzīgi kā soju, bet to novāc agrāk, vēl nenobriedušu pupu (zaļā) fāzē un līdz ar to tai arī ir raksturīgas atsevišķas prasības, kurām audzēšanas laikā jāpievērš uzmanība (augu biezība). Līdzīgi kā sojai, pietiekams augsnes mitruma nodrošinājums pirms sējas un dīgšanas laikā, inokulantu lietošana, vienmērīgs mitruma nodrošinājums visu veģetācijas periodu, nezāļu ierobežošana un pareiza šķirņu izvēle, kas ir ražīgas un izturīgākas pret kaitēkļiem un slimībām, ir galvenie priekšnosacījumu labas dārzeņu sojas ražas ieguvei (Dupong, Hatterman-Valenti, 2005; Krinsky, 2005).

Lai iegūtu vienmērīgu stādījumu, pirms sējas ieteicams pārbaudīt sēklu dīgtspēju. Optimāli būtu, lai tā sasniedz vismaz 85%. Dārzeņu soju var audzēt gan sējot uz lauka, gan izstādot iepriekš izaudzētos dēstus. Sējot svarīgi, lai ir pietiekams augsnes mitruma nodrošinājums un temperatūra veiksmīgai sēklu sadīgšanai. Sēklu dīgtspēju ietekmē sēklu kvalitāte, augsnes temperatūra un mitrums (Dugje et al., 2009; Soya beans…, 2010). Sējas laiks ir mainīgs parametrs, ar lielu ietekmi uz augu ražu. Lai palielinātu sojas ražu, ir nepieciešams izvērtēt labāko sējas laiku. No sējas laika ir atkarīga saņemtā saules radiācija un citi vides apstākļi. Piemēram, Amerikas Savienotajās Valstīs vēlākos sējas datumos augiem bija mazāka veģetatīvā augšana, īsāki augi, mazāka produktivitāte un attiecīgi īsāks produktīvās augšanas periods. Dārzeņu sojai ļoti būtisks ir ražas novākšanas laiks, lai tā nav pārgatava. Līdzīgi kā daļai citu dārzeņu, lai palielinātu ražošanas rentabilitāti, sēja dažādos laika periodos kalpo kā laba stratēģija, lai maksimāli palielinātu ienesīgumu, pagarinot vākšanas periodu. Nelabvēlīgu laika apstākļu gadījumā var tikt ietekmēts pākšu skaits un līdz ar to ražība. Amerikas Savienotajās Valstīs tika ierīkots izmēģinājums, kurā četras dārzeņu sojas šķirnes ar dažādu agrīnumu sētas piecos dažādos laikos, ar divu nedēļu intervālu, sākot no maija trešās dekādes. Rindu attālums bija 65 cm. Šajā izmēģinājumā novērots, ka vēlākā sējas laikā bija īsāks veģetācijas periods līdz zaļo pākšu ražas ienākšanās brīdim. Izteiktāk tas bija novērojams šķirnēm ar garu veģetācijas periodu. Turpretim, ja mērķis bija iegūt nobriedušu sēklu ražu, pie vēlāka sējas laika pagāja ilgāks laiks no zaļu pākšu gatavības līdz sēklu gatavībai. Sējas laikam bija novērota būtiska ietekme uz tirgum derīgas produkcijas iznākumu. Visām šķirnēm zemākā raža tika iegūta pie visvēlākā sējas laika (jūlija vidus) (Zhang et al., 2010).

Ieteicamā izsējas norma dažādos litaratūras avotos variē ap 50 kg ha^{-1}. Kopumā ieteicams 150–250 tūkstoši augi uz hektāru, kas ir 15–25 augi uz m^2. Ieteicamais attālums starp rindām variē starp 40 un 90 cm, starp augiem rindā – 5–15 cm. Agrākām šķirnēm iesaka šaurāku attālumu (Dugje et al., 2009; Soya beans…, 2010). Viens no faktoriem, kas ietekmē ražu, ir augu biezība. Zemākā augu biezībā dārzeņu sojai veidojas tumšākas pākstis (Kanovsky et al., 1994).

Sējas dziļums ir viens no nozīmīgākajiem faktoriem, kas ietekmē augšanu. Visbiežāk sējot arī dārzeņu soju tiek ievēroti tādi paši priekšnosacījumi kā audzējot soju sēklu ieguvei. Sēklas nav vēlams sēt dziļāk par 2–5 cm. Sējas dziļums atkarīgs no augsnes mehāniskā sastāva - mālainākās augsnēs sēj seklāk, bet smilts augsnēs – dziļāk. Salīdzinot sojas un dārzeņu sojas

sējas dziļumus, novērots, ka pie vienāda dziļuma dārzeņu soja bija jutīgāka – pie lielāka sējas dziļuma tā sliktāk dīga. Pie labvēlīgiem apstākļiem dārzeņu soja uzdīgst 5–7 dienās. Jāseko līdzi, lai augsnes virskārtā neveidojas garoza (Dugje et al., 2009; Soya beans…, 2010; Zhang et al., 2013).

Sojai nepieciešama dziļi sastrādāta augsne ar labu ūdens caurlaidību. Labākas ir smagākas augsnes ar zemāku pH, bet ne zem 5.2, kad tiks kavēta gumiņbaktēriju darbība. Tiek rekomendēts sēt/stādīt, kad gaisa temperatūra, ir 15–18 ^{o}C robežā. Temperatūrai ir svarīga nozīme sojas audzēšanā. Temperatūra virs 30 ^{o}C un zem 13°C negatīvi ietekmē augšanu un attīstību. Ja ilgāku laika periodu ir zema temperatūra, tā kavē ziedēšanu un sēklu veidošanos, tāpat ziedēšanu negatīvi ietekmē pārāk augsta gaisa temperatūra, kad veidojas nepilnīgi attīstīti ziedi. Kopumā uzskata, ka visā augu augšanas periodā optimāla ir 25 grādu temperatūra. Sējas laikā ieteicamā augsnes temperatūra ir 15 ^{o}C, kas veicina sēklu dīgšanu. Labas ražas ieguvei veģetācijas periodā nepieciešams 500–900 mm nokrišņu, bet, tā kā sojai ir, dziļa sakņu sistēma, tā var izturēt īslaicīgus sausuma periodus. Pret sausumu soja ir jutīgāka ziedēšanas un pākšu veidošanās laikā (Dugje et al., 2009; Soya beans…, 2010).

Atkarībā no augsnes analīžu rādītājiem veic augu mēslošanu. Labas ražas ieguvei nozīmīgs elements ir fosfors, visbiežāk lieto komplekso NPK mēslojumu (Dugje et al., 2009; Soya beans…, 2010). Japānā dārzeņu sojas audzēšanā pamatmēslojumā visbiežāk izmanto 50–80 kg ha^{-1} slāpekļa mēslojuma, 70–100 kg ha^{-1} fosfora un 100–140 kg ha^{-1} kālija mēslojuma tīrvielā. Neminot konkrētas devas, tiek izteikts apgalvojums, ka palielinātas slāpekļa devas var negatīvi ietekmēt pākšu veidošanos, pākstis var veidoties nepilnīgi aizpildītas, vai vairāk veidojas mazo pākšu ar vienu sēklu (Kanovsky, Lumpkin, MeClary, 1994).

Visu veģetācijas periodu nepieciešams vienmērīgs mitruma nodrošinājums. Lai novērtētu ūdens stresa ietekmi uz augu morfoloģiju un anatomiju, Irānā, siltumnīcas apstākļos audzējot soju, pielietoti divi apūdeņošanas režīmi: vienu reizi nedēļā un vienu reizi divās nedēļās. Kontroles variantā augi tika apūdeņoti katru dienu un apjoms bija atkarīgs no augsnes mitruma. Augi audzēti plastmasa podiņos, kur smilšmāla augsne sajaukta ar vermikulītu (4:1). Pētījums pierādīja, ka sojas pupiņas ir ļoti jutīgas pret ūdens deficīta izraisīto stresu. Ūdens stresa ietekmē bija izmainījusies dzinumu un sakņu morfoloģija. Novērots samazināts zarojums un jaunu lapu veidošanās. Lielākas izmaiņas bija variantā, kurā apūdeņoja vienu reizi divās nedēļās. Daļai vecāko lapu stresa ietekmē novērota lapu ieritināšanās un sagriešanās. Ūdens stress ietekmē arī stublāju un lapu stiepšanos garumā. Kontroles variants uzrādīja labu dzinumu augšanu un vislielāko lapu skaitu, saknes bija seklākas un mazāk zarotas, kā arī novērotas dzinumu un sakņu morfoloģiskas atšķirības. It īpaši retāk apūdeņotajiem augiem novēroti barības vielu deficīta simptomi, lapām bija hloroze un lapu malu nekroze, kā arī auga vīšana. Mitruma trūkumā parādījās stipri dzinumu bojājumi, kas nespēja reģenerēties. Novērotas arī atšķirības starp izmēģinājumā iekļautajiem genotipiem. Pāris genotipi bija izturīgāki stresa apstākļos. Lielas atšķirības novērotas vērtējot ziedēšanu, pākšu veidošanos un augu augstumu. Kontroles variantā augu augstums variēja no 31 līdz 51 cm, augi ziedēja 80 līdz 100% apjomā, pākšu skaits uz auga variēja no 19 līdz 36. Stresa apstākļos bija būtiski zemāks pākšu skaits. Laistot vienu reizi nedēļā, bija vidēji 7 pākstis uz auga, bet laistos vienu reizi divās nedēļās veidojās tikai vidēji 3 pākstis uz auga. Kopumā eksperiments pierādīja, ka ūdens stress būtiski ietekmēja augu morfoloģisko uzbūvi, anatomiskās īpatnības un hlorofila pigmentus (Mangena, 2018). Kādā citā pētījumā Ziemeļdakotā divu gadu periodā ar piecām dārzeņu sojas šķirnēm, pētītas ražas izmaiņas, regulāras apūdeņošanas ietekmē. Eksperimentā pierādīta būtiska gada un šķirnes mijiedarbība, tāpat būtiska bijusi gada, apūdeņošanas un šķirnes mijiedarbība attiecībā uz pākšu skaitu un ražu. Pirmajā izmēģinājuma gadā pākšu skaits uz auga variēja no 53 līdz 81, bet otrajā eksperimenta gādā to skaits bija mazāks – no 28 līdz 40. Attiecīgi abos gados raža variēja no 6.5 līdz 9.8 t ha^{-1} un no 8.4 līdz 11.3 t ha^{-1} (Dupong, Hatterman-Valenti, 2005).

Sojai nav aktuālu kaitēkļu un slimību, kas radītu ekonomiski nozīmīgus ražas zudumus. Pēc ziedēšanas var novērot blakts uzbrukumus, kas var mazināt sēklu kvalitāti. No slimībām

soju stādījumos var nākties saskarties ar rūsu, bakteriālām pangām, sakņu un stublāju puvi, mozaīkas vīrusu un pundurainības vīrusu (Dugje et al., 2009; Soya beans…, 2010).

Deviņdesmitajos gados Japānā raža pārsvarā vākta ar rokām, tomēr ir iespējama arī mehanizēta ražas novākšana, līdz ar to ir svarīgi, kādā augstumā no zemes ieriešas pirmās pākstis. Taivānā Āzijas dārzeņu pētniecības un attīstības centrs ir izstrādājis mehanizētas ražas vākšanas iekārtu ar 93–95% efektivitāti pākšu novākšanā no auga (Zhang et al., 2017). Par kvalitatīvām tiek uzskatītas pākstis, kurās ir attīstījušās 2–3, sēklas, pākšu garums nav mazāks par 4.0–4.5 cm (Kanovsky, Lumpkin, MeClary, 1994, Sirisomboon, Pornchaloempong, Romphophak, 2007). Šie parametri raksturo kvalitatīvu dārzeņu sojas produkciju.

Literatūrā atrodamie iegūtās ražas dati ir ļoti variabli. Pagājušā gadsimta deviņdesmito gadu pētījumā Kolorado štata ASV divos apgabalos četru gadu periodā (1994.–1998. g.), iegūta raža 2.2–10.2 t ha^{-1} (Johnson, Wang, Suzuki, 1999). Indijā veiktajā pētījumā ar desmit dažādiem dārzeņu sojas genotipiem un šķirnēm iegūtā svaigu pākšu raža variēja no 6.2–11.4 t ha^{-1}, audzējot 30 cm attālumā starp rindām un 10 cm starp augiem rindā (Basavaraja, Naidu, Salimath, 2005). S. Metreddy u.c. (2002) savā pētījumā konstatēja, ka no Japānas izcelsmes šķirnēm var vidēji iegūt pat 19.7 t ha^{-1}, no Ķīnas šķirnēm 18 t ha^{-1} un no Amerikas izcelsmes – 16.3 t ha^{-1} (Mentreddy et al., 2002).

Lai arī kāds ir pētāmais faktors, visos eksperimentos novērotas šķirņu atšķirības. Brazīlijā veiktā eksperimentā audzēti pieci dažādi genotipi, kas iepriekš novērtēti kā perspektīvi. Soja audzēta 60 cm atstatumā starp rindām un 15 cm starp augiem. Tā kā bieži ir problēmas ar putnu radītiem bojājumiem sojas sējumos, eksperimentā iepriekš tika izaudzēti dēsti. Sēklas apstrādāja ar inokulantu. Pirms izstādīšanas veikta mēslošana, ikdienā nodrošināta apūdeņošana, lai augsne nepārtraukti būtu mitra un nodrošinātu augiem optimālus augšanas un attīstības apstākļus. Novērtējot dažādus veģetatīvos parametrus, starp visiem eksperimentā iekļautajiem genotipiem konstatētas būtiskas atšķirības. Pākšu skaits uz auga variēja no 49 līdz 75 pākstīm. Auga masa variēja no 78 līdz 136 gramiem. Raža bija no 5.7 līdz 11.2 t ha^{-1} (Castoldi et al., 2011).

1.10. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru, artišoku un dārzeņu sojas kvalitāti un bioloģiski aktīvo vielu akumulāciju

Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru ražas kvalitāti. Visbiežāk interesējošais kvalitāti raksturojošs rādītājs lapu dārzeņos ir nitrātu saturs tajos. Nitrāti ir daļa no slāpekļa aprites cikla dabā, un tiem ir svarīga loma augu dzīvē. Nitrātu uzkrāšanos augos ietekmē dažādi faktori: ģenētiskie, vides (atmosfēras mitrums, substrāta ūdens saturs, temperatūra, starojums, fotoperiods) un agrotehnoloģiskie (slāpekļa devas un tās ķīmiskās formas, citu barības vielu pieejamība, herbicīdu lietošana). Eksperimenti parādījuši, ka nātru uzturvērtība un ķīmiskais sastāvs var būt atkarīgs no lauka/stādījuma vecuma, ražas novākšanas laika, slāpekļa mēslojuma. Horvātijā veikts pētījums, kur nātres kultivētas, pielietojot trīs dažādas N mēslojuma devas (0, 100, 200 kg N ha^{-1}). Raža vākta un izvērtēta pirms ziedēšanas, jo produkcija bija plānota svaigam patēriņam un izmantošanai pārtikas rūpniecībā. Ražu ievāca otrajā audzēšanas gadā, sešas reizes veģetācijas periodā, ar laika intervālu viens mēnesis. Izvērtējot dažādus bioķīmiskos rādītājus konstatēts, ka kontroles variantā, nepielietojot slāpekļa mēslojumus, kopējo fenolu saturs bija augstākais visās ražas vākšanas reizēs. Vidēji no visām ražas vākšanas reizēm sasniedzot 841 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas. Attiecīgi pie mēslojuma devas 100 kg un 200 kg, fenolu saturs vidēji bija 676 un 680 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas. Nebija konstatēta statistiski pierādāma kopēja tendence, kurā ražas vākšanas reizē ir vairāk fenolu, tomēr vismazāk to bija trešajā ražas vākšanas reizē un visvairāk pēdējā ražas vākšanas reizē septembrī. Fenolu savienojumi nātru lapu ekstraktos maijā bija vidēji par 30% vairāk nekā jūlijā. C vitamīna saturs pa visām ražas vākšanas reizēm kontroles variantā bija vidēji 93 mg 100 g^{-1} svaigas masas. Pētījumā konstatēja, ka, palielinoties mēslojuma devai,

samazinājās C vitamīna saturs, vidēji pa visām ražas vākšanas reizēm attiecīgi pie 100 un 200 kg N (52 un 46 mg 100 g^{-1} svaigas masas). Kontroles variantā vismazāk bija pirmajā ražas vākšanas reizē (49 mg 100 g^{-1} svaigas masas) un visvairāk otrajā (111 mg 100 g^{-1} svaigas masas) (Radman et al., 2015). 2004.–2006. g. eksperimentā Polijā, kur nātres audzētas ar iepriekš izaudzētiem dēstiem un raža ievākta divas reizes ziedēšanas sākumā pirmajā izmēģinājumā gadā un trīs reizes turpmākos gadus, novērots, ka ne stādījuma vecumam, ne ražas vākšanas laikam nav bijusi būtiska ietekme uz hlorofilu, karotinoīdu un polifenolu saturu. Gada ietvarā hlorofils palielinājās ar katru ražas vākšanas reizi. Tāda pati tendence bija novērota karotinoīdu saturam augos, bet polifenoliem bija vērojama pretēja tendence – vairāk to bija pirmajā ražas vākšanas reizē (Biesiada et al., 2010).

Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku ražas kvalitāti. Veikti eksperimenti, lai novērtētu bioloģiski aktīvo savienojumu atšķirības dažādās augu daļās. Izanalizējot lodveida artišoka galviņas, Itālijā augušiem artišokiem konstatēja, ka iekšējām galviņas lapām/ziedlapām un ziedgultnei bija augstāks polifenolu saturs nekā stublājam un ārējām ziedlapām. To saturs variēja arī atkarībā no šķirnes (Fratianni et al., 2007). Portugālē novērots, ka fenolu saturs mainījās atkarībā no auga daļas, attīstības fāzes un šķirnes. Kultivētajos artišokos ir vairāk fenolu salīdzinājumā ar savvaļā augušiem. Visvairāk to ir lapās, bet vismazāk stublājā (Velez et al., 2012). Novērtējot C vitamīna atšķirības, novērotas arī atšķirības starp šķirnēm, galviņas daļu un attīstības pakāpi. Galviņas pamatnē/ziedgultnē C vitamīns bija visvairāk – 15 mg 100 g^{-1} svaigas masas, ziedlapās 7–11 mg 100 g^{-1}. Tāda pati uzkrāšanās tendence bija konstatēta olbaltumvielām un cukuram, bet šķiedrvielām – pretēji (Salata, Gruszecki, Dyducg, 2012; Pandino et al., 2013). Arī lapu artišokiem ir konstatētas atšķirības. Fenolu daudzums atsevišķās lapu artišoka auga daļās ir atšķirīgs, kā arī tas atšķiras dažādās augu attīstības fāzēs. Lapās un sēklās bija divreiz vairāk fenolu salīdzinājumā ar ziediem (Falleh et al., 2008). Abiotiskais stress būtiski ietekmē gan bioķīmisko vielu daudzumu pašā augā, gan artišoku galviņās. Ilgākā laika periodā ūdens stress var būtiski samazināt fotosintēzes aktivitāti, antioksidantu aktivitāti un C vitamīna daudzumu. Prolīna uzkrāšanās augos tiek saistīta ar auga reakciju uz augsnes osmotiskā spiediena palielināšanos sausuma periodos. Novērots, ka pēc ilgāka sausuma perioda artišoku galviņās prolīna saturs bija augstāks. Hlorofilam un karotinoīdiem ir svarīga loma fotosintēzes procesā, un sausuma ietekmē augos ir zemāks pigmentu saturs. Kālija un nātrija jonu saturs ir vislabākais indikators, kas norāda uz augu toleranci pret sāļumu un sausumu (Tahna, Ghasemnezhad, Babaeizad, 2014). Novērots, ka variantos, kur augi bija mēsloti, arī augu bioķīmiski aktīvo vielu sastāvs bija augstāks gan artišoku galviņās, gan lapu artišoku lapās. Konstatēts arī augstāks askorbīnskābes, kopējo polifenolu, luteolīnu saturs (Colla et al., 2012). Polifenoli ir tie, kas arī norāda uz abiotisko stresu un iespējamām patogēnu izraisītām problēmām. Polifenolu uzkrāšanos ietekmē gaisa temperatūra un saules starojums. Pie augstākas gaisa temperatūras novērots lielāks polifenolu saturs artišoku galviņās. Polijā novērots, ka pie optimālas apūdeņošanas un mēslošanas kombinēšanas ir lielāks flavonoīdu saturs, nekā ja nodrošina vienu faktoru optimālā līmenī (Kolodziej, Winiarska, 2010; Nakabayashi et al., 2014). Kāda cita eksperimenta rezultātā secināts, ka ražas novākšanas laikā gadā, kad bija lielāks nokrišņu daudzums un augtāka gaisa temperatūra, artišoku galviņās bija augstāks bioķīmisko savienojumu saturs (sausna, šķiedra, olbaltumvielas, cukuri) (Salata, Gruszecki, Dyducg, 2012; Pandino et al., 2013).

Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas ražas kvalitāti. Pākšu krāsa un pupiņu skaits pākstī ir galvenie kvalitātes rādītāji. Pākšu krāsu ietekmē saules gaisma, mitruma līmenis un mēslojums. Pārbagāts slāpekļa mēslojums samazina pupiņu skaitu pākstī. Pie zemāka mitruma nodrošinājuma ir novērotas tumšāk zaļas pākstis. Divi galvenie komponenti, kas nosaka dārzeņu sojas garšu, ir saldums un sīvums. Garšas kvalitāti var ietekmēt šķirne, mēslošana, augu biezība, ražas novākšanas tehnoloģija un pārstrādes process (Kanovsky, Lumpkin, MeClary, 1994; Johnson, Wang, Suzuki,1999). Amerikas Savienotajās Valstīs, izvērtējot sešas šķirnes, konstatēts, ka tām raksturīgas atšķirīgas garšas īpašības, degustācijās tās novērtējot vidēji 5–7 ballu skalā (Wszelaki et al., 2005). Dārzeņu soja ir ļoti jutīga uz

apgaismojumu. Pietiekamā saules apgaismojumā mijiedarbībā ar pietiekamu mitruma un mēslojuma nodrošinājumu veidosies kvalitatīvas pākstis. Eksperimenta nolūkos no auga noplūca lapas, lai novērotu, kā tas ietekmēs pākšu krāsu. Noplūcot 2/3 augu lapu pākšu augstumā, pākstis bija ievērojami tumšākas salīdzinājumā ar kontroles variantu. Tas ļāva secināt, ka tieši papildus apgaismojums to ietekmējis. Tomēr pārmērīgs saules apgaismojums kombinācijā ar nepietiekamu mitruma nodrošinājumu negatīvi ietekmē pākstu krāsu un izraisa saules apdegumus (Krinsky, 2005). Līdzīgi novērojumi arī konstatēti citos pētījumos, kad pie zemākas augu biezības veidojās tumšākas pākstis un konstatēts augstāks aminoskābju un cukuru līmenis (Kanovsky, Lumpkin, MeClary, 1994).

Atšķirības bioķīmiskajos rādītājos ir atkarīgas ne tikai no agroekoloģiskajiem faktoriem, bet arī šķirnes ģenētiskajām īpašībām. Brazīlijā, novērtējot bioķīmiskos rādītājus pieciem dārzeņu sojas genotipiem, konstatētas būtiskas atšķirības. Proteīnu saturs variēja no 14.7 līdz 16.5%, lipīdi no 3.5 līdz 4.7%, ogļhidrāti no 13 līdz 17%, izoflavonoīdi no 23 līdz 92 mg 100 g^{-1} (Castoldi et al., 2011).

Agroekoloģiskie faktori, līdztekus genotipam, ietekmē ražas kvalitāti un bioloģiski aktīvo vielu daudzumu augos. Nātrēm augstāks bioloģiski aktīvo savienojums saturs veidojas apstākļos, kad tās nav pakļautas stresa ietekmei, savukārt artišoku galviņās augstāks bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums novērots stresa apstākļos. Dārzeņu sojas kvalitāti galvenokārt ietekmē gaismas un mitruma apstākļi.

Literatūras apskata kopsavilkums

- Dārzeņos ir plašs dažādu bioloģiski aktīvu savienojumu klāsts un katrs no tiem augā veic kādu nozīmīgu lomu. Nereti šie savienojumi palīdz augiem pārvarēt apkārtējās vides izraisītu stresu. Bioloģiski aktīvie savienojumi un to daudzums atšķiras atkarībā no dārzeņu sugas, šķirnes, augu attīstības fāzes, ražas novākšanas laika, agroekoloģiskajiem faktoriem un pārstrādes veida. Ikdienas uzturā ir svarīgi iekļaut dārzeņus, kas bagāti ar bioloģiski aktīvajiem savienojumiem – tiem raksturīga terapeitiska iedarbība uz cilvēka organismu. Galvenie bioloģiski aktīvie savienojumi, kas tiek pētīti, ir vitamīni, pigmenti un šķiedrvielas. C vitamīns ir plašāk pētītais vitamīns. No pigmentiem visvairāk tiek pētīti fotosintēzes pigmenti un polifenolu savienojumi.
- Attiecībā uz agroekoloģisko faktoru ietekmi uz augu, jo īpaši uz dārzeņu ražas kvalitāti un bioloģiski aktīvo vielu akumulāciju, ir mazāk pētījumu. No agrotehnisko faktoru kopuma visvairāk pētīta ražas novākšanas laika un augu attīstības fāzes/vecuma ietekme. Pētot abiotisko apstākļu ietekmi, konstatēts, ka visi faktori lielākā vai mazākā mērā ietekmē fotosintēzi, tās rādītājus, kā rezultātā var būt mainīgs bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums. Lielākās daļas stresa faktoru ietekmē augos samazinās bioloģiski aktīvo vielu saturs. Atšķirības novērojamas atkarībā no kultūraugu sugas – tās spējas pielāgoties stresa faktoriem.
- Lielā nātre raksturojās ar plašu bioloģiski aktīvo savienojumu spektru. Nātru izmantošanai uzturā un rūpniecībā pasaulē ir samērā sena vēsture. Agrāk nātru mērķtiecīga kultivēšana tika veikta vienīgi šķiedras ieguvei. Laika gaitā tās izmantošanas jomas paplašinājās – pievienojoties arī medicīnai un farmācijai. Nātru mērķtiecīga audzēšana pārtikas nolūkos pasaulē šobrīd notiek mazā apjomā, bet arvien palielinās patērētāju interese par nātrēm kā augstvērtīgu lapu dārzeni. Kultivētām nātrēm ir labāk zināma un prognozējama uzturvērtība nekā savvaļā augušajām. Veiksmīgai nātru audzēšanai nepieciešama auglīga augsne, regulārs mitruma nodrošinājums, regulāra nezāļu ierobežošana. Lai nodrošinātu vienmērīgu ražas vākšanas laiku, nātres ieteicams pavairot veģetatīvi. Ražu var ievākt vidēji trīs līdz piecus gadus atkarībā no tā, cik regulāri vāc ražu.
- Artišoki ir plaši izplatīti visā pasaulē, jo īpaši Dienvideiropā. Sākotnēji tie galvenokārt tika audzēti un izmantoti medicīniskiem nolūkiem. Laika gaitā to audzēšanas apjomi

palielinājās, paplašinoties to pielietojumam, kā, piemēram, zaļbarībai, biodegvielai, kā kurināmajam materiālam. Lodveida artišoka audzēšanā, kas ir galvenā pārtikā izmantojamā suga, ir salīdzinoši daudz neskaidrību par to audzēšanu un botāniskajām īpatnībām. Lodveida artišoki raksturojas ar lielu ģenētisko mainību. Artišokiem raksturīgs augsts minerālvielu saturs. Galvenie veiksmīgas ražas ieguves nosacījumi ir optimāla temperatūra un mitrums - vislabāk tie aug pie 25 ^{o}C un regulāra mitruma nodrošinājuma. Sausuma stress ietekmē gan galviņu izmēru, gan augu morfoloģiskās pazīmes.

- Dārzeņu sojas izplatība un audzēšana aizsākās Ķīnā un šobrīd visplašākā ir Āzijas valstīs. Soja ir īsās dienas augs, bet selekcijas rezultātā ir radītas šķirnes, kas nereaģē uz dienas garumu. Tādējādi sojas, t.sk. dārzeņu sojas audzēšanas areāls arvien paplašinājies. Tās augsto uzturvērtību raksturo augstais olbaltumvielu saturs pupiņās (30–40%). Dārzeņu sojas audzēšana Baltijas jūras reģionā ir uzsākta salīdzinoši nesen, līdz ar to trūkst pētījumu par agrotehniskiem audzēšanas paņēmieniem un ārējās vides faktoru ietekmi uz tās ražu un kvalitāti. Dārzeņu soju var audzēt gan no iepriekš izaudzētiem dēstiem, gan sējot uz lauka, bet šajā gadījumā ļoti būtisks ir pietiekams mitruma nodrošinājums dīgšanas laikā. Arī temperatūrai ir liela nozīme. Ne tikai dīgšanas laikā, arī visā veģetācijas perioda laikā mitruma un temperatūras radīts stress ir galvenie, kas var ietekmēt augu augšanu un attīstību, ražas veidošanos. Visbūtiskākais dārzeņu sojas audzēšanā ir pareizs ražas novākšanas laiks – brīdī, kad pākstis ir zaļas, bet nav sākušas krāsoties dzeltenas.
- No agroekoloģiskajiem faktoriem visplašāk pētītie ir abiotiskie faktori, kas ietekmē augu augšanu, attīstību un ražas veidošanos. Visvairāk pētījumu veikts par ūdens trūkuma radīto stresu augos, kas ir viena no galvenajām problēmām lauksaimniecībā. Līdztekus tam arī augsnes mitrums minams starp galvenajiem faktoriem augstas un kvalitatīvas ražas ieguvei. Ūdenim ir nozīmīga loma daudzos augu fizioloģiskajos procesos. Arī temperatūras radītais stress var būtiski ietekmēt augu augšanu un attīstību. Stresu var radīt gan augsta, gan zema apkārtējās vides temperatūra, to ietekme atkarīga no iedarbības ilguma, temperatūras izmaiņu ātruma, auga attīstības fāzes. Ikviena auga augšanai un attīstībai ir nepieciešamas minerālvielas. Ne tikai augsnes auglībai, bet arī mehāniskajam sastāvam ir nozīmīga loma augu attīstībā. Būtiska ietekme ir arī gaismas apstākļiem, jo tas ir cieši saistīts ar fotosintēzes procesiem augā. Gaismas apstākļus laukā visbiežāk var ietekmēt ar augu biezību. Vairums autoru norāda, ka nozīmīgu ietekmi uz ražu veido vairāku faktoru kompleksa ietekme, jo ir grūti nodalīt vienu konkrētu faktoru. No agrotehniskajiem pasākumiem visbiežāk tiek pētīta augu biezības, sējas un stādīšanas laika ietekme, un šķirņu atšķirības.
- Nav daudz pētījumu par to, kā agroekoloģiskie faktori ietekmē nātru, artišoku un dārzeņu sojas ražas kvalitāti un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzumu tajos. Nātrēm ir vairāk pētīta auga vecuma, ražas vākšanas laika un mēslošanas ietekme. Artišokiem biežāk veikti pētījumi par bioloģiski aktīvo savienojumu atšķirībām dažādās auga daļās un apūdeņošanas, mēslošanas ietekmē. Par dārzeņu soju ir vismazāk pētījumu. Bieži vien konstatēts, ka stresa apstākļos ir samazināta bioloģiski aktīvo vielu akumulācija, bet vienmēr ir jāskatās kompleksi kopā ar šķirnes ģenētiskajām īpašībām.

2. IZMĒĢINĀJUMU APSTĀKĻI UN METODIKA

2.1. Lauka izmēģinājumu ierīkošanas metodika

Pētījumi veikti laika periodā no 2014. gada līdz 2019. gadam. Lauka izmēģinājumi ierīkoti SIA Pūres Dārzkopības pētījumu centrā (līdz 2016. gadam) un APP Dārzkopības institūts izmēģinājuma laukos Tukuma novada Pūres pagastā (57°02'22.1"N 22°55'24.7"E; 57°02'04.8"N 22°54'45.2"E). Izmēģinājumos pētīti trīs kultūraugi: lodveida artišoks (*Cynara cardunculus* L.), lielā nātre (*Urtica dioica* L.) un dārzeņu soja (*Glycine max* L.).

Lielā nātre. 2013. gada pavasarī no dažādām augtenēm Pūres pagasta teritorijā (Abavas upes krastā, sagruvušu ēku tuvumā, iekoptās dārza teritorijās, pļavā) ievākti dažādi nātru kloni, lai veiktu to priekšizpēti, noteiktu to bioķīmisko sastāvu. Izvērtējot to augšanu, vizuālās un morfoloģiskās atšķirības, un bioloģiski aktīvo savienojumu daudzumu nātru lapās, izvēlēti četri vērtīgākie, ko izmantot turpmākos pētījumos. Tā paša gada rudenī (19. septembrī) izrakti šo četru vērtīgāko nātru klonu sakneņi un iestādīti 3 m^2 lielos lauciņos, četros atkārtojumus. Sakneņi stādīti divrindu slejās, ar 0.6 m atstatumu starp rindām dobē un 0.20 m starp sakneņiem rindā, attālums starp malu rindām dobēs 0.9 m. Katrā eksperimenta lauciņā tika iestādīti 20 sakneņu.

Īss klonu morfoloģisko īpatnību raksturojums:

- klons I – lapas zaļākas nekā pārējiem izvēlētajiem kloniem, augs kupls, nedaudz stāvs (ievākšanas koordinātas: 57°01'39.2"N 22°54'48.4"E);
- klons II – lapu apakšpusē pavasara sākumā izteikts antociānu tonējums, augs stiepjas vairāk garumā (ievākšanas koordinātas: 57°01'38.9"N 22°54'23.0"E);
- klons III – smalkākām lapām, lapas blāvāki zaļas, augs stiepjas vairāk garumā (ievākšanas koordinātas: 56°59'52.7"N 22°56'42.4"E);
- klons IV – augs vairāk klājenisks, vairāk zarojas, nekā pārējie trīs kloni (ievākšanas koordinātas: 57°03'16.6"N 22°57'04.3"E) (2.1. att.).

2.1. att. **Izmēģinājumā iekļautie nātru kloni** (autores foto)

Izmēģinājums tika iekārtots pēc trīsfaktora izmēģinājuma shēmas, četros atkārtojumos (2.2. attēls), kur

- faktors A – <u>*klons*</u> (klons I – A_1, klons II – A_2, klons III – A_3, klons IV – A_4);
- faktors B – <u>*mēslojums*</u> (bez mēslojuma – B_1, ar mēslojumu (kūdras – kūtsmēslu kompostu 4 kg m^2) – B_2));
- faktors C – <u>*ražas vākšanas biežums*</u> (divas reizes veģetācijas periodā, kad dzinumi bija garāki par 10 cm – C_1, četras reizes veģetācijas periodā, kad dzinumi nepārsniedza 10 cm – C_2).

$A_2B_1C_1$	$A_4B_1C_1$	$A_1B_1C_1$	$A_2B_1C_1$
$A_3B_1C_1$	$A_1B_1C_1$	$A_4B_1C_1$	$A_1B_1C_1$
$A_1B_1C_1$	$A_3B_1C_1$	$A_2B_1C_1$	$A_3B_1C_1$
$A_4B_1C_1$	$A_2B_1C_1$	$A_3B_1C_1$	$A_4B_1C_1$
$A_2B_1C_2$	$A_4B_1C_2$	$A_1B_1C_2$	$A_2B_1C_2$
$A_3B_1C_2$	$A_1B_1C_2$	$A_4B_1C_2$	$A_1B_1C_2$
$A_1B_1C_2$	$A_3B_1C_2$	$A_2B_1C_2$	$A_3B_1C_2$
$A_4B_1C_2$	$A_2B_1C_2$	$A_3B_1C_2$	$A_4B_1C_2$
$A_2B_2C_1$	$A_4B_2C_1$	$A_1B_2C_1$	$A_2B_2C_1$
$A_3B_2C_1$	$A_1B_2C_1$	$A_4B_2C_1$	$A_1B_2C_1$
$A_1B_2C_1$	$A_3B_2C_1$	$A_2B_2C_1$	$A_3B_2C_1$
$A_4B_2C_1$	$A_2B_2C_1$	$A_3B_2C_1$	$A_4B_2C_1$
$A_2B_2C_2$	$A_4B_2C_2$	$A_1B_2C_2$	$A_2B_2C_2$
$A_3B_2C_2$	$A_1B_2C_2$	$A_4B_2C_2$	$A_1B_2C_2$
$A_1B_2C_2$	$A_3B_2C_2$	$A_2B_2C_2$	$A_3B_2C_2$
$A_4B_2C_2$	$A_2B_2C_2$	$A_3B_2C_2$	$A_4B_2C_2$

2.2. att. **Nātru izmēģinājuma shēma**

Pirmajā gadā raža nav vākta, lai ļautu augiem ieaugties. Aprīļa pirmajā dekādē sāka parādīties pirmās lapiņas (BBCH 11. AE). Divas nedēļas vēlāk vairums augu bija sadīguši/izdzinuši 5–7 īstās lapas, sasniedzot BBCH 15–17 attīstības etapu (2.3. att.). Šajā stadijā veikta dzinumu uzskaite lauciņā, lai novērtētu sakneņu ieaugšanās pakāpi. Uzskaitīts, cik daudz augu procentuāli ir izauguši, no 20 iestādītajiem katrā lauciņā. Bioķīmisko izmaiņu novērtēšanai dažādās augu attīstības fāzēs ievāca lapu paraugus analīzēm.

2.3. att. **Nātru lauks 2014. gada maijā un jūnijā** (autores foto)

Turpmākajos gados, no 2015. līdz 2018. gadam pielietotas divas dažādas ražas vākšanas shēmas (ražu vācot divas un četras reizes veģetācijas periodā).

Lodveida artišoks. Izmēģinājumā izvēlēta šķirne "Green Globe", tai raksturīgas tumši zaļas, vidēja lieluma, apaļas galviņas (2.1.att.) un krūmveida lapu rozete garām, robainām lapām.

Izmēģinājums bija iekārtots pēc divfaktora izmēģinājuma shēmas, četros atkārtojumos, kur

- faktors A – *augsne* (kultūraugsne – A_1, reliktkarbonātiska brūnaugsne – A_2);
- faktors B – *dīgstu apstrādes veids* (nejarovizēti – B_1, jarovizēti – B_2).

Pēc augsnes atseguma veikšanas un horizonta novērtējuma augsne klasificēta kā kultūraugsne, jo augsnes virsējais slānis bija 39 cm biezs, tam raksturīga pelēki melna horizonta krāsa. Augsnes reakcija virs 6 un organiskās vielas saturs virs 5%. Kā arī augsts augiem izmantojamais P_2O_5 saturs (> 350 mg kg^{-1}). Savukārt reliktkarbonātiskā brūnaugsnei raksturīgs, ka augsnes A horizonta reakcija bija, virs 6, un karbonāti bija sastopami 60 – 70 cm dziļumā

(Augsnes diagnostika...., 2008). Sagaidāms, ka augstāka artišoku raža tiks iegūta, audzējot kultūraugsnē.

Lai gūtu priekšstatu par šī auga veģetācijas īpatnībām Latvijas apstākļos, 2014. gadā veikts neliels priekšizmēģinājums. Galvenā problēma, ar ko nācās saskarties, bija sēklu kvalitāte, galvenokārt to zemā dīdzība. Priekšizmēģinājumā tika novērots, ka Latvijas veikalos nopērkamās artišoku sēklas ļoti slikti dīgst. Līdz ar to turpmāk sēklas tika pasūtītas no Vācijas. Artišoki izmēģinājumā audzēti 2015., 2016. un 2018. gadā. Pirms sējas sēklas tika diedzētas. Pirms sēklu diedzēšanas tās uz diennakti mērcēja 0.004 M $KMnO_4$ šķīdumā. Sēklas diedzētas uz Petri platēm siltā telpā, 20–25 ºC. BBCH 7–9 attīstības etapā puse sadīgušo dīgstu (izknitušas sēklas) ievietotas uz divām nedēļās ledusskapī +4 ºC. BBCH 10 attīstības etapā dīgsti piķēti podiņos. Dēsti audzēti uz plauktiem, zem dienas gaismas lampām, nodrošinot 100 µmol m^{-2} s^{-1}.

Kad augi bija sasnieguši 5 īsto lapu fāzi (BBCH 15. AE) (Archontoulis et al., 2010), tos pārvietoja uz siltumnīcu. Maija beigās, jūnija sākumā, kad augsnes temperatūra bija iesilusi, līdz 15 ºC, artišokus izstādīja uz lauka, rindās, stādīšanas attālumos 0.7×0.9 m (2.4. att.).

2.4. att. **Artišoku izmēģinājuma lauks pēc augu izstādīšanas uz lauka** (autores foto)

Vairākas reizes veģetācijas periodā ievākta artišoku galviņu raža, 2018. gadā raža netika iegūta, 2.1. tabulā atspoguļota darba gaita.

2.1. tabula

Artišoku audzēšanas gaita

Veiktais darbs	**2015. gads**	**2016. gads**	**2018. gads**
Sēklas uzliktas diedzēties	2. marts	8. marts 21. marts	23. marts
Puse dīgstu ievietoti ledusskapī jarovizācijai	12. marts	29. marts	2. aprīlis
Nejarovizēto dīgstu piķēšana podiņos	24. marts	21. marts	16. aprīlis
Jarovizēto dīgstu piķēšana podiņos	30. marts	11. aprīlis	20. aprīlis
Dēstu ievietošana siltumnīcā	27. aprīlis	25. aprīlis	14. maijs
Izstādīšana uz lauka	28. maijs	25. maijs	8. jūnijs
Pirmā raža	3. augusts	4. augusts	X
Pēdējā raža	5. oktobris	3. oktobris	X

Dārzeņu soja. 2015. gadā, lai iepazītos ar šī kultūrauga audzēšanas iespējām Latvijas agroklimatiskajos apstākļos priekšizmēģinājumā, novērtēta piecu Japānas izcelsmes šķirņu augšana (‘Soya Komachi’, ‘Midori Giant’, ‘Sappon Miclin’, ‘Chiba Green’, Kaoshiung’). Izvērtējot dažādus parametrus no priekšizmēģinājumā iekļautajām šķirnēm turpmāk (2016.–2019. g.) ierīkots trīsfaktoru izmēģinājums, četros atkārtojumos, kur:

- faktors A – *šķirne* (‘Chiba Green’ – A_1, ‘Midori Giant’ – A_2);
- faktors B – *audzēšanas veids* (sējot tieši laukā – B_1, ar dēstu – B_2);
- faktors C – *augu biezība* (13 augi m^2 – C_1, 20 augi m^2 – C_2) (variantā ar sēju – tā ir izsējas biezība, bet variantā ar dēstiem – attiecīga stādījuma biezība).

Tā kā dārzeņu soja ir jauns sojas veids, kas tikai tagad sāk arvien plašāk ieviesties dārzeņu sortimentā Eiropā, tad sēklas pētījuma veikšanas periodā bija pieejamas tikai no Amerikas Savienotajām Valstīm. Izmēģinājumos tika izmantotas Japānas izcelsmes šķirnes:

- ‘Midori Giant’ – šķirnei raksturīgs salīdzinoši īss veģetācijas periods, 80–95 dienas. Lielas, koši zaļas pupiņas. Augi sasniedz 50–60 cm augstumu, ļoti zaroti un izturīgi, nav nepieciešami balsti. Šķirne piemērota gan piemājas dārziem, gan komercstādījumiem.
- ‘Chiba Green’ – šķirnei raksturīgs īsāks veģetācijas periods kā šķirnei ‘Midori Giant’ –70–80 dienas. Augi ražīgi, lielas pupiņas. Augi sasniedz 50 – 60 cm augstumu, kompakti. Pupiņas nobriest vienmērīgi.

Tā kā sojas augi strauji veido lielu sakņu sistēmu, tad dēsti audzēti dziļajās dēstu kasetēs (9 cm), tilpums 140 cm^3 (2.5. att.).

2.5. att. **Dārzeņu sojas dēstu audzēšana dziļajās dēstu kasetēs** (autores foto)

Izmēģinājumā veģetācijas periods augiem ļoti atšķīrās pa gadiem, augšanas gaita atspoguļota 2.2 tabulā.

2.2. tabula

Dārzeņu sojas audzēšanas gaita 2016.–2019. gadā

Veiktais darbs	**2016.**	**2017.**	**2018.**	**2019.**
B_1				
Sēja uz lauka	18. maijs	29. maijs	16. maijs 26. jūnijs	15. maijs 7. jūnijs
Ražas vākšana	13. septembris	3. oktobris	18. oktobris	23. septembris – A_1 1. oktobris – A_2
Veģetācijas periods	118 dienas	127 dienas	114 dienas	107 – 117 dienas
B_2				
Veiktais darbs	**2016.**	**2017.**	**2018.**	**2019.**
Sēja kasetēs	15. maijs	29. maijs	7. maijs	29. aprīlis
Izstādīšana uz lauka	21. jūnijs	19. jūnijs	1. jūnijs	22. maijs
Ražas vākšana	20. septembris – A_1 3. oktobris – A_2	10. oktobris	4. septembris – A_1 6. septembris – A_2	16., 20. augusts – A_1 21. augusts – A_2
Veģetācijas periods	91 – 101 diena	123 dienas	95 – 97 dienas	88 – 93 dienas

2.2. Izmēģinājumu vietas raksturojums, agrotehnika

Lauka raksturojums. Laukā, kur tika audzētas nātres, iepriekš audzēti dažādi dārzeņi. Augsne – kultūraugsne, granulometriskais sastāvs – mālsmilts. Pirms nātru stādīšanas lauks uzarts un pusē no lauka iestrādāja kūdras/kūtsmēslu kompostu (4 kg m^{-2}). Komposta analīzes uzrādīja, ka tas satur 10.5% organisko vielu, 0.48% kopējo slāpekli, 0.49% K_2O un 0.24% P_2O_5, kā rezultātā uz vienu hektāru iestrādāts 192 kg slāpeklis, kā arī196 kg kālijs un 96 kg fosfors oksīdu formā. Tā kā nātres veido lielu augu masu un tām visvairāk nepieciešams slāpeklis un fosfors, tad tika izvēlēts šāds eksperimenta variants ar papildus iedotu mēslojumu. Šajā laukā (lauka daļā bez mēslojuma) auga arī viens no artišoku variantiem. Augsnes analīžu rādītāji pirmajā nātru audzēšanas gadā atspoguļoti 2.3. tabulā. Augsnes analīzes veiktas AREI Stendes pētniecības centrā. Pēc augsnes analīžu rezultātiem redzams, ka abos variantos bija ļoti augsts kustīgā fosfora saturs un vidējs kustīgā kālija saturs. Abos variantos bija vidējs apmaiņas kalcija un augsts apmaiņas magnija saturs, un kalcija, magnija attiecība bija 4:1.[4]

2.3. tabula

Augsnes analīžu rādītāji 2014. gadā

Variants	**pH** (KCl 1M)	**Kopējais slāpeklis, %** (Kjeldāla metode)	**P_2O_5, mg kg^{-1}** (Egnera-Rīma metode)	**K_2O, mg kg^{-1}** (Liesmas fotometrs AEP 1000)	**Ca, mg kg^{-1}** (KCl 1M)	**Mg, mg kg^{-1}** (KCl 1M)	**Organiskā viela, %** (oksidējot ar $K_2Cr_2O_7$)
A_1	6.52	0.21	352	133	1520	413	5.44
A_2	6.40	0.38	417	223	2000	516	8.16

[4] https://www.vaad.gov.lv/lv/media/1031/download [tiešsaiste] [skatīts 2021. gada 21.apr.]

Turpmākā izmēģinājuma periodā nātru lauks papildus netika mēslots. Pirmajā ieaugšanās gadā nātres divas reizes apūdeņotas, 10 L m^{-2}. Katru gadu nātres ravētas divas/trīs reizes. Kaitēkļi un slimības, kas būtiski ietekmēja ražas iznākumu, netika novēroti.

Dārzeņu sojas izmēģinājumiem un artišoku otrajam variantam (A_2) augsne – reliktkarbonātiska brūnaugsne, granulometriskais sastāvs – smilšmāls. 2014. gadā veiktās augsnes analīzes augsni raksturo ar 0.13% kopējo slāpekli, P_2O_5 188 mg kg^{-1}, K_2O 135 mg kg^{-1}, Ca 1090 mg kg^{-1}, Mg 273 mg kg^{-1} un organiskās vielas saturs – 3.28%. Tas norāda, ka šajā augsnē bija augsts kustīgā fosfora un vidējs kustīgā kālija saturs, kā arī vidējs apmaiņas kalcija un augsts apmaiņas magnija saturs, un kalcija magnija attiecība bija 4:1.[4]

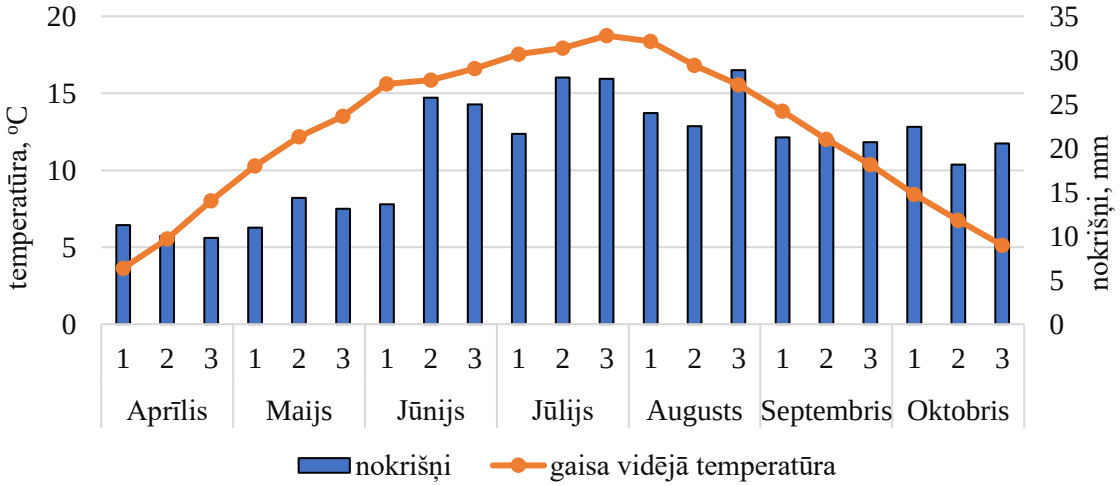
Artišoki katru gadu veģetācijas perioda laikā ravēti divas/trīs reizes. Reizi sezonā mēsloti ar kalcija nitrātu 20 g m^{-2}. 2015. un 2016. gadā papildus apūdeņoti divas reizes, 2018. gadā trīs reizes – 10 L m^{-2}.

Laukā, kur auga dārzeņu soja, kā priekšaugs bija dārzeņi. Tā kā Latvijas augsnēs parasti nav sastopamas sojai specifiskās gumiņbaktērijas *Bradyrhizobium japonicum*, kas veido gumiņus uz sojas saknēm, sēklas pirms sējas apstrādātas ar speciālu inokulantu `Amase` (2016. gadā) un 2017. un 2018. gadā ar A/S "Litagra" piedāvāto preparātu *Bactolive Legume*. Veģetācijas periodā ravēšana/rušināšana veikta trīs līdz piecas reizes. Mēslošana un ķīmiskā kaitīgo organismu ierobežošana nav veikta.

Katru gadu veikta apūdeņošana, visvairāk 2019. gadā, kad bija vismazāk nokrišņu. 2016. un 2017. gadā tā veikta divas reizes veģetācijas periodā, 2018. gadā trīs reizes un 2019. gadā piecas reizes – katrā reizē izlejot 10 L m^{-2}.

2.3. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums

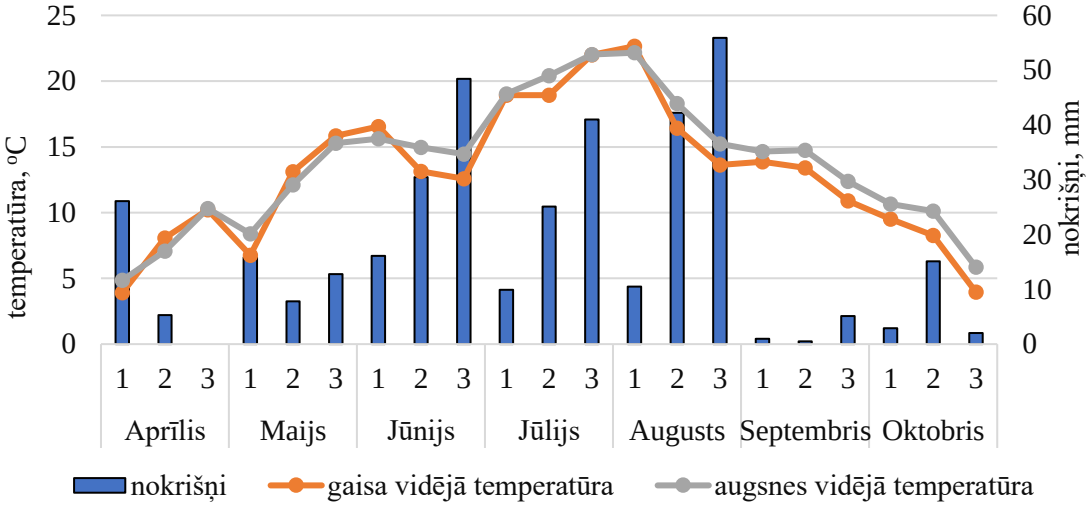
Ilggadīgie meteoroloģiskie dati Pūres meteo punktā ir pieejami sākot no 1960. gada. Mērījumi par izmēģinājumu periodu iegūti firmas 'Lufft' automātiskajā meteo stacijā, kas izvietota Pūres teritorijā. Tajā ik pa 10 minūtēm reģistrē gaisa relatīvo mitrumu, nokrišņus, gaisa minimālo, maksimālo un vidējo temperatūru 2 m augstumā un 10–15 cm augstumā no augsnes virskārtas, augsnes temperatūru un nokrišņus. Tehnisku iemeslu dēļ meteoroloģiskie dati par 2019. gadu ņemti no Stendes hidrometeoroloģiskās stacijas pēc publiski pieejamiem datiem.[5] Ilggadīgie meteoroloģiskie dati pieejami, sākot no 1960. gada (2.6. att.). Pēc tiem veģetācijas periodā novērojams regulārs mitruma nodrošinājums, kopējā nokrišņu summa sasniedz 411 mm. Gaisa temperatūra pakāpeniski pieaug, jūlijā trešajā dekādē sasniedzot maksimumu, un tad pakāpeniski samazinās.



2.6. att. **Vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums 1960.–2018. gadam Pūrē**

[5] https://www.meteo.lv/meteorologija-datu-meklesana/?nid=461 [skatīts tiešsaistē 2019. gada 27. novembrī]

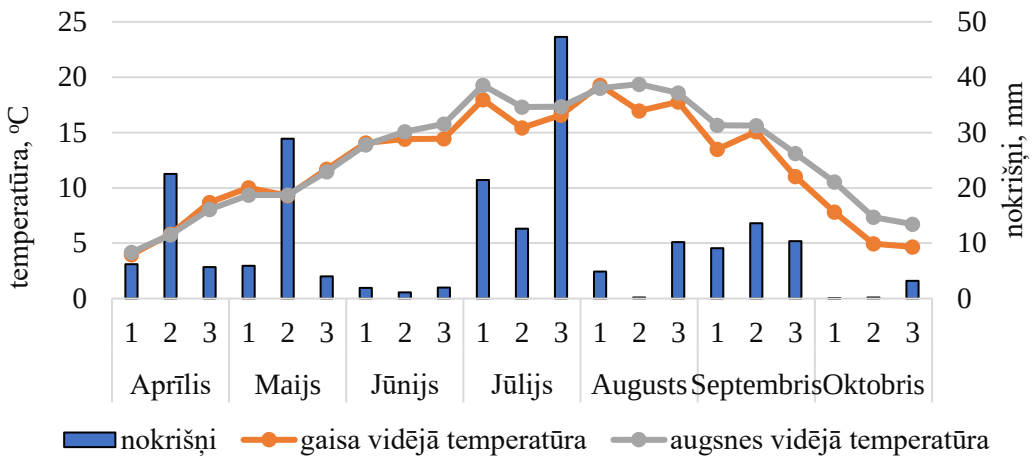
Turpmāk apskatīti vidējā gaisa un augsnes temperatūra, un nokrišņu sadalījums pa dekādēm izmēģinājumu gados. 2014. gada pirmajā aprīļa dekādē augsnes temperatūra bija iesilusi līdz 5 °C (2.7. att.). Arī gaisa temperatūra pakāpeniski pieauga aprīlī līdz 10 °C. Maija pirmajā dekādē temperatūra nedaudz samazinājās un, sākot ar otro dekādi, tā paaugstinājās vidēji līdz 16 °C, atsevišķās dienās gaiss iesila pat virs 20 °C. Jūnija otrajā un trešajā dekādē bija atkal neliels temperatūras kritums līdz pat četriem grādiem salīdzinājumā ar jūnija pirmās dekādes vidējo temperatūru. Bija dienas, kad dienas minimālā temperatūra bija tikai 5 °C. Jūlijā novērots straujāks temperatūras kāpums. Jūlija trešā dekāde un augusta pirmajā dekādē vidējā gaisa temperatūra pārsniedza 20 °C, dažas dienas maksimālā temperatūra reģistrēta pat virs 30 °C. Sākot ar augusta otro dekādi, temperatūra pakāpeniski pazeminājās, augusta pēdējās dienās minimālā temperatūra bija vien 6 °C, bet vidējā temperatūra trešajā dekādē bija 13.6 °C, kas ir pa diviem grādiem zemāka salīdzinājumā ar ilggadīgajiem novērojumiem.



2.7. att. **Meteoroloģiskie apstākļi 2014. gada sezonā, pa dekādēm**

Kopumā vasara raksturojās ar regulāriem nokrišņiem, kas bija labvēlīgi augu augšanai un attīstībai. Septembrī tikpat kā nebija nokrišņu, vien 6.6 mm. Arī oktobrī bija maz nokrišņu (20 mm), kas ir ievērojami mazāk salīdzinājumā ar ilggadīgajiem novērojumiem, kad septembra, oktobra mēnesī katru dekādi to bijis ap 20 mm.

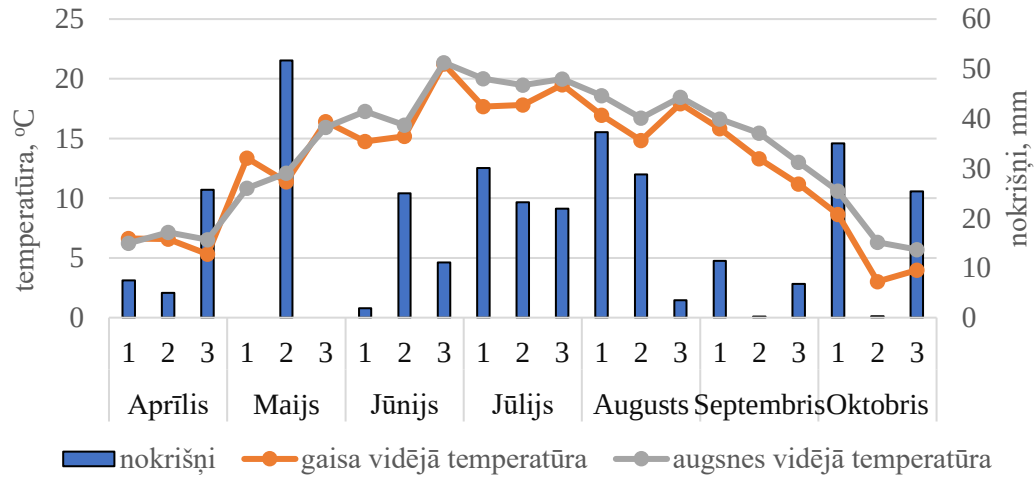
2015. gada aprīlī vidējā gaisa temperatūra bija 4 °C (2.8. att.). Dažās aprīļa dienās minimālā reģistrētā temperatūra bija zem 0 °C. Augsnes vidējā temperatūra turējās 4–5 °C robežās, līdz mēneša beigām augsne iesila līdz pat 10 °C. Maijā vidējā gaisa temperatūra pakāpās nedaudz virs 10 °C un jūnijā tā stabili turējās pie 14.5 °C, tikai dažas dienas maksimālā temperatūra paaugstinājās virs 20 grādiem. Jūlijs pēc vidējās dienas gaisa temperatūras bija tikai nedaudz siltāks nekā jūnijs, lai gan bija maz dienas, kad dienas maksimālā temperatūra bija zem 20 °C. Nereti minimālā temperatūra bija zem 10 °C. Vissiltākais periods bija augusta pirmajā dekādē, kad vairākas dienas maksimālā temperatūra bija virs 30 °C. Septembrī gaisa temperatūra samērā strauji pazeminājās. Atsevišķās naktīs tā pazeminājās zem 0 °C. Oktobra otrajā un trešajā dekādē lielākoties nakts stundās reģistrēta temperatūra zem 0 °C. Augsnes temperatūra šajā periodā bija ap 10 °C un uz oktobra beigām pazeminājās līdz 3 °C. Kopumā veģetācijas periodā bija vairāki temperatūras kāpumi un kritumi, kas nav novērojams ilggadīgajos meteoroloģiskajos datos.



2.8. att. **Meteoroloģiskie apstākļi 2015. gada sezonā, pa dekādēm**

2015. gada pavasaris iesākās ar salīdzinoši mazu nokrišņu daudzumu – pirmajā un trešajā aprīļa dekādē vien 6 mm, salīdzinājumā ar ilggadīgajiem rādītājiem, kad aprīlī to bijis ap 10 mm dekādē. Arī maijā pirmā un trešā dekāde raksturojas ar ļoti maz nokrišņiem. Jūnijs bija vissausākais periods, kad bija vien 5 mm nokrišņu pa visu mēnesi. Pēc ilggadīgajiem datiem jūnijā bijis 64 mm nokrišņu. Savukārt jūlijs raksturojās ar vidēji regulāru un pietiekamu mitruma nodrošinājumu – vienā no pēdējām jūlija dienām nokrišņi bija pat 37 mm. Augusts un septembris bija ar samērā maz nokrišņiem un arī oktobris bija sauss – vien 3.5 mm, kas arī ir daudz mazāk, nekā reģistrēts ilggadīgajos novērojumos – 61 mm.

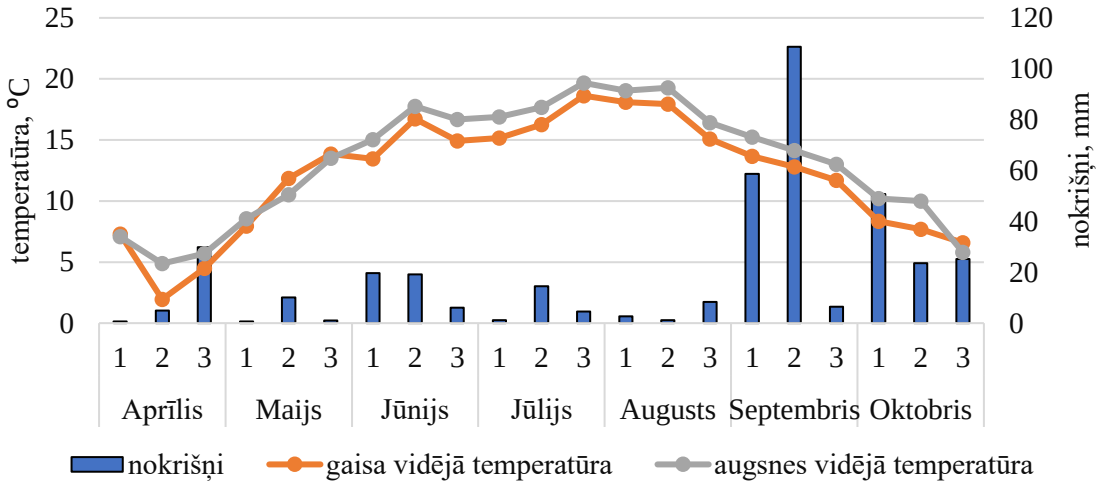
2016. gads raksturojās ar izteiktākām un biežākām temperatūras svārstībām (2.9. att.). Aprīlī gan vidējā gaisa, gan augsnes temperatūra bija nedaudz virs 6 °C. Maijā bija diezgan straujš temperatūras kāpums, kad vidējā gaisa temperatūra pa dekādēm svārstījās 11.5–16.5 °C amplitūdā. Maija trešajā dekādē pa dienu temperatūra turējās stabili virs 20 °C. Jūnijā temperatūra pakāpeniski palielinājās un jūnija trešajā dekādē dienas maksimālā temperatūra bija virs 25 °C, vienu dienu sasniedzot pat 33 °C atzīmi. Arī jūlijā trešajā dekādē vairākas dienas maksimālā temperatūra bija tuvu pie 30 °C. Augusts bija ļoti silts, pēdējā dekādē iestājās dažu dienu periods ar maksimālo temperatūru ap 25 °C. Septembris iesākās ar straujāku temperatūras kritumu, mēneša beigās nakts stundās minimālā temperatūra bija pat zem 5 °C. Savukārt augsnes temperatūra vēl bija virs 10 °C.



2.9. att. **Meteoroloģiskie apstākļi 2016. gada sezonā, pa dekādēm**

Nokrišņi 2016. gadā. bija samērā regulāri, tomēr bija vērojami atsevišķi sausuma periodi. Pirmajās divās aprīļa dekādēs to bija maz, bet trešajā dekādē vairāk – 26 mm. Maija pirmajā un trešajā dekādē nokrišņi netika reģistrēti, savukārt otrā dekādē – 52 mm, kas galvenokārt nolija divās dienās, attiecīgi dienā bija 32 un 18 mm nokrišņu. Arī jūnija sākums turpinājās ar ilgstošu sausuma periodu, kad nokrišņi tika reģistrēti vien otrajā dekāde, bet ar tikai ap 5 mm dienā. Kaut arī jūlijā nokrišņu nebija daudz, tomēr tie bija regulārāk, salīdzinot ar jūniju. Augustā nokrišņi bija līdzīgi kā jūlijā – nedaudz, bet regulāri. Septembris raksturojās, kā sauss, jo bija maz nokrišņu (18 mm). Pēc ilggadīgajiem rādītājiem septembris raksturojās ar pietiekami daudz nokrišņiem – 63 mm. Oktobrī nozīmīgāki nokrišņi reģistrēti pirmajā un trešajā dekādē.

2017. gadā augsne iesila ātrāk nekā iepriekšējos gados. Maija pirmajā dekādē augsnes vidējā temperatūra bija jau 7 °C, bet tad mazliet pazeminājās un maija otrajā dekādē jau bija stabili virs 10 °C (2.10. att.). Arī vidējā gaisa temperatūra aprīļa pirmajā dekādē bija 7.3 °C, bet otrajā dekādē vairs tikai 2 °C, kas ir par 3.5 °C zemāka nekā ilggadīgajos rādītājos. Nakts stundās tā pazeminājās pat līdz -8 °C. Sākot ar otro maija dekādi dienas vidējā, temperatūra stabili paaugstinājās virs 10 °C. Vasaras mēnešos nebija vērojams lielas atšķirības dekāžu vidējās temperatūrās. Vissiltākā bija jūlija trešā dekāde, kad vidējā temperatūra bija 18.6 °C, tāpat kā ilggadīgajos rādītāju aprēķinos, maksimālā dienas temperatūra bija 25–27 °C robežās. Augustā arī bija periodi, kad dienas maksimālā temperatūra bija tuvu pie 30 °C, bet tajās pašās dienās, nakts stundās zemākā temperatūra bija pat zem 10 °C. Septembrī dekāžu vidējā temperatūra bija 12–14 °C. Oktobrī temperatūras pazeminājās, nakts stundās pazeminoties zem 0 °C.

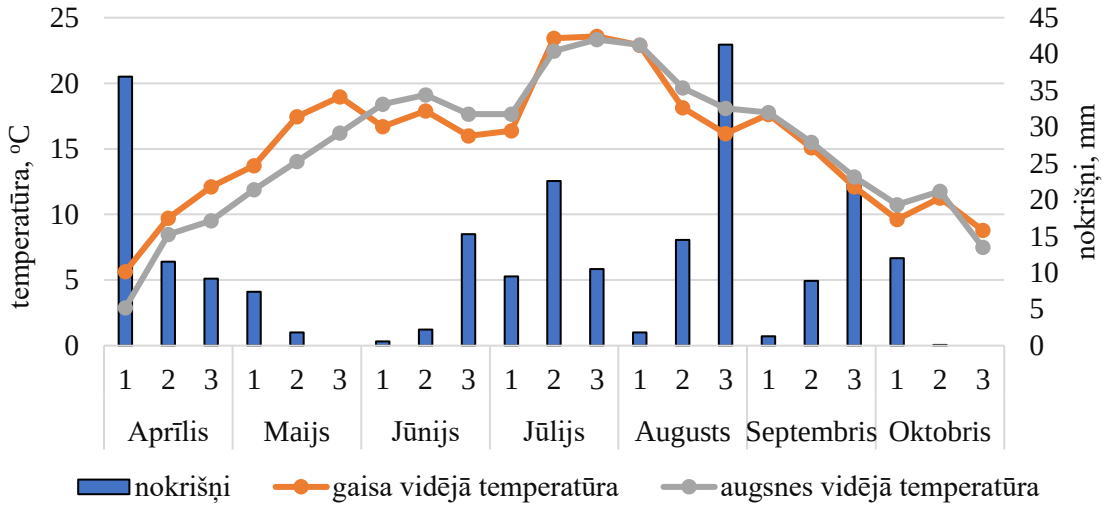


2.10. att. **Meteoroloģiskie apstākļi 2017. gada sezonā, pa dekādēm**

2017. gads raksturojās kā izteikti sauss. Aprīļa pirmajās divās dekādes bija pavisam maz nokrišņu (4.6 mm), trešajā dekādē bija 30 mm, vienā dienā nolīstot 18 mm. Maijā pa visu mēnesi reģistrēti vien 11 mm nokrišņu. Jūnijā pirmajās divās dekādēs nokrišņu sasniedza 20 mm, tad atkal iestājās relatīvs sausuma periods līdz pat septembrim – augustā kopumā tikai 12 mm. Turpretim septembrī reģistrēts ļoti daudz nokrišņu, 18. septembrī nolīstot pat 54 mm. Arī oktobrī bija pietiekams un regulārs mitruma nodrošinājums – 100 mm. Salīdzinājumā ar ilggadīgajiem datiem ir manāmas ļoti krasas mitruma nodrošinājuma svārstības veģetācijas periodā.

2018. gads bija siltāks nekā iepriekšējie gadi. Aprīļa otrajā dekādē gaisa temperatūra jau bija tuvu 10 °C (2.11. att.), salīdzinot ar ilggadīgajiem rādītājiem bijis siltāks (5.5 °C). Arī maijā tā straujāk pakāpās, dienas maksimālā temperatūra gandrīz katru dienu pakāpās virs 20 °C, mēneša beigās sasniedzot pat 33.7 °C. Jūnijā temperatūra nedaudz pazeminājās un tad jūlija vidū bija lielāks temperatūras kāpums, augusta sākumā bija ļoti silts periods, kad dienas maksimālā temperatūra divu nedēļu periodā turējās ļoti tuvu 30 °C un bieži viens pat virs.

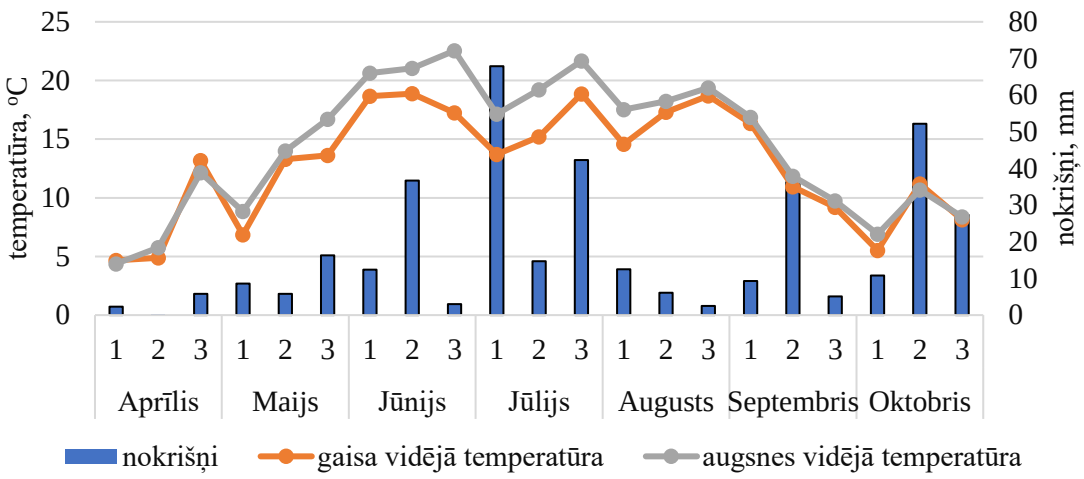
Augusta otrajā pusē bija straujāks temperatūras kritums, kad arī naktis palika vēsākas. Līdz oktobra pirmajai dekādei bija temperatūras kritums un tad atkal mazliet palika siltāks uz dažām dienām. Arī augsnes temperatūra vēl salīdzinoši ilgi bija virs 10 °C.



2.11. att. **Meteoroloģiskie apstākļi 2018. gada sezonā, pa dekādēm**

Arī 2018. gads raksturīgs ar vairākiem sausuma periodiem. Aprīlis raksturojās ar pietiekamu un vidēji regulāru mitruma nodrošinājumu (58 mm). Maijs bija vissausākais periods, sasniedzot vien 9 mm nokrišņu, no kuriem 7 mm nolija pirmajā maijā, līdz ar to var teikt, ka maijā vispār nebija nokrišņu. Arī jūnija situācija bija ļoti līdzīga, kad nedaudz nokrišņu reģistrēts vien trešajā dekādē (15 mm). Jūlijā arī kopīgais nokrišņu daudzums bija vien 42 mm, no kuriem puse nolija vienā dienā. Augustā nokrišņu bija vien pa 15 mm vairāk. Uz rudens pusi nokrišņu atkal palika arvien mazāk – septembrī 32 mm, oktobrī vairs tik 12 mm, no kuriem lielākā daļa nolija vienā dienā. Līdzīgi kā 2017. gadā, salīdzinot ar ilggadīgajiem rādītājiem (411 mm), arī 2018. gadā veģetācijas periodā ir bijis mazāks mitruma nodrošinājums (veģetācijas periodā kopā 230 mm) ar vairākiem sausuma periodiem.

2019. gada aprīlis iesākās ar vienmērīgu temperatūru, kas pirmajās divās dekādēs bija ap 5 °C (2.12. att.). Aprīļa trešajā dekādē bija straujš temperatūras kāpums, kad vidējā dekādes gaisa temperatūra, bija 13.2 °C. Maija pirmajā dekādē bija straujāks temperatūras kritums un sākot ar otro maija dekāde temperatūra pakāpeniski pieauga. Vasaras vidū bija izteikti vairāki temperatūras kāpumi un kritumi. Bija daži periodi, kad vidējā gaisa temperatūra bija ap 30 °C. Tāpat bija daži īpaši vēsi periodi, augusta pirmajā dekādē pāris naktis vidējā gaisa temperatūra pat pazeminājās zem 5 °C. Atšķirībā no citiem gadiem bija lielākas temperatūras atšķirības starp gaisa un augsnes temperatūru, ar izteiktu tendenci, ka augsnes temperatūra bija augstāka.



2.12. att. **Meteoroloģiskie apstākļi 2019. gada sezonā, pa dekādēm**

Pavasaris iesākās ar ļoti mazu mitruma nodrošinājumu, aprīlī nokrišņu bija vien 8.6 mm. Maijs raksturojās lielāku mitruma nodrošinājumu (31 mm), kas ir nedaudz zemāks nekā pēc ilggadīgajiem rādītājiem (38.5 mm). Tomēr nokrišņi nebija regulāri un bija vairāki sausuma periodi. Gan maijā, gan jūnijā. Jūlijā bija bagātīgs mitruma nodrošinājums – 110 mm. Augusts un septembra sākums bija ar salīdzinoši maz nokrišņiem. Veģetācijas perioda baigās bija regulārs mitruma nodrošinājums.

Svarīgs rādītājs, kas raksturo meteoroloģiskos apstākļu situāciju ir arī hidrotermiskais koeficients (HTK), kas ietver nokrišņu summu un aktīvo gaisa temperatūru noteiktā laika periodā (Čirkovs, 1975). Hidrotermisko koeficientu aprēķina pēc formulas:

$$HTK = \frac{\sum N}{\sum t > 10^{o}C} \times 10, \qquad (1)$$

kur

$\sum$ N – nokrišņu summa attiecīgajā periodā, mm
$\sum$ t > 10 °C – aktīvo temperatūru summa, tajā pašā periodā

Ja:
HTK no 1.0 līdz 2.0 – mitrums ir pietiekams;
HTK > 2 – pārlieku mitrs;
HTK < 1 – nepietiekami mitrs;
HTK no 0.4 līdz 0.7 – sauss;
HTK no 0 līdz 0.3 – ļoti sauss.

Aprēķinot hidrotermisko koeficientu, var konstatēt, ka pēdējos pāris gadus, reti, kurā eksperimenta mēnesī ir bijis pietiekams mitruma nodrošinājums (2.4. tab.).

2.4. tabula

Hidrotermskā koeficienta vērtības 2014.–2019. gadā

Mēnesis	2014. g.	2015. g.	2016. g.	2017. g.	2018. g.	2019. g.
Aprīlis	4.2	10.0	X	17.1	2.4	0.8
Maijs	1.2	1.7	1.3	0.4	0.2	1.2
Jūnijs	2.4	0.1	0.8	1.0	0.4	1.0
Jūlijs	1.2	1.6	1.3	0.4	0.6	2.3
Augusts	2.0	0.3	1.4	0.2	1.0	0.4
Septembris	0.2*	0.9	0.5	5.2	0.8	1.7
Oktobris	1.7	0.6	17.1	X	X	5.7

*iekrāsoti mēneši, kad pēc HTK aprēķiniem bijis nepietiekams mitruma nodrošinājums
X – attiecīgajos mēnešos vidējā gaisa temperatūra bija < 10 ^{o}C.

2.4. Izmēģinājuma laikā veiktie novērojumi un analīzes

2.4.1 Auga augšanas un attīstības novērojumi

Lodveida artišoks.

- Augu morfoloģiskie novērojumi – augusta sākumā, kad bija pirmās ražas uzskaite, veikti augu veģetatīvie mērījumi. Visiem augiem lauciņā izmērīts auga augstums un lapu rozetes diametrs.
- Ražas uzskaite – katrā ražas vākšanas reizē (2.5. tab) visām artišoku galviņām mērīts to diametrs, un tās nosvērtas. Aprēķināta kopējā auga raža gramos no auga visā veģetācijas periodā.
- Pigmentu, fenolu, flavonoīdu, C vitamīna saturs un antiradikālā aktivitāte artišoku galviņās noteikta laboratoriski katrā ražas ievākšanas reizē (2.5. tab).

2.5. tabula

Artišoku paraugu vākšanas laiki 2015., 2016. veģetācijas periodā

Gads	Ražas vākšanas datums								
2015. g.	3.08.– 67 d.*	10.08. – 74 d.	14.08. – 78 d.	21.08. – 85 d.	28.08. – 92 d.	3.09. – 98 d.	14.09. – 109 d.	23.09. – 118 d.	5.10. – 130 d.
2016. g.	4.08. – 69 d.	15.08. – 79 d.	22.08. – 86 d.	29.08. – 94 d.	5.09. – 101 d.	12.09. – 108 d.	19.09. – 115 d.	26.09. – 122 d.	3.10. – 129 d.

* dienas pēc izstādīšanas

2017. gadā artišoku izmēģinājums netika ierīkots, bet 2018. gadā raža netika iegūta.

Lielā nātre.

- Augu morfoloģiskie novērojumi – katrā ražas vākšanas reizē izmērīts 10 augu augstums, tie nogriezti, un nosvērta šo 10 augu masa. Pirmajā gadā veikti klonu augšanas/ieaugšanās veģetatīvo parametru mērījumi (2.6. tab. un 2.7. tab.).
- Ražas uzskaite – no katra eksperimentālā lauciņa tika nogriezti visi augi svaigas ražas ieguvei, tie nosvērti, raža pārrēķināta g m^{-2}.
- Pigmentu, fenolu, flavonoīdu, C vitamīna saturs un antiradikālā aktivitāte nātru lapās noteikta laboratoriski, katrā ražas ievākšanas reizē.

2.6. tabula

Nātru augšanas gaita un paraugu vākšana 2014. gadā

Novērojums	Datums
Sāk parādīties pirmās lapiņas	10. aprīlis
Vairums sadīgušas, ar 5–7 lapām	23. aprīlis
Augu uzskaite lauciņā	24. aprīlis
Bioķīmisko analīžu paraugu vākšana	30. aprīlis
Bioķīmisko analīžu paraugu vākšana	28. maijs
Dzinumu uzskaite visiem augiem lauciņā	30. maijs
Centrālo dzinumu garumu mērījumu veikšana 10 augiem lauciņā	9. jūnijs
Bioķīmisko analīžu paraugu vākšana	11. jūnijs
Bioķīmisko analīžu paraugu vākšana	3. jūlijs
Bioķīmisko analīžu paraugu vākšana	4. augusts

2.7. tabula

Nātru paraugu vākšanas laiki 2015.–2017. gadu veģetācijas periodā

Gads	Variants	I	II	III	IV
2015.	C1	27. aprīlis	15. maijs	-	-
	C2	17. aprīlis	27. aprīlis	8. maijs	15. maijs
2016.	C1	27. aprīlis	19. maijs	-	-
	C2	17. aprīlis	9. maijs	19. maijs	8. jūnijs
2017.	C1	27. aprīlis	22. maijs	-	-
	C2	12. aprīlis	8. maijs	22. maijs	20. jūnijs

Dārzeņu soja.

- Augu morfoloģiskie novērojumi – ražas laikā no katra lauciņa analizēti 10 augi. Tika mērīts augu augstums, attālums no sakņu kakliņa līdz pirmās pāksts piestiprināšanās vietai, auga masa, pākšu skaits un masa no auga.
- Ražas uzskaite – no katra eksperimentālā lauciņa tika novākti visi augi, pākšu raža nosvērta, raža pārrēķināta t ha^{-1}.
- Kopproteīnu saturs edamames pupiņās noteikts laboratoriski.

2.4.2. Bioķīmisko analīžu metodes

Bioķīmiskās analīzes veiktas, Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes Augsnes un augu zinātņu institūtā. Savukārt Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā izmantots pakalpojums, lai noteiktu **kopproteīna** saturu edamames pupiņās pēc Kjeldāla metodes.

Hlorofilu un karotinoīdu saturu noteica izmantojot spektometrisko metodi, to modificējot (Lichtenthaler, Buschmann, 2001). artišokiem, blenderī sasmalcināja artišoku galviņas un iegūto masu (1±0.1 gr.) pārnesa graduētā mēģenē un uzpildīja ar etilspirtu līdz 10 mL atzīmei. Artišoku paraugus ievietoja uz 10 minūtēm kratītājā ar 150 apgriezieniem minūtē, pēc tam 3 minūtes separēja centrifūgā (2000 apgriezieni minūtē). Savukārt, lai sagatavotu nātres hlorofila noteikšanai, no tām izspiestus 10 lapu diskus (0.6 cm diametrā) ievietoja piestiņā un saberza, līdz masa kļuva homogēna. Iegūto masu pārnesa graduētā mēģenē un uzpildīja ar etilspirtu līdz 10 mL atzīmei. Gan artišoku paraugiem, gan nātru paraugiem spektrofotometriski (spektrofotometrs “SHIMAZU UV-1800”) noteica absorbciju pie 665 nm

(A_{665}), 649 nm (A_{649}) un 440 nm (karotinoīdiem) viļņu garumiem un aprēķināja hlorofilu daudzumu (C) mg L^{-1} pēc vienādojuma (2) (Lichtenthaler, Buschmann, 2001):

$$C = 6.1 \times A_{665} + 20.04 \times A_{649} \quad (2)$$

Hlorofilu saturs auga materiālā izteikts mg 100 g^{-1} svaigas masas.

Askorbīnskābes saturs noteikts titrimetrisko analīzes metodi, to modificējot (Moor et al., 2005). 50 mL stobriņā iesvēra 1 ± 0.1 g auga parauga, pievienoja 50 mL 1% HCl un 5% HPO_3 šķīdumu (v:v = 1:1), rūpīgi sajauca. Pēc 30 minūtēm filtrēja, 10 mL nātru filtrāta titrēja ar 0.001 n jodu līdz zilai krāsai, pirms titrēšanas paraugā iepilināja 1% cieti. C vitamīna saturu augu materiālā mg 100 g^{-1} aprēķināja, izmantojot 3. vienādojumu:

$$m = \frac{C_{I_2} \times M_{askorb.} \times V_{I_2} \times 500}{m_{iesvars}} \quad (3)$$

kur C_{I_2} – joda molārā koncentrācija šķīdumā, mmol ml^{-1}
V_{I_2} – titrēšanai patērētais joda šķīdums, ml
$M_{askorb.}$ – askorbīnskābes molmasa, mg $mmol^{-1}$
$m_{iesvars}$ – parauga iesvars, g
500 – lielums pārrēķināšanai uz 100 g (Moor et al., 2005).

Antociānu satura noteikšanai izmantoja to pašu filtrātu, kas iegūts iepriekš C vitamīna noteikšanai. Šķīduma gaismas absorbcija tika nolasīta pie viļņa garuma 535 nm (A_{535}). Antociānu saturu augu materiālā (mg 100 g^{-1} svaigas masas) aprēķināja, izmantojot 4. vienādojumu

$$m = \frac{10 \times 1000 \times A_{535}}{980 \times m_{iesvars}} \quad (4)$$

kur A535 – absorbcija, kas eksperimentāli noteikta pie 535 viļņu garuma;
$m_{iesvars}$ – parauga iesvars, g
m – antociānu saturs augu materiālā (Moor et al., 2005).

Fenolu saturu noteica izmantojot spektometrisko metodi, to modificējot. Noteikšanai 1±0.1 g augu parauga ievietoja graduētā mēģenē, pievienoja 10 mL metanola-ūdens-sālsskābes šķīduma (79:20:1 v/v/v), kratīja 30 minūtes, tad separēja centrifūgā (6000 apgriezieni minūtē). Šķīduma gaismas absorbcija tika nolasīta pie viļņa garuma 320 nm (A_{320}). Fenolu saturu augu materiālā (mg GAE g^{-1}) aprēķināja, izmantojot 5. vienādojumu.

$$m = \frac{A_{320} - 0.09}{0.009 \times m_{iesvars}} \quad (5)$$

kur A_{320} – absorbcija, kas eksperimentāli noteikta pie 320 viļņu garuma;
$m_{iesvars}$ – parauga iesvars, g
m – fenolu saturs augu materiālā (Singleton et al., 1999).

Flavonoīdu satura noteica izmantojot spektometrisko metodi. Noteikšanai izmantoja pigmentu (fenolu un antociānu) noteikšanai sagatavoto izvilkumu. Izvilkumam 0.5 mL tilpumā pievienoja 2 mL ūdens un 0.15 mL 5% $NaNO_2$. Pēc piecām minūtēm pievienoja 0.15 mL $AlCl_3$ un vēl pēc piecām minūtēm – 1 mL 1 M NaOH. Pēc piecpadsmit minūtēm šķīduma gaismas absorbcija tika nolasīta pie viļņa garuma 415 nm (A_{415}). Fenolu saturu augu materiālā (mg katehīna 100 g^{-1}) aprēķināja, izmantojot 6. vienādojumu:

$$m = \frac{A_{415} \times 100}{0.25 \times m_{iesvars}} \quad (6)$$

kur A_{415} – absorbcija, kas eksperimentāli noteikta pie 415 viļņu garuma;
$m_{iesvars}$ – parauga iesvars, g
m – flavonoīdu saturs augu materiālā (Kim et al., 2003).

Antiradikālā aktivitāte noteikta modificējot (Barros et al., 2007) DPPH metodi. Izmantoja pigmentu noteikšanai sagatavoto izvilkumu. Kivetē iepilda 3 mL DPPH šķīduma (6 mg DPPH izšķidināts 250 mL metanola) un pievieno 0.3 mL pigmentiem sagatavoto izvilkumu, pēc 3 min. Šķīduma gaismas absorbcija tika nolasīta pie viļņa garuma 517 nm (A_{517}). Antiradikālo aktivitāti (%) aprēķināja, izmantojot 7. vienādojumu:

$$ARA = 100 \times (1 - \frac{A_{SS}}{A_0}) \quad (7)$$

kur A_{SS} – absorbcija izejas šķīdumam;
A_0 – absorbcija pēc DPPH pievienošanas (Barros et al., 2007).

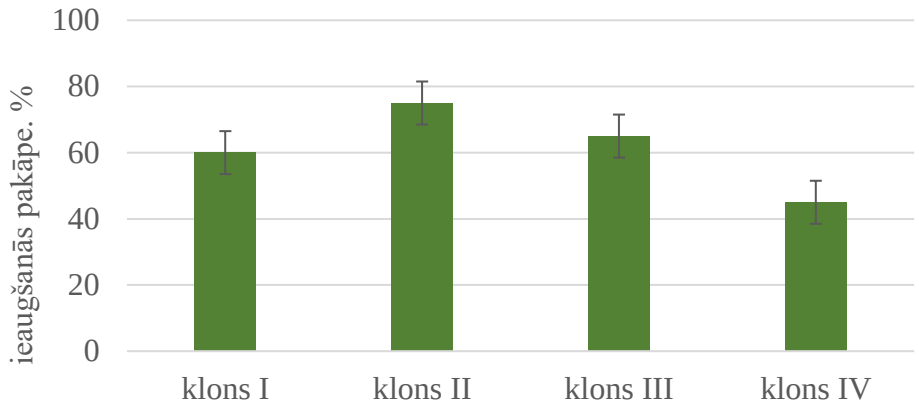
2. 5. Datu matemātiskā apstrāde

Datu apstrāde veikta, izmantojot Microsoft Excel 2016 un STATISTICA™ programmas. Datu apstrādē izmantotas vienfaktora, divfaktora un daudzfaktoru dispersijas analīzes, korelācijas un regresijas analīze, aprakstošā statistika. Datu būtiskuma novērtēšanai izmantots Dunkana kritērijs, kas norādīts grafikos un daļai grafikos norādīta mazākā būtiskā robežstarpība (RS) starp atsevišķām faktora vērtībām. Datu analizēšanai izmantoja 95% ticamības pakāpi. Tā kā 2016. gadā dārzeņu sojai visos variantos raža netika iegūta, korektai datu apstrādei 2016. gada dati nav matemātiski apstrādāti un iekļauti rezultātu aprakstā. Proteīnu analīzes ir veiktas katra varianta apvienotajam paraugam, tādēļ nav iespējams veikt datu matemātisko apstrādi, bet analīžu veikšanas laikā ir ņemta vērā analīzes kļūda.

3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

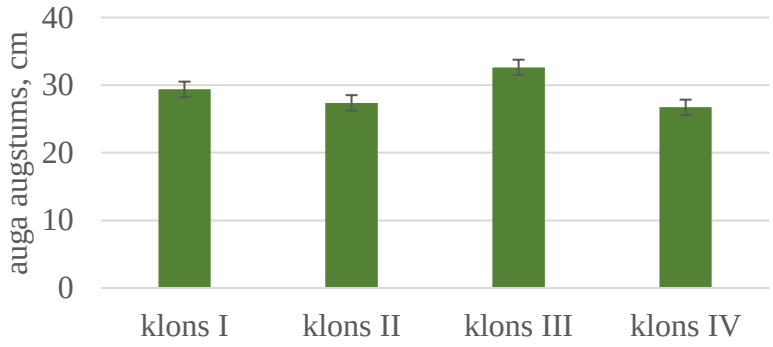
3.1. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru veģetatīvo parametru veidošanos

Nātres ir vienas no agrākajiem lapu dārzeņiem, ko iespējams iegūt agrā pavasarī. Pirmajā veģetācijas periodā pēc iestādīšanas nātru raža netika vākta, lai ļautu augiem ieaugties. Pirmajā gadā novērtētas klonu morfoloģiskās un fenoloģiskās atšķirības, to spēja ieaugties, novērtēta mēslojuma ietekme un atšķirības starp izmēģinājumā iekļautajiem nātru kloniem. 2014. gada 24. aprīlī veikta dzinumu uzskaite eksperimentālajos lauciņos, lai novērtētu katra klona ieaugšanās pakāpi (cik % augu ieaugās). Mēslojumam nav konstatēta būtiska ietekme uz augu ieaugšanās spēju. Lai arī nebūtiski, tomēr vairāk augu ieaugās variantos, kur tika iestrādāts mēslojums. Tas vedina uz pieņēmumu, ka nātru audzēšanai nepieciešamas auglīgas augsnes ar augstu organiskās vielas saturu (Radman et al., 2015). Savukārt starp kloniem ieaugšanās pakāpē konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.000) (3.1.att.).



3.1. att. **Nātru klonu ieaugšanās pakāpe, %**

Vislabāk ieaugās II klona sakneņi (75%), bet vissliktāk – IV klona (45%). Mēnesi vēlāk, 30. maijā veikta dzinumu uzskaite katram augam, lai novērtētu klonu dzinumu veidošanās intensitāti. Būtiskas atšķirības šim parametram bija konstatētas tikai starp kloniem (p = 0.000), mēslojuma lietojumam nekonstatēja būtisku ietekmi. IV klons veidoja vismazāk dzinumu, bieži vien bija tikai pa vienam dzinumam. I un III klonam lielākajai daļai augu veidojās vairāki dzinumi no viena auga lielākaļai daļai augu. Atsevišķos lauciņos bija vērojami augi, kas veidoja pat sešus, septiņus dzinumus. Vēlāk – 9. jūnijā tika mērīts augu augstums. Pēc šiem mērījumiem nekonstatēja būtisku mēslojuma ietekmi uz augu augstumu, savukārt starp kloniem konstatēja būtiskas atšķirības augu augstumā (p = 0.000) (3.2. att.).



3.2. att. **Nātru augu augstums stādījuma pirmajā veģetācijas gāda, cm**

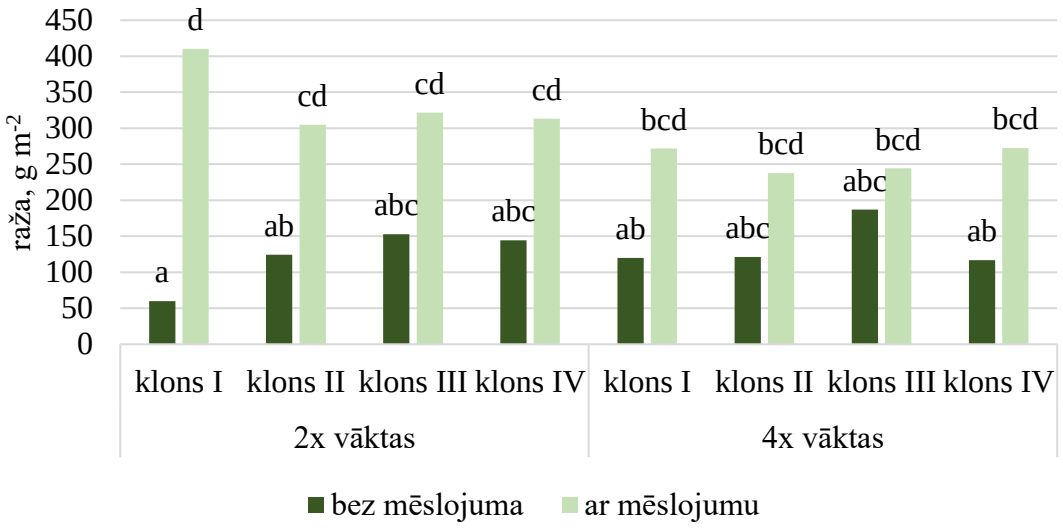
Vidēji visgarākie augi konstatēti III klonam (33 cm), bet visīsākie – II klonam (27 cm). III klonam bija novērota vislielākā variācija augu augstumā abos mēslojuma variantos, rādītājam variējot no 24 līdz 42 cm, vislielākā mērījumu izkliede bija konstatēta variantā bez mēslojuma. Vismazākā auga augstuma variācija bija I klonam mēslotajā variantā – no 29 līdz 32 cm. Līdzīgi kā ar augu ieaugšanos, arī augu augstumam, mēslotajā variantā novērota, tendence augiem augt garākiem, izņemot III klonu, bet atšķirības nebija būtiskas.

Kopumā var secināt, ka izmēģinājumā iekļautajiem kloniem ir atšķirības augu augstumā un dzinumu veidošanās intensitātē. Acīmredzot to ietekmē katra konkrētā klona genotips. Savukārt mēslojums pirmajā gadā nav ietekmējis augu ieaugšanās spēju un dzinumu veidošanosKopumā var secināt, ka izmēģinājumā iekļautajiem kloniem ir atšķirības augu augstumā un dzinumu veidošanās intensitātē. Acīmredzot to ietekmē katra konkrētā klona genotips. Savukārt mēslojums pirmajā gadā nav ietekmējis augu ieaugšanās spēju un dzinumu veidošanos.

3.2. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz svaigu nātru ražu

Tā kā lielās nātres lietošana pārtikā kļūst arvien populārāka tās augstās uzturvērtības dēļ, arvien biežāk tiek izstrādāti dažādi pārtikas produkti. To izstrādē nozīmīgs ir iegūtās biomasas apjoms (raža) un tās ieguves periods. Trīs gadu periodā tika ievākta nātru raža, izmantojot divus ražas vākšanas biežumus: 1) raža ievākta divas reizes sezonā, kad augi bija > 10 cm (10–15 cm gari) un 2) raža ievākta četras reizes sezonā, kad dzinumi bija < 10 cm (7 – 10 cm gari).

Pirmajā ražas vākšanas gadā iegūtā raža pa variantiem vidēji no kvadrātmetra variēja no 60 līdz 410 gramiem (3.3. att.). Statistiski būtiskas atšķirības konstatētas tikai mēslojuma ietekmē ($p = 0.000$), kam faktora ietekmes īpatsvars η^2 bija 11%. Citiem faktoriem (klons, vākšanas biežums) un faktoru mijiedarbībai nav konstatēta statistiski būtiska ietekme uz nātru ražu, kā arī šo faktoru ietekmes īpatsvars η^2 bija zem 1%.



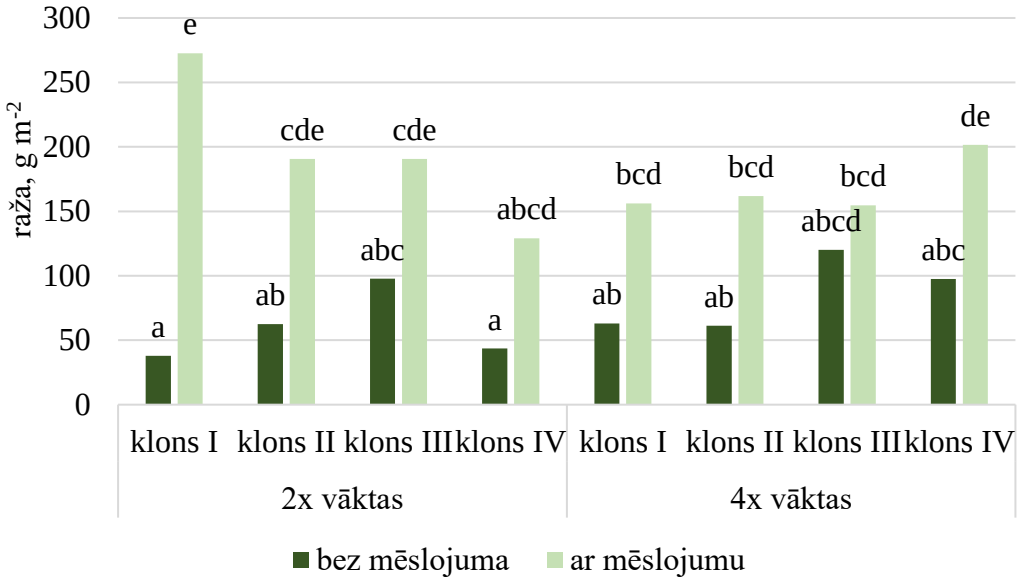
3.3. att. **Nātru raža 2015. gadā, g m^{-2} ***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Lielākās atšķirības starp mēslojuma variantiem konstatētas, ražu vācot divas reizes sezonā. Būtiski augstāka raža ievākta lauciņos, kur lietots mēslojums. Variantā, kur raža tika vākta četras reizes, statistiski būtiskas atšķirības mēslojuma ietekmei nav konstatētas. No izmēģinājumā iekļautajiem kloniem variantā bez mēslojuma vislielāko ražu deva III klons, bet vismazāko – I klons. Turpretim variantā, kur lietots mēslojums, lielākā raža tika iegūta no I klona. Tas norāda, ka šis klons bija visatsaucīgākais uz mēslojumu. Variantos, kur nebija lietots

mēslojums, no kvadrātmetra iegūti 60 līdz 187 grami, bet mēslojuma variantā – no 238 līdz 410 gramiem. Pirmajā ražas vākšanas gadā augi bija spēcīgi, tie intensīvi atauga, pat neliela sausuma periodos, ražu varēja ievākt regulāri ar salīdzinoši vienādiem laika intervāliem starp ražas vākšanas reizēm – vidēji ik pa divām nedēļām. Ražas vākšanas periods ilga no 17. aprīļa līdz 15. maijam.

Otrajā ražas vākšanas gadā konstatēta līdzīga kopējā tendence kā pirmajā gadā – statistiski būtiska ietekme uz ražību konstatēta tikai mēslojuma lietojumam ($p = 0.000$), kam faktora ietekmes īpatsvars η^2 bija 13%. Vidējā raža no variantiem variēja no 38 līdz 273 g m^{-2} (3.4. att.).

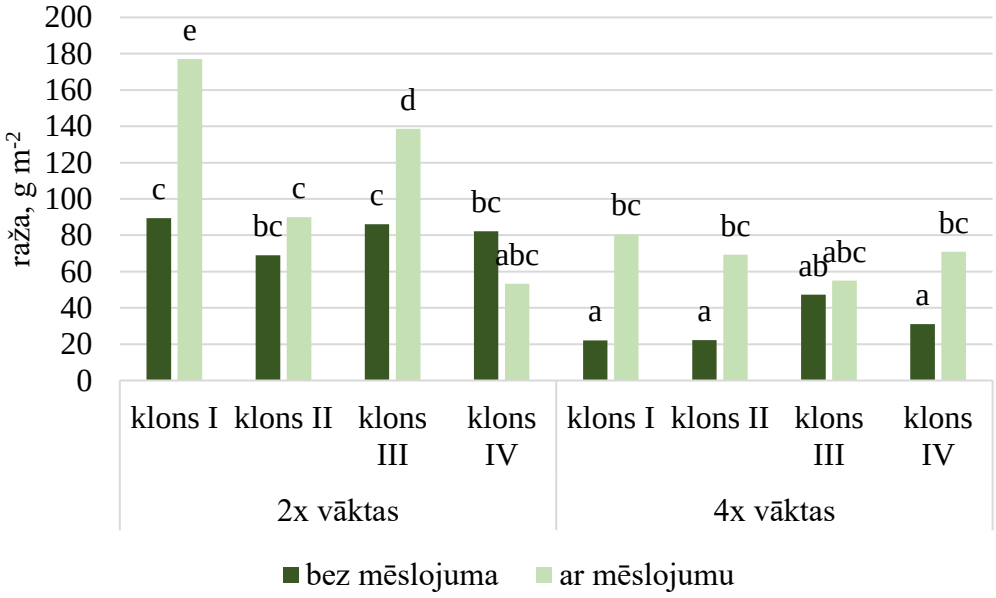


3.4. att. **Nātru raža 2016. gadā, g m^{-2} ***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

2016. gadā, līdzīgi kā 2015. gadā, augstāka raža ievākta variantā, kur lietots mēslojums, un no lauciņiem, kur raža vākta divas reizes veģetācijas periodā, lai gan šajā gadā ražas atšķirības starp ražas vākšanas reizēm bija nebūtiskas. Tas vedina uz pieņēmumu, ka intensīva ražas vākšana novājina augus – jau pēc pirmā gada variantā, kur veikta intensīvāka ražas vākšana, var novērot vājāku augu attīstību nākamajā gadā, kas atspoguļojās ražā. Otrajā ražas vākšanas gadā, līdzīgi kā pirmajā gadā, variantā bez mēslojuma augstākā raža iegūta no III klona, bet zemākā – no I klona. Parādās tendence, ka I klons visizteiktāk reaģē uz barības vielu nodrošinājumu. 2016. gada pavasaris – vasaras sākums raksturojās ar mazāk nokrišņiem, kas varēja ietekmēt augu biomasas veidošanās intensitāti un līdz ar to arī ražu. Tā kā 2016. gadā bija sausāks pavasaris, tad arī ražas vākšanas periods bija garāks nekā pirmajā gadā. Raža tika vākta no 17. aprīļa līdz 8. maijam.

Trešajā ražas vākšanas gadā bija konstatēta statistiski būtiska visu faktoru (klona, ražas vākšanas biežuma un mēslojuma lietojuma) mijiedarbības ietekme uz nātru ražu ($p = 0.003$). Tāpat statistiski būtiskas atšķirības konstatētas atsevišķi katram faktoram ($p = 0.000$), kur faktoru ietekmes īpatsvars η^2 ražas vākšanas biežumam bija 8%, mēslojumam 4% un klonam – vien 2%. 2017. gadā vidēji visos variantos nātru raža variēja no 22 līdz 177 g m^{-2} (3.5. att.).



3.5. att. **Nātru raža 2017. gadā, g m^{-2} ***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Trešajā ražas gadā, lai arī ir saglabājusies tendence, ka augstāka raža bija variantā, kur lietots mēslojums, ražu vācot divas reizes, atšķirības starp mēslojuma variantiem bija vēl mazākas nekā iepriekšējos gados. Variantā bez mēslojuma lietošanas, abos ražas vākšanas biežuma variantos vairs nesaglabājās iepriekš novērotā tendence, ka zemākā raža ir I klonam, bet augstākā – III klonam. Šī tendence tika novērota tikai variantā, kur raža vākta četras reizes sezonā. 2017. gads raksturojās ar vismazāk nokrišņiem pavasara - vasaras sākuma posmā. Augsne iesila ātrāk nekā citus gadus, tādējādi pirmā raža jau tika vākta 12. aprīlī, bet sausā laika dēļ nātres pēc katras ražas vākšanas reizes atauga arvien lēnāk un ražas vākšana turpinājās līdz pat 20. jūnijam.

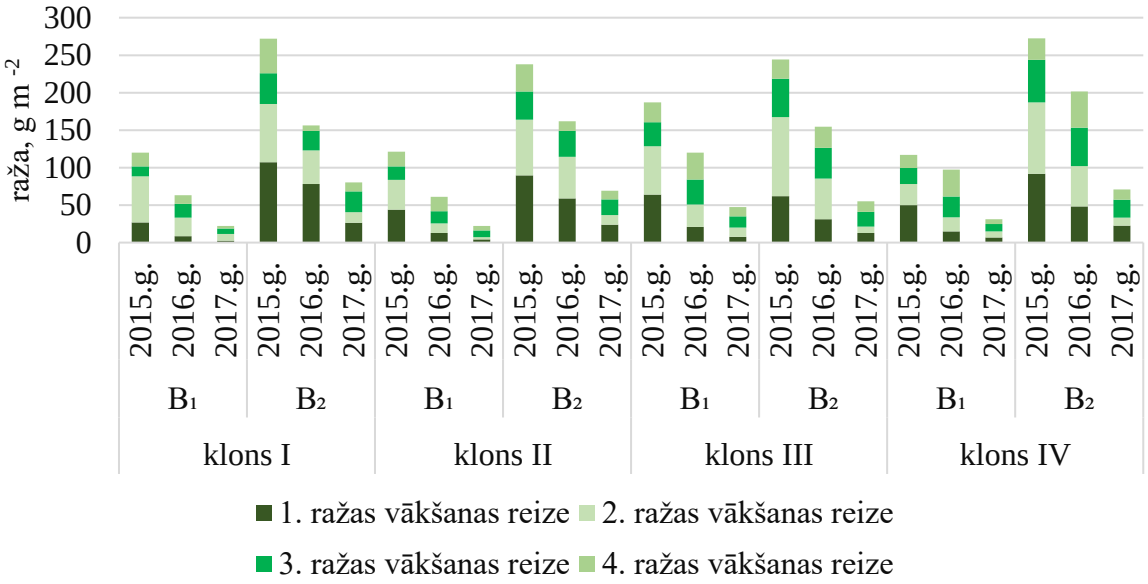
Izvērtējot visus trīs izmēģinājuma gadus kopumā, statistiski būtiska ietekme konstatēta gan mēslojumam ($p = 0.000$), gan ražas vākšanas biežumam ($p = 0.009$), tāpat arī ražas gadam ($p = 0.000$). Izanalizējot faktoru mijiedarbību, būtiska tā bija starp gada ietekmi un mēslojumu. Raža katru gadu būtiski samazinājās, turklāt, jo augstāka raža tika ievākta, jo ar katru gadu tā straujāk samazinājās. Rezultāti parāda, ka raža pakāpeniski samazinājās un lielāks ražas kritums pa gadiem bija variantā, kurā tika pielietots mēslojums. Visstraujākais kritums ražas apjomā bija 2017. gadā, kas bija pēdējais ražas vākšanas gads izmēģinājumā. Visizteiktāk tas novērojams variantā, kur raža vākta četras reizes sezonā (3.6. att.). Ražas samazinājums pa gadiem variantā bez mēslojuma bija pakāpeniski izlīdzināts. Trešajā ražas gadā bijusi arī vismazākā atšķirība starp ražu variantā bez mēslojuma un variantā ar mēslojumu. Tā kā mēslojums dots tikai pirmajā gadā pirms stādījuma ierīkošanas, pa gadiem, šī varianta potenciālā raža arī varēja samazināties, jo pa gadiem augsnē esošā organiskā viela mineralizējās, un tās saturs pakāpeniski samazinājās.

Trīs gadu periodā, konstatēta būtiska mijiedarbība arī starp tādiem faktoriem kā ražas gads un vākšanas biežums sezonā.

Straujais ražas samazinājums pa gadiem četrreizējas vākšanas variantā ir skaidrojams ar to, ka raža tika vākta ļoti intensīvi. Arī vizuāli novērtējot stādījumu, bija manāmas atšķirības. Pie tik intensīvas ražas vākšanas tik agri veģetācijas periodā pēc pāris gadiem ražu jau vairs nebūtu iespējams iegūt vai tā būtu ļoti niecīga. Audzējot nātres farmācijas nolūkos vai šķiedras ieguvei, kad tiek vākti lielāki augi, tiek minēts, ka ražu no viena stādījuma var iegūt pat 10 – 15 gadus, augstāko ražu sasniedzot otrajā un trešajā audzēšanas gadā (Radman et al., 2015). Citi autori konstatējuši, ka ekonomiski nozīmīgu ražu var iegūt 6 gadus, ar ražas maksimumu

trešajā un ceturtajā gadā (Jankauskiene, Gruzdeviene, 2015). Tiek arī minēts, ka otrajā gadā tiek iegūta vislielākā raža, bet trešajā un ceturtajā gadā tā bijusi būtiski zemāka (Upton, 2013).

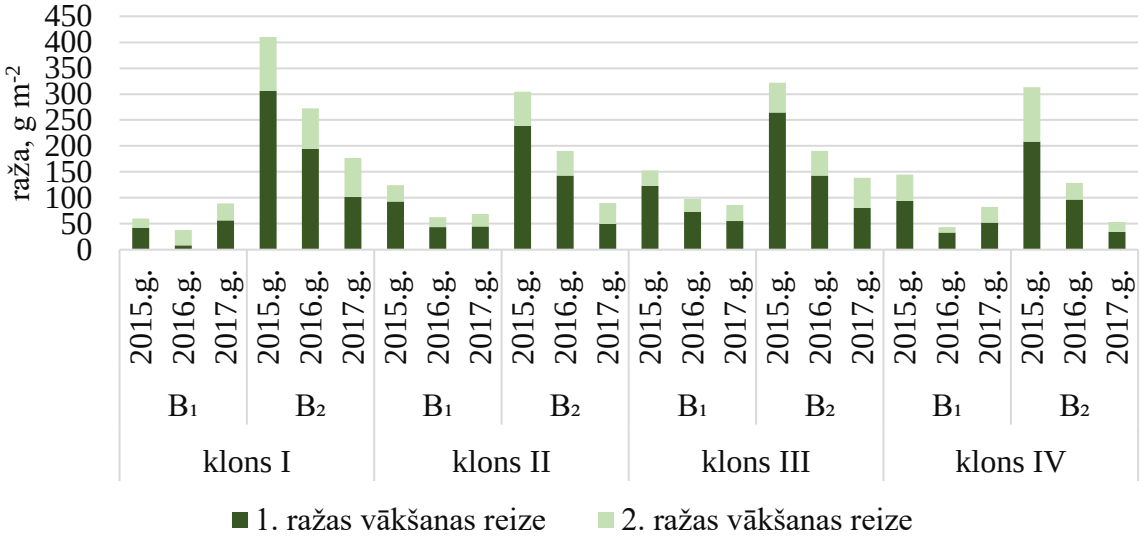
Analizējot ražas dinamiku veģetācijas perioda robežās, novērots, ka variantā, kurā raža vākta četras reizes, pirmajā ražas vākšanas gadā, augstākā raža konstatēta otrajā ražas vākšanas reizē, sastādot 29 līdz 51% no kopražas. Procentuāli līdzīga kopražas daļa iegūta arī pirmajā ražas vākšanas reizē (22–43%). Trešajā un ceturtajā ražas vākšanas reizē ražas apjoms bija līdzīgs (11–21%). Otrajā ražas gadā, atkarībā no klona, lielākā raža iegūta otrajā un trešajā ražas vākšanas reizē variantā bez mēslojuma un pirmajā vai otrajā ražas vākšanas reizē variantā, kur izmantots mēslojums. Savukārt trešajā ražas gadā atšķirības starp ražas apjomu katrā no ražas vākšanas reizēm bija vismazākās. Ražas sadalījums atsevišķās ražas ievākšanas reizēs bija samērā līdzīgs, attiecīgi pa ražas vākšanas reizēm: 11–34, 14–41, 30–41 un 15–26%. Atšķirīgs bija sadalījums pa kloniem, visbiežāk procentuāli lielākā raža bija ievākta pirmajā un trešajā ražas vākšanas reizē (3.6. att.) (2. piel. 2 tab.).



B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.6. att. **Nātru ražas sadalījums pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, vācot ražu četras reizes sezonā, g m^{-2}**

Novērtējot visu trīs gadu ražas rādītājus variantos, kur raža veģetācijas periodā vākta divas reizes, vislielākās atšķirības starp pirmo un otro ražas vākšanas reizi bija pirmajā gadā. No kopējās ražas pirmajā ražas vākšanas reizē tā sastādīja 65 līdz 82% un attiecīgi otrajā ražas vākšanas reizē tie bija 18 līdz 35%. Vislielākā atšķirības starp pirmo un otro ražas vākšanas reizi bija variantos, kur izmantots mēslojums. Otrajā gadā bija līdzīgs ražas sadalījums – pirmajā ražas vākšanas reizē ievāktas ¾ no kopējā ražas (69–75%), izņemot I klonu, variantā bez mēslojuma. Trešajā gadā vairs nebija tik liela atšķirības ražas apjomā starp abām ražas vākšanas reizēm, abās vākšanas reizēs raža ir bijusi samērā līdzīga lielākajā daļā variantu. Pirmajā ražas vākšanas reizē tā sastādīja no 55 līdz 64% no kopražas (3.7. att.) (2. piel. 1. tab.).



B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.7. att. **Nātru ražas sadalījums pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, vācot ražu divas reizes sezonā, g m^{-2}**

Kādā pētījumā Horvātijā, kur nātres ievāktas trīs reizes gada ietvaros lielākā raža iegūta trešajā ražas vākšanas reizē, kad bijis vislielākais nokrišņu daudzums. Šajā pētījumā gan nātres nav ievāktas kā lapu dārzenis, bet ziedēšanas fāzē, raža ievākta ar lieliem starplaikiem (no jūnija beigām līdz oktobra sākumam) (Radman et al., 2015).

Pieņemot, ka augšanas apstākļi ietekmē nātru biomasas veidošanos, tika aprēķināts hidrotermiskais koeficients katram ražas vākšanas periodam visos trīs izmēģinājuma gados. Secināts, ka ražu ievācot, divas reizes ir bijis pietiekams mitruma nodrošinājums. Attiecīgi arī četras reizes ievācot ražu, pirmie divi ražas vākšanas periodi bija ar pietiekamu mitruma nodrošinājumu. Nepietiekams mitrums bija 2016. un 2017. gadā pēdējā ražas vākšanas reizē (attiecīgi pa gadiem 8. un 20. jūnijs).

Ražu ietekmē ne tikai ražas ievākšanas laiks, bet arī veids, kā ierīkots kultivētais stādījums. Polijā ierīkotos izmēģinājumos pierādījies, ka augstākā raža, proporcionāli arī lapu masa, vidēji no trīs eksperimenta gadiem bija pirmajā audzēšanas gadā, ievācot ražu divas reizes sezonā – 2.6 kg m^2. Te jāpiebilst, ka stādījuma ierīkošanai izmantoti dēsti, kas no sēklām izaudzēti siltumnīcā dēstu kasetēs. Augsta raža iegūta arī, izmantojot kailsakņu dēstus, kas izaudzēti plastmasas kastēs siltumnīcā. Savukārt zemākā raža (0.7 kg m^2) iegūta izmantojot kailsakņu dēstus, kas izaudzēti atklātā laukā dobēs. Augi bija ievākti ziedēšanas fāzē. Lielākā raža iegūta otrajā ražas vākšanas reizē – ap 70% no kopējās ražas (Biesiada, Woloszczak, 2007). Šajos gadījumos gan ražu ievāca vienu vai divas reizes gadā, un bija ilgāks intervāls starp ražas vākšanas reizēm, dodot augiem iespēju paspēt uzkrāt fotosintēzes produktus pietiekošā daudzumā.

No izmēģinājuma secināts arī tas, ka, ierīkojot ražojošu nātru stādījumu, laukam ir jābūt tīram no daudzgadīgajām nezālēm, kā arī jānovērš nezāļu izplatības iespējas. Šo novērojumu izdevās veikt tādēļ, ka blakus izmēģinājuma laukam bija salīdzinoši liels vārpatas izplatības lauks. Tā kā nātres ir daudzgadīgs augs, ar zarotu, pa augsnes virskārtu ložņājošu stublāju, vārpatas ierobežošana ar gadiem kļuva neiespējama, kas arī varēja ietekmēt ražas samazinājumu. Šis apstāklis ļāva novērtēt to, ka ir svarīga pareiza stādījuma vietas izvēle un lauka sagatavošana pirms stādīšanas.

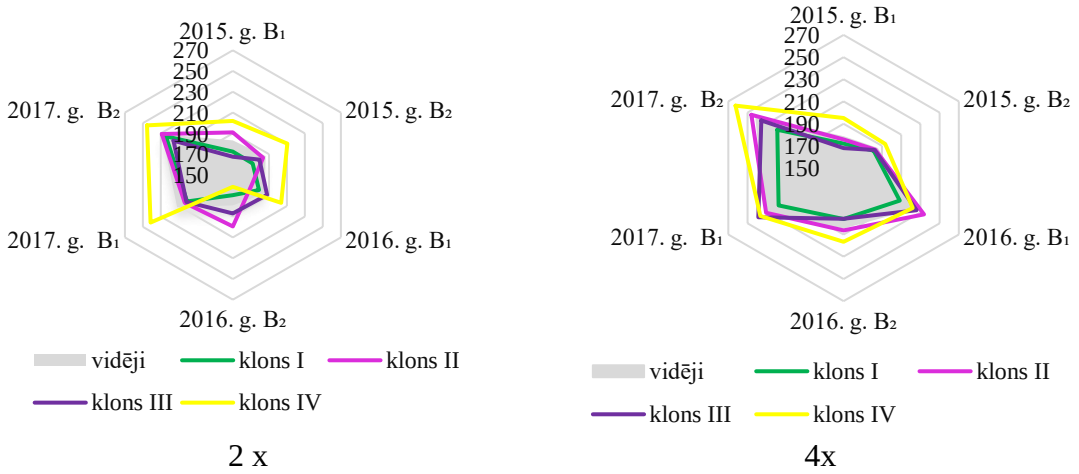
Pēc iegūtajiem rezultātiem secināms, ka pirmajos divos izmēģinājuma gados būtiska ietekme bija tikai mēslojumam, savukārt jau trešajā gadā būtiska ietekme bija visiem pētāmajiem faktoriem – arī nātru klonam un ražas vākšanas biežumam. Tas parāda to, ka katram nātru klonam ir atšķirīgs ražošanas potenciāls un atšķirīga reakcija uz apkārtējas vides un

audzēšanas apstākļiem. I klons visatsaucīgāk reaģēja uz mēslojuma nodrošinājumu. Tā kā konstatēta statistiski būtiska atšķirība starp gadiem, svarīgi ir arī meteoroloģiskie apstākļi (galvenokārt mitruma nodrošinājums), kā arī fakts, ka ar katru ražošanas gadu samazinās iegūstamais ražas apjoms. Tas vedina uz pieņēmumu, ka, jo intensīvāk tiek vākta raža, jo ātrāk beigsies stādījuma ražošanas periods. Kā hipotētisks pieņēmums, kas prasa turpmākus pētījumus, ir izvirzīts viedoklis, ka apūdeņošanas sistēmas ierīkošana varētu palielināt ražas apjomu, novērst tās periodiskumu un pagarināt stādījuma ražošanas ilgumu.

3.3. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru bioķīmisko sastāvu

Svaigo un "zaļo ēdienu" piekritēji savā uzturā izmanto arī svaigas nātres, tās tvaicē, lieto sulās vai tējās (Upton, 2013). Viens no nozīmīgākajiem nātru patēriņa un līdz ar to arī audzēšanas mērķiem ir to augstais hlorofila saturs. Komerciāli nātres pat ievāc, lai iegūtu pārtikas un medicīnas vajadzībām zaļo pārtikas krāsvielu, ko nomenklatūrā apzīmē ar – E140 (Durovič et al., 2017). Audzētājiem hlorofila saturs ļauj spriest par augu veselības stāvokli, bet patērētājiem – par augu kvalitāti un uzturvērtību. Pigmentu saturs ļauj arī spriest par vides kvalitāti. Augiem, kas auguši piesārņotā vidē, būs mazāka hlorofilu un karotinoīdu koncentrācija, izmainīta hloroplastu membrānu struktūra. Tas savukārt būtiski samazina fotosintēzes intensitāti (McQuistan et al., 2012). Hlorofilam raksturīga antimutagēna un antikarciogēna iedarbība. Pierādīts, ka zaļie lapu dārzeņi samazina resnās zarnas un ādas vēža risku (Yilmaz, Gokmen, 2016).

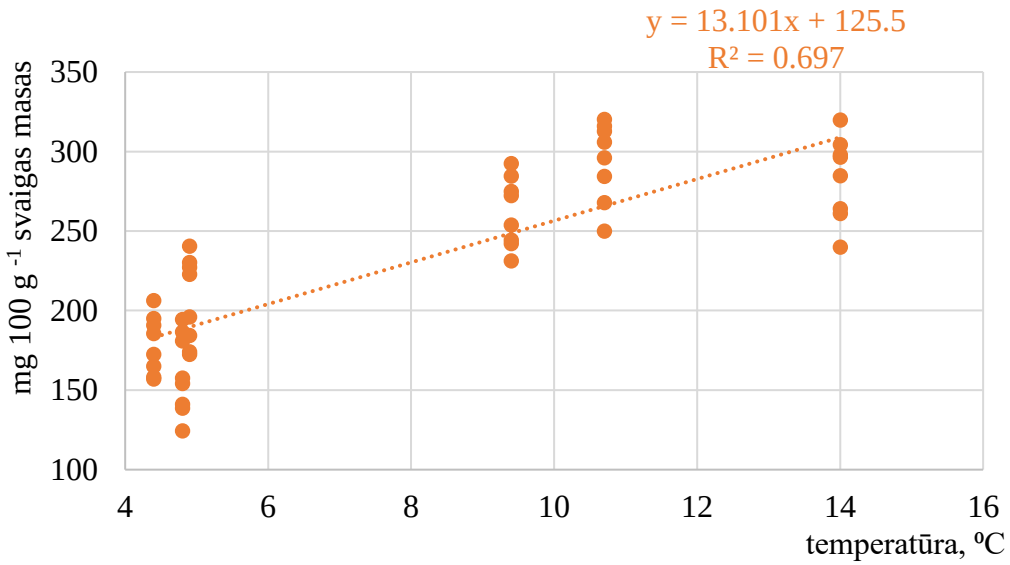
Kopumā, nosakot **hlorofila** saturu izmēģinājuma trīs gados, konstatēts, ka būtiska ietekme uz tā saturu nātru lapās ir bijusi visiem pētāmajiem faktoriem (gads, ražas vākšanas biežums, klons) ($p = 0.000$), izņemot mēslojumu ($p = 0.62$). Izvērtējot visu variantu vidējos rādītājus trīs gadu periodā, hlorofilu daudzums variēja no 162 līdz 263 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.8. att.). Ar atsevišķiem izņēmumiem, kopumā katrā nākamajā gadā hlorofila saturs ir bijis augstāks, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem. To daļēji varētu sasaistīt ar laika apstākļiem – jo sausāks gads, jo vairāk hlorofila veidojies. Mitruma trūkums varēja būt viens no iemesliem, kas radīja augos stresu, kā ietekmē hlorofils veidojies vairāk. Literatūrā tiek minēts, ka kultūraugi, vai to šķirnes, kas ir vairāk sausuma rezistentas, sausuma radīta stresa apstākļos veido tumšāk zaļas lapas, tātad lielāku hlorofila koncentrāciju (Sepehri, Golparvar, 2011). Lai gan arī tiek minēts, ka sausuma stresa apstākļos hlorofila saturs samazinās (Khayatnezhad, Gholamin, 2012). Tomēr, tā kā raža ievākta vairākas reizes veģetācijas periodā, nevar viennozīmīgi apgalvot, kurā konkrētajā gadā bija vairāk vai mazāk hlorofila, jo katrā gadā mitruma svārstības starp ražas vākšanas reizēm ir bijušas dažādas.



B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.8. att. **Hlorofila satura (mg 100 g^{-1} svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā**

Aprēķinot hidrotermisko koeficientu, laika periodos starp ražas vākšanas reizēm, reti, kad tas norādīja, ka būtu nepietiekams mitruma nodrošinājums, bet, tā kā bija reizes, kad aprīlī vācot ražu, vidējā gaisa temperatūra bija zem 10 °C, tad šiem periodiem nav iespējams aprēķināt hidrotermisko koeficientu. Tādējādi precīzākai meteoroloģisko datu analīzei novērtēta nokrišņu daudzuma un vidējās gaisa temperatūras ietekme gada ietvaros starp visām ražas vākšanas reizēm. Izvērtējot nokrišņu daudzuma ietekmi uz hlorofila saturu nātru lapās katram gadam atsevišķi, visos izmēģinājuma gados konstatēta vāja korelācija (attiecīgi pa gadiem r = 0.19, r = 0.48 un r = 0.22). Izvērtējot vidējās temperatūras ietekmi pirmajos divos gados arī konstatēta vāja korelācija (r = 0.42 un r = 0.10), bet 2017. gadā tā bija cieša (r = 0.83) un pēc veiktās regresijas analīzes iegūts determinācijas koeficients 0.69, kas norāda uz to, ka 69% gadījumu vidējā gaisa temperatūra ietekmēja hlorofila koncentrāciju nātru lapās (3.9. att.).



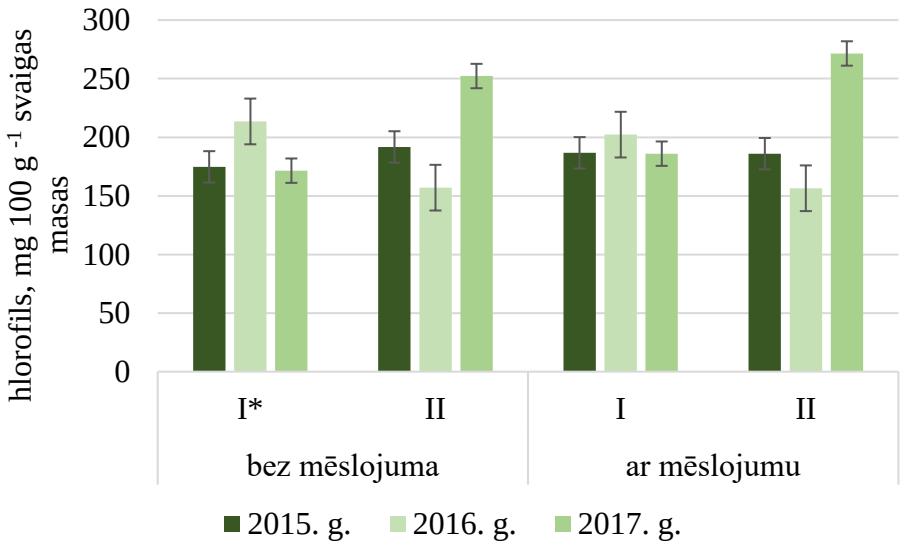
3.9. att. **Hlorofila satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras 2017. gadā**

Zemākais hlorofila saturs bija pirmajā ražas vākšana reizē abās ražas vākšanas shēmās, kad desmit dienu periodā vidējā gaisa temperatūra bija zem 5 °C. Savukārt augstākais hlorofila

saturs bija trešajā un ceturtajā ražas vākšanas reizē, kad starp ražas vākšanas reizēm, vidējā gaisa temperatūra bija attiecīgi 11 un 15 °C.

Eksperimentā ir bijušas ražas vākšanas reizes, kad variantā ar mēslojumu ir bijis augstāks hlorofila saturs, atkarībā no klona un ražas vākšanas reizes. Tomēr biežāk augstāks hlorofila saturs bija novērots variantā, kur nav pielietots mēslojums. Pa gadiem bija atšķirīga klonu reakcija uz mēslojumu. Divas reizes vācot ražu, 2015. un 2016. gadā kopumā raksturīgi, ka augstāks hlorofila saturs bija variantā, kur netika lietots mēslojums, bet 2017. gadā visiem kloniem konstatēta, viennozīmīga, tendence hlorofila saturam paaugstināties variantā, kur tika pielietots mēslojums. Analizējot ražu variantos, kur raža vākta četras reizes, vidēji no visām ražas vākšanas reizēm konstatēta atšķirīga tendence: 2015. un 2017. gadā praktiski visiem kloniem augstāks hlorofila saturs bija variantā, kur lietots mēslojums, bet 2016. gadā visiem kloniem variantos bez mēslojuma. Izanalizējot visa izmēģinājuma laikā dažādos variantos augušās nātres, konstatēts, ka vidēji augstākais hlorofila saturs bija IV klonam (218 mg 100 g^{-1} svaigas masas), bet vismazākais I klonam – 195 mg 100 g^{-1} svaigas masas.

Izvērtējot katra gada rādītājus atsevišķi, abos ražas vākšanas biežuma variantos, novērtējot mēslojuma un klona ietekmi konstatēts, ka 2015. gadā divreiz ievācot ražu mēslojumam nav bijusi būtiska ietekme ($p = 0.22$) uz hlorofila saturu nātru lapās, bet būtiskas atšķirības ($p = 0.000$) ir bijušas starp kloniem. Novērtējot atšķirības hlorofila izmaiņās atkarībā no ražas vākšanas reizēm, konstatētas nebūtiskas atšķirības ($p = 0.33$). Kopumā vidēji no visiem kloniem hlorofils variēja no 175 līdz 192 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.10. att.). Pirmajā ražas vākšanas reizē nebūtiski augstāks hlorofila saturs bija variantā ar mēslojumu, bet otrajā ražas vākšanas reizē variantā bez mēslojuma. 2016. gadā būtiska ietekme uz hlorofila saturu bija tikai mēslojumam ($p = 0.000$).



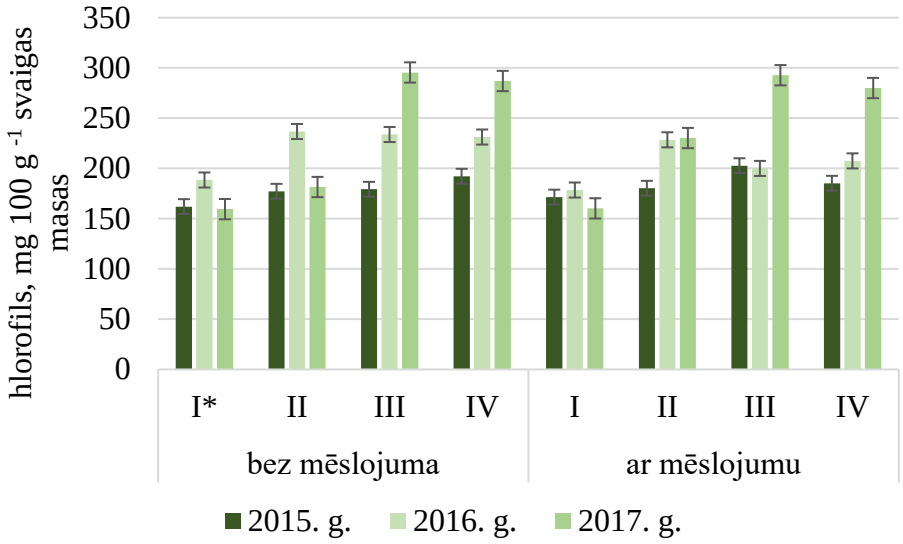
*ražas vākšanas reize

3.10. att. **Hlorofila satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

Vidēji no visiem kloniem abās ražas vākšanas reizēs nebūtiski augstāks hlorofila saturs bija variantā bez mēslojuma. Starp ražas vākšanas reizēm konstatētas būtiskas atšķirības. Pirmajā ražas vākšanas reizē, atkarībā no mēslojuma varianta, hlorofila saturs bija augstāks par 45–57 mg 100 g^{-1} svaigas masas. 2017. gadā būtiska ietekme bija mēslojumam, arī starp kloniem konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.000$). Abās ražas vākšanas reizēs augstāks hlorofila saturs konstatēts variantā ar mēslojumu. Starp ražas vākšanas reizēm bija būtiska atšķirība ($p = 0.003$). Pirmajā ražas vākšanas reizē hlorofils atkarībā no klona bija 172–186 mg, bet otrajā ražas vākšanas reizē 252–272 mg 100 g^{-1} svaigas masas. Kopumā visus trīs gadus

visās ražas vākšanas reizēs, ar pāris izņēmumiem, augstāks hlorofila saturs bija I klonam. Atšķirībām starp kloniem nebija novērota vienota tendence, kas liecinātu par hlorofila satura atšķirību atkarībā no genotipa, vācot ražu divas reizes sezonā.

Vācot ražu četras reizes, 2015. gadā būtiska ietekme bija mēslojumam (p = 0.000), un tika konstatētas būtiskas atšķirības starp kloniem (p = 0.003). Izvērtējot vidēji hlorofila saturu no visiem četriem kloniem, konstatēts, ka ar katru ražas vākšanas reizi hlorofila saturs būtiski palielinājās (p = 0.000). Pirmajās trīs ražas vākšanas reizēs augstāks hlorofila saturs bija variantos ar mēslojumu, bet ceturtajā ražas vākšanas reizē – bez mēslojuma (3.11. att.). 2016. gadā būtiska ietekme uz hlorofila saturu bija mēslojumam (p = 0.000), un arī starp ražas vākšanas reizēm konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.000). Pretēji 2015. gadam, katrā ražas vākšanas reizē novērots, ka augstāks hlorofila saturs bija variantos, kuros nav lietots mēslojums, turklāt būtiski augstāks tas bija trešajā un ceturtajā ražas vākšanas reizē. Augstākais hlorofila saturs bija otrajā ražas vākšanas reizē. Tāpat kā 2015. gadā, arī 2017. gadā būtiska ietekme uz hlorofila saturu konstatēta mēslojumam un genotipam (p = 0.000).



*ražas vākšanas reize

3.11. att. **Hlorofila satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

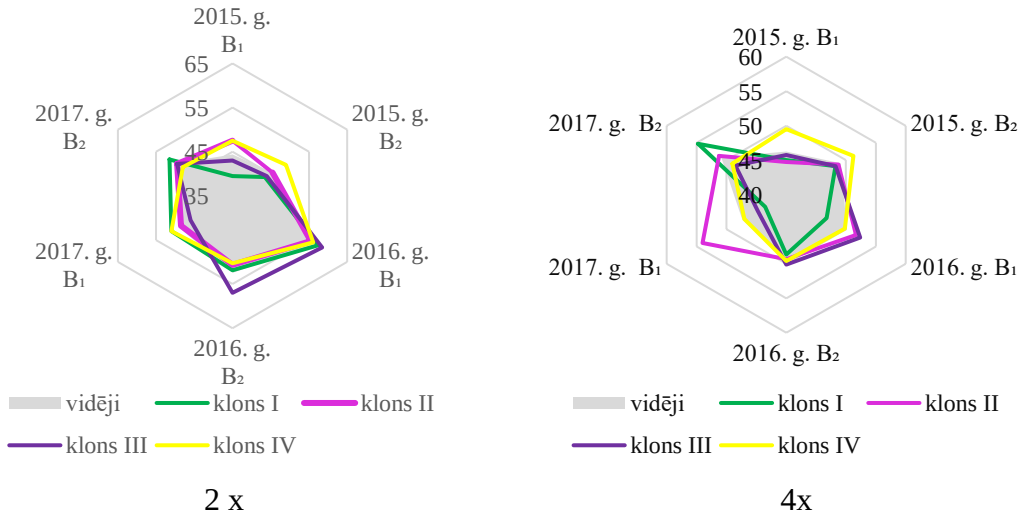
Vidēji no visiem kloniem, 2017. gadā konstatētas būtiskas atšķirības starp atsevišķām ražas vākšanas reizēm (p = 0.000), bet starp mēslojuma variantiem nebija būtiskas atšķirības katrā ražas vākšanas reizē (p = 0.05). Būtiskas atšķirības bija starp pirmajām divām ražas vākšanas reizēm abos mēslojuma variantos. Pirmajās divās ražas vākšanas reizēs nebūtiski augstāks hlorofila saturs bija variantā, kur veikta mēslošana, bet pārējās divās ražas vākšanas reizēs – variantos, kur tā netika veikta. Visu trīs gadu griezumā vismazākais hlorofila saturs bijis 2017. gadā pie pirmās ražas vākšanas reizes, kad bija visagrākā raža un attiecīgi arī zemākā vidējā gaisa temperatūra, salīdzinājumā ar abu pārējo gadu pirmajām ražas vākšanas reizēm. Nav konstatēta kopīga tendence klonu reakcijai uz ražas vākšanas laiku un mēslojuma variantiem. Visbiežāk augstākais hlorofila saturs bija IV klonam, kā arī nereti pārējiem trīs kloniem ir bijis salīdzinoši līdzīgs hlorofila daudzums (3.piel. 1. tab.).

Salīdzinot pētījumā iegūtos rezultātus ar citu autoru pētījumiem, kas veikti Latvijā, ir ļoti līdzīgi rezultāti un tendences hlorofila satura mērījumos nātrēm. Latvijā augošo ēdamo ārstniecības augu lapās pavasara sākumā augstākais hlorofilu saturs (164 mg 100 g^{-1} svaigas masas) bija jaunajās nātru lapās salīdzinājumā ar pieneņu, podagras gārsu un parasto virzu (Ozola, Augspole, Duma, 2019). Serbijā veiktos pētījumos nātru ekstraktā hlorofils bija noteikts 240 mg 100 g^{-1} (Durovič et al., 2017). Polijā novērots, ka, kultivējot nātres ar dažādām pavairošanas metodēm, nav bijusi būtiska ietekme uz hlorofila daudzumu. Pirmajā ražas

ievākšanas reizē jūnija otrajā dekādē tas variēja no 100 līdz 120 mg 100 g^{-1} svaigas masas, savukārt otrajā ražas vākšanas reizē septembra beigās hlorofils variēja no 144 līdz 149 mg 100 g^{-1} svaigas masas (Biesiada, Woloszczak, 2007). Hlorofilu saturs var atšķirties ne tikai atkarībā no auga sugas, šķirnes, kultivēšanas metodes, ražošanas mērķa, vides faktoriem (gaisma, temperatūra, augsnes īpašības) (Ozola, Augspole, Duma, 2019), bet arī no analīzēs izmantotā šķīdinātāja. Ir pierādījies, ka vislabāk hlorofili šķīst spirtā (Durovič et al., 2017) – šķīdinātājā, kas arī tika izmantots veiktajā pētījumā.

Hlorofila saturs nātru lapās pa gadiem palielinājās. Vidēji 2015. un 2017. gadā nebūtiski augstāks hlorofila saturs bija variantā ar mēslojumu, bet 2016. gadā – bez mēslojuma. Visus trīs gadus konstatētas būtiskas atšķirības hlorofila saturam nātru lapās atkarībā no ražas vākšanas reizes, vācot ražu divas un četras reizes (izņemot 2015. gadā ražu, vācot divas reizes). Iegūtie rezultāti vedina uz pieņēmu, ka vairāk hlorofila veidojās stresa apstākļos, ko vislabāk parādīja 2017. gads, kad bija vismazāk nokrišņu un zemākā vidējā gaisa temperatūra. Kopumā augstākais hlorofila saturs bija IV klonam.

Tāpat kā hlorofilam, arī **karotinoīdiem** ir nozīmīga loma augu dzīvē (Durovič et al., 2017). Pēdējos gados arvien biežāk novērojamas klimata izmaiņas, jo īpaši izteikti vērojami ilgstoši sausuma periodi. Karotinoīdi ir svarīgi augu pigmenti, kuriem ir svarīga loma un spēja palīdzēt augiem pārciest sausuma radīto stresu (Rahbarian et al., 2011). Arī cilvēku veselībai karotinoīdi ir nozīmīgi bioloģiski aktīvi savienojumi: kā provitamīns A tie labvēlīgi iedarbojas uz acu veselību, smadzeņu darbību, sirds veselību, ādas aizsardzībai no ultravioleto staru ietekmes (Eggersdorfer, Wyss, 2018). Kopumā, izmēģinājuma trīs gados analizējot karotinoīdu saturu konstatēts, ka būtiska ietekme bija tādiem faktoriem kā gads un ražas vākšanas biežums ($p = 0.000$), bet klonam un mēslojumam nebija būtiska ietekme uz karotinoīdu saturu augos. Izvērtējot visu variantu vidējos rādītājus, karotinoīdu daudzums variēja no 40 līdz 58 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.12. att.), kas kopumā sakrīt ar citu pētnieku publicētajiem datiem, kur arī konstatēti līdzīgi rezultāti, ka svaigas nātru lapas satur 50 mg 100 g^{-1} karotinoīdu (Skalozubova, Reshetova, 2013). Iegūtie rezultāti neuzrāda skaidri izteiktu tendenci karotinoīdu satura izmaiņām nātru augos starp pētītajiem variantiem. Bija kloni, kuriem augstāks karotinoīdu saturs bija variantā bez mēslojuma un bija arī kloni, kuriem augstāks karotinoīdu saturs bija variantos ar mēslojumu.

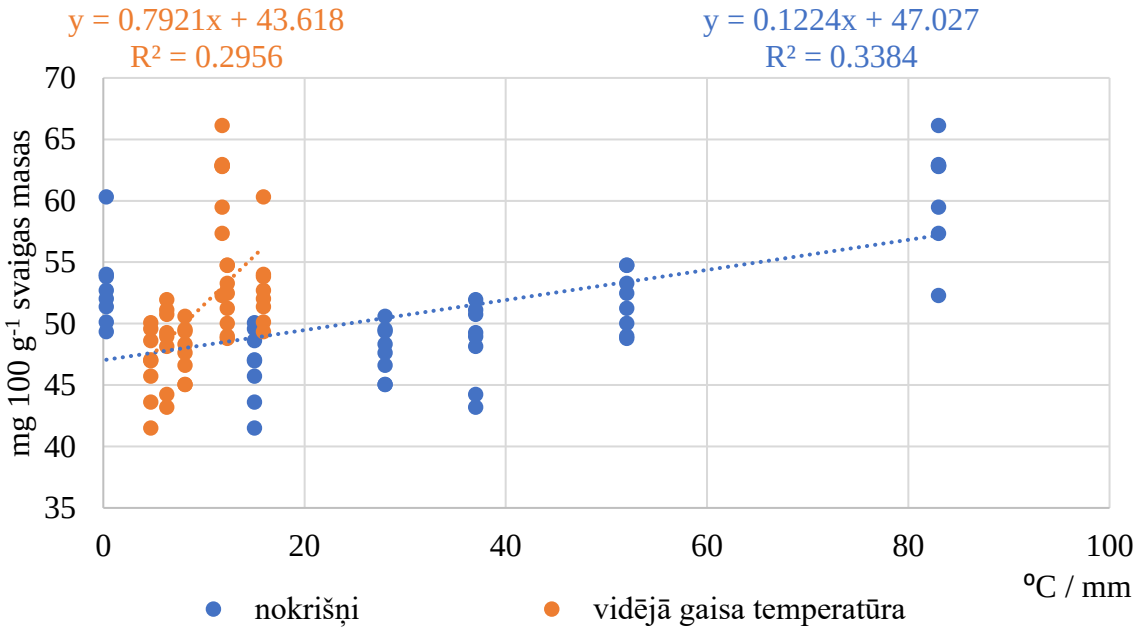


B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.12. att. **Karotinoīdu satura (mg 100 g^{-1} svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā**

Novērtējot atšķirības karotinoīdu izmaiņās atkarībā no ražas vākšanas reižu skaita un gada ietekmes, klonu reakcija bijusi dažāda. Divas reizes vācot ražu, augstākais karotinoīdu

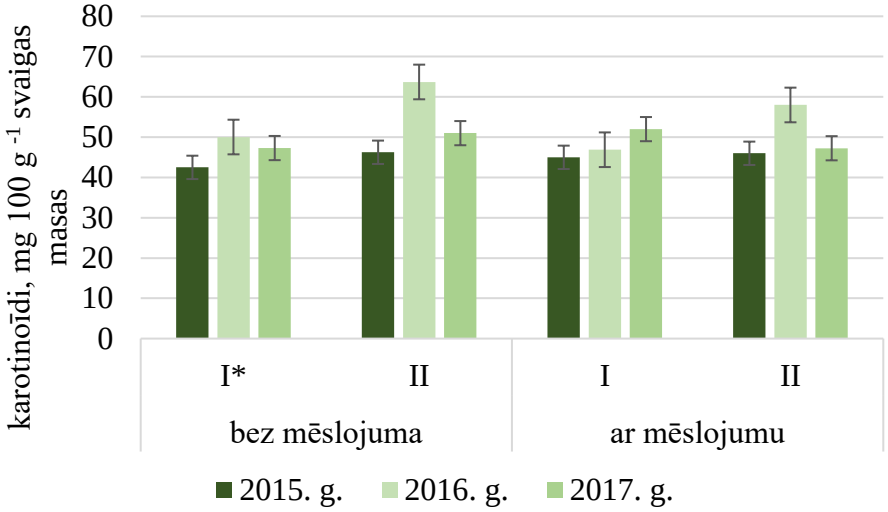
saturs bija 2016. gadā, bet, vācot ražu četras reizes, atkarībā no klona un mēslojuma, augstāks hlorofila saturs bija 2016. vai 2017. gadā. 2015. un 2017. gadā konstatēta vāja nokrišņu un vidējās gaisa temperatūras korelācija ar karotinoīdu saturu augos, savukārt 2016. gadā gan nokrišņiem (r = 0.58), gan vidējai gaisa temperatūrai (r = 0.54) konstatēta vidēji cieša korelācija ar karotinoīdu saturu. Pēc veiktās regresijas analīzes iegūts determinācijas koeficients 0.30, kas norāda uz to, ka 30 % gadījumu gan vidējā gaisa temperatūra, gan nokrišņu daudzums ietekmēja karotinoīdu saturu nātru lapās (3.13. att).



3.13.att. **Karotinoīdu satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma 2016. gadā**

Zemāks karotinoīdu saturs bija pirmajās ražas vākšana reizēs, kad desmit dienu periodā vidējā gaisa temperatūra bija zem 5 °C. Attiecīgi augstāks karotinoīdu saturs nātru lapās noteikts pēdējās ražas vākšanas reizēs, kad starp ražas vākšanas reizēm vidējā gaisa temperatūra bija virs 10 °C. Līdzīga tendence novērota arī nokrišņu ietekmē – jo zemāks bija nokrišņu daudzums starp ražas vākšanas reizēm, jo zemāks karotinoīdu saturs nātru lapās. Tomēr šāda tendence nebija vērojama gadījumā, kad nokrišņi bija vien 0.3 mm – tad arī nātru lapās bija salīdzinoši augsts karotinoīdu saturs, kas apstiprina pieņēmumu, ka stresa apstākļos augos veidojas vairāk bioloģiski aktīvo savienojumu.

Izvērtējot katra gada karotinoīdu rādītājus atsevišķi abos ražas vākšanas variantos, ņemot vērā mēslojuma un klona ietekmi, novērots, ka 2015. gadā divreiz ievācot ražu mēslojumam nav bijusi būtiska ietekme uz karotinoīdu saturu nātru lapās (p = 0.27), bet klonam ir bijusi būtiska ietekme (p = 0.009). Būtiskas atšķirības nebija arī konstatētas starp ražas vākšanas reizēm (p = 0.21) (3.14. att.).

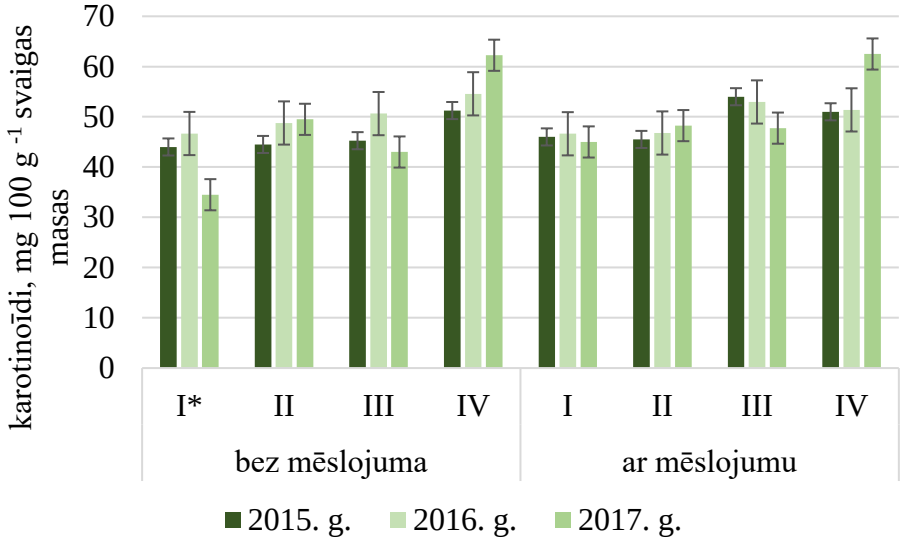


*ražas vākšanas reize

3.14. **att. Karotinoīdu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

Novērtējot vidēji no visiem kloniem, otrajā ražas vākšanas reizē bija nebūtiski augstāks karotinoīdu saturs salīdzinājumā ar pirmo ražas vākšanas reizi. Starp mēslojuma variantiem atšķirības arī bija nebūtiskas. 2016. gadā būtiska ietekme uz karotinoīdu saturu bija tikai mēslojumam ($p = 0.000$), bet, vērtējot atšķirības starp ražas vākšanas reizēm, netika konstatētas būtiskas atšķirības starp mēslojuma variantiem. Konstatēta tendence, ka nebūtiski augstāks karotinoīdu saturs bija variantā bez mēslojuma. Būtiski augstāks karotinoīdu saturs bija otrajā ražas vākšanas reizē. Izvērtējot 2017. gadu, būtiska ietekme nebija ne mēslojumam, ne klonam. Arī izvērtējot atšķirības starp mēslojumu un ražas vākšanas reizēm, būtiskas atšķirības netika konstatētas. Šajā gadā nebija vērojams augstāks karotinoīdu saturs nātru lapās.

Savukārt, vācot ražu četras reizes, 2015. gadā bija konstatēta būtiska mēslojuma ietekme uz karotinoīdu saturu ($p = 0.000$), un bija konstatētas būtiskas atšķirības starp kloniem ($p = 0.001$). Arī starp atsevišķām ražas vākšanas reizēm bija konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.000$) (3.15. att.). Starp mēslojuma variantiem būtiskas atšķirības vērojamas tikai trešajā ražas vākšanas reizē. Pirmajās trīs ražas vākšanas reizēs augstāks karotinoīdu saturs bija variantos, kur lietots mēslojums, bet ceturtajā ražas vākšanas reizē to daudzums vidēji visiem kloniem ir bijis vienāds. 2016. gadā ne starp kloniem, ne mēslojuma variantiem nav bijusi būtiska atšķirība. Nav arī novērota būtiska atšķirība starp variantiem karotinoīdu saturā, kā arī atšķirības starp ražas vākšanas reizēm bija nebūtiskas ($p = 0.12$). 2017. gadā konstatēta būtiska ietekme mēslojumam ($p = 0.000$). Variantā bez mēslojuma starp visām ražas vākšanas reizēm bija vērojamas būtiskas atšķirības. Savukārt variantā ar mēslojumu būtiski augstāks karotinoīdu saturs bija tikai ceturtajā ražas vākšanas reizē. Kopumā, visus gadus, ar atsevišķiem izņēmumiem, konstatēta tendence karotinoīdu saturam palielināties katrā nākamajā ražas vākšanas reizē (3. piel. 2 tab.).



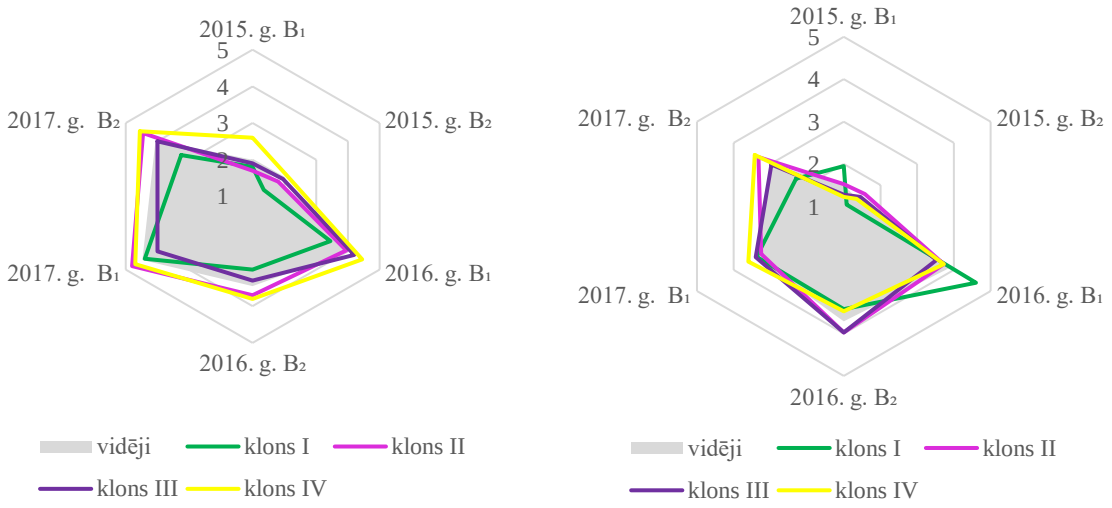
*ražas vākšanas reize

3.15. att. **Karotinoīdu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

Karotinoīdu saturu, tāpat kā citus bioloģiski aktīvos savienojumus augļos, dārzeņos un augos ietekmē šķirne, vides un agronomiskie faktori, tai skaitā arī nogatavošanās pakāpe (Marchetti et al., 2018). Citu zinātnieku veiktos pētījumos minēts, ka kopējie karotinoīdi palielinās, pieaugot auga vecumam (Guil-Guerrero, Rebolloso-Fuentes, Torija-Isasa, 2003). To apstiprina arī veiktā pētījuma iegūtie rezultāti, kur karotinoīdu saturs nātru lapās palielinājās ar katru nākamo ražas vākšanas reizi. Tādu pašu tendenci konstatēja arī citā pētījumā, kur, nosakot karotinoīdu saturu nātru lapās, četrās dažādās augu attīstības fāzēs (veģetatīvā, ziedēšanas, sēklu veidošanās un novecošanās fāze), augstākais tas bija ziedēšanas laikā (Marchetti et al., 2018). Tomēr citi pētnieki ir saskārušies ar pretēju novērojumu, ka augstākais karotinoīdu saturs bija jaunu augu paraugos (20 mg 100 g^{-1} sausas masas) salīdzinājumā ar vairākus mēnešus vēlāk ievāktiem paraugiem (2.5 mg 100 g^{-1} sausas masas) (Upton, 2013). Rezultātu atšķirība noteikti būtu skaidrojama ar izmantoto analizēšanas metodi un apstākļiem, kādos nātres augušas.

Augstākais karotinoīdu saturs nātru lapās bija otrajā izmēģinājuma gadā. Nebūtiski augstāks karotinoīdu saturs vidēji bija 2015. un 2017. gadā variantā ar mēslojumu, bet 2016. gadā – variantā bez mēslojuma. 2015. un 2017. gadā starp atsevišķām ražas vākšanas reizēm un mēslojumu bija būtiskas atšķirības variantā, kur raža tika vākta četras reizes. Vidēji no visiem variantiem nebūtiski augstāks karotinoīdu saturs bija II un IV klonam.

Antociāni ir lielākā fenolu pigmentu grupa un vissvarīgākā ūdenī šķīstošo pigmentu grupa, kas nosaka augu sarkanās, purpursarkanās un zilās nokrāsas, un sastopama daudzos dārzaugos (Martin et al., 2017), daļa augu augstā antociānu satura dēļ tiek uzskatīti par funkcionālu pārtiku (Biesiada, Tomczak, 2012). Antociāniem izmantošana pārtikā profilaktiski palīdz pret sirds-asinsvadu slimībām, vēzi, redzes uzlabošanā u.c., jo tiem raksturīga augsta antioksidatīvā iedarbība (Ramos et al., 2014). Kopumā izmēģinājuma trīs gados, analizējot antociānu saturu nātru lapās, konstatēts, ka būtiska ietekme uz to bija visiem pētāmajiem faktoriem ($p = 0.000$). Izanalizējot visu variantu vidējos rādītājus, antociānu daudzums variēja no 0.6 līdz 4.3 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.16. att.).

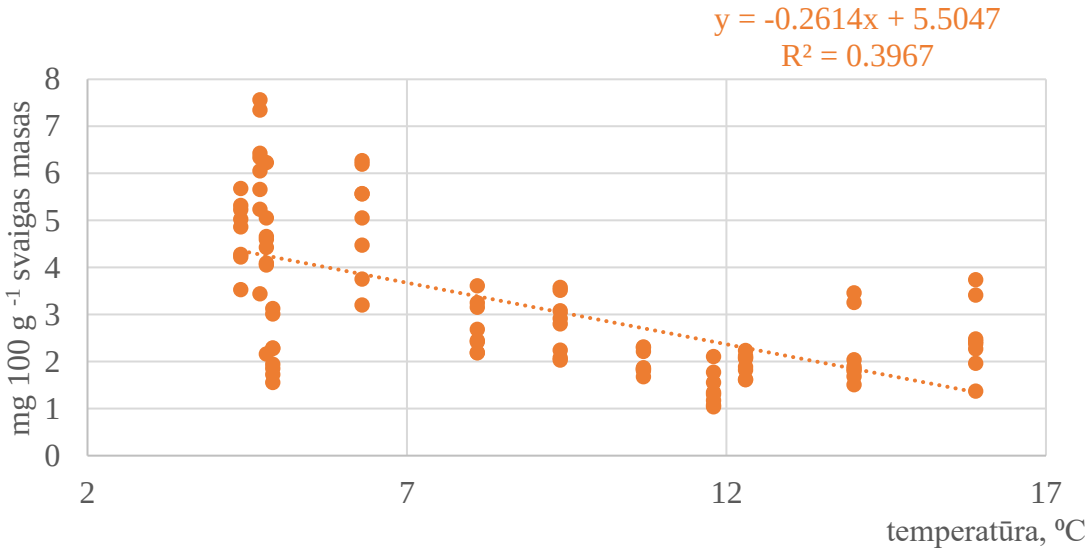


2 x 4x

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.16. att. **Antociānu satura (mg 100 g^{-1} svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā**

Salīdzinot antociānu satura atšķirības pa gadiem konstatēts, ka vismazāk antociānu bija 2015. gadā pie abām ražas vākšanas shēmām (0.6–2.1 mg 100 g^{-1} svaigas masas). Šajā gadā konstatēta vāja korelācija antociānu satura izmaiņām atkarībā no nokrišņu daudzuma, un vidējās gaisa temperatūras. Atkarībā no klona augstāks antociānu saturs konstatēs 2016. un 2017. gadā – attiecīgi pie abām ražas vākšanas reizēm (1.8–4.3 mg 100 g^{-1} svaigas masas). Abus gadus konstatēta negatīva vidēji cieši korelācija antociānu satura izmaiņām atkarībā no vidējās gaisa temperatūras (r = -0.73 un r = -0.58), kas parādīja, to, ka, palielinoties vidējai gaisa temperatūrai, samazinājās antociānu saturs nātru lapās. Pēc veiktās regresijas analīzes abos gados iegūtais determinācijas koeficients bija 0.54 un 0.34, kas norādīja uz to, ka 2016. gadā 54 % gadījumu un 2017. gadā 34% gadījumu vidējā gaisa temperatūra ietekmēja antociānu saturu nātru lapās. Atspoguļojot šo abu gadu rezultātus kopā, determinācijas koeficients bija 0.39 (3.17. att.).

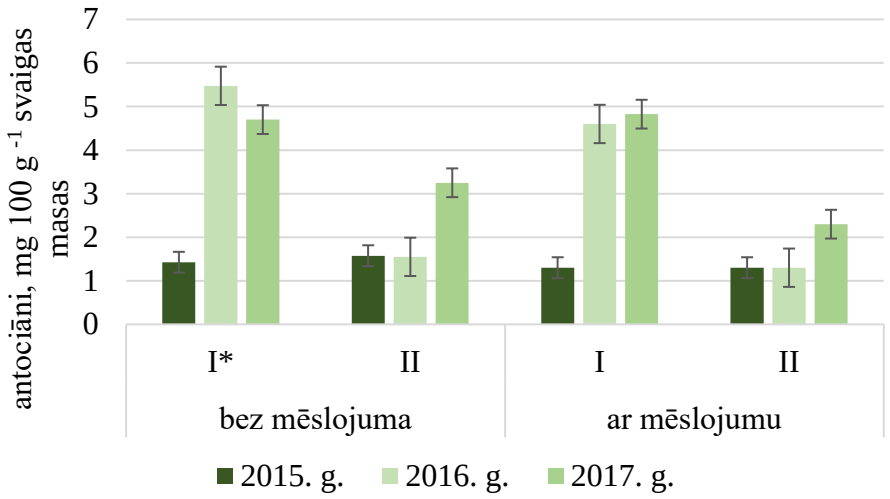


3.17. att. **Antociānu satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras 2016. un 2017. gadā**

Novērojama tendence antociāniem vairāk akumulēties stresa apstākļos pie zemas vidējās gaisa temperatūras. 2017. gadā atsevišķiem kloniem pēdējās ražas vākšanas reizēs, pie paaugstinātas temperatūras antociāni veidojās vairāk, kas būtu saistāms ar katra konkrētā klona ģenētiskajām īpašībām.

Antociānu vairāk ir jaunajos nātru dzinumos, un ar laiku krāsojuma intensitāte samazinās. Novērtējot klonu atšķirības antociānu satura ziņā, augstākais rādītājs (4.3 mg 100 g^{-1} svaigas masas) bija II klonam, ražu vācot divas reizes sezonā, variantā, kur nav lietots mēslojums, bet zemākais (0.6 mg 100 g^{-1} svaigas masas) – I klonam 2015. gadā ražu vācot četras reizes sezonā, variantā, kur tika lietots mēslojums. Starp kloniem bija vērojamas atšķirības antociānu satura ziņā atkarībā no mēslojuma varianta, bet kopumā augstāks antociānu saturs bija variantā, kur netika lietots mēslojums.

Izvērtējot katra gada antociānu rādītājus atsevišķi, pie abām ražas vākšanas shēmām, novērtējot mēslojuma un klona ietekmi, novērots, ka 2015. gadā divreiz ievācot ražu mēslojumam nav bijusi būtiska ietekme ($p = 0.35$), bet starp kloniem bija būtiskas atšķirības ($p = 0.002$). Abās ražas vākšanas reizēs abos mēslojuma variantos augstāks antociānu saturs bija IV klonam (1.5–2.4 mg 100 g^{-1} svaigas masas). Vidēji no visiem kloniem abās ražas vākšanas reizēs novērots, ka nebūtiski augstāks antociānu saturs bija variantā bez mēslošanas (3.18. att.). Turpretim 2016. gadā mēslojumam bija būtiska ietekme ($p = 0.000$), bet savukārt starp kloniem nebija būtiskas atšķirības ($p = 0.053$). Izvērtējot atšķirības starp ražas vākšanas reizēm un mēslojumu, konstatēts, ka atsevišķās ražas vākšanas reizēm starp mēslojuma variantiem nebija būtiskas atšķirības ($p = 0.072$), bet starp ražas vākšanas reizēm bija būtiskas atšķirības. Saglabājās tā pati tendence, ka nebūtiski augstāks antociānu saturs bija variantā, kur nav lietots mēslojums. Būtiski augstāks antociānu saturs bija pirmajā ražas vākšanas reizē. 2017. gadā situācija bija tāda pati kā 2016. gadā, ka būtiski augstāks karotinoīdu saturs bija pirmajā ražas vākšanas reizē un starp mēslojuma variantiem nebija konstatētas būtiskas atšķirības.

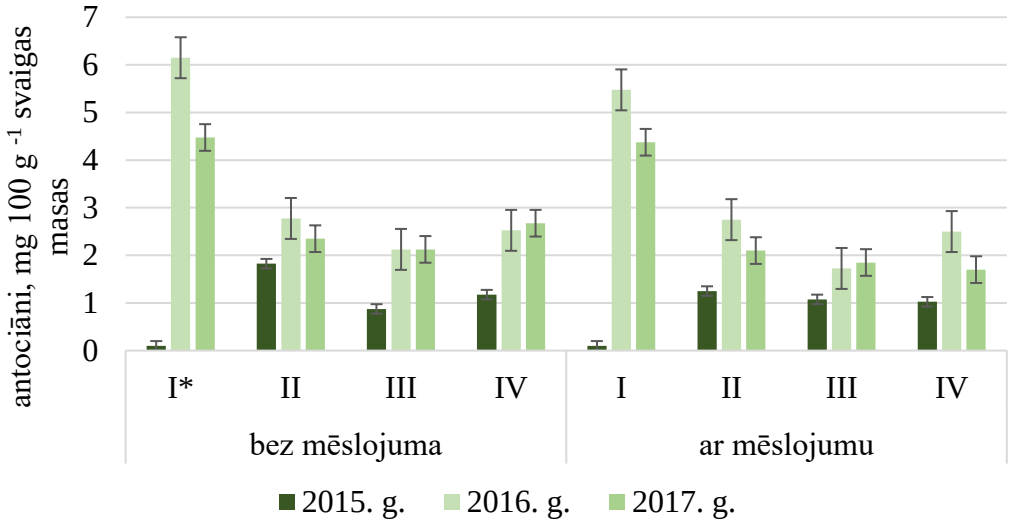


*ražas vākšanas reize

3.18. att. **Antociānu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

2015. gadā ražu vācot četras reizes, būtiska ietekme uz antociānu saturu nātru lapās konstatēta gan mēslojumam ($p = 0.000$), gan arī starp kloniem bija būtiskas atšķirības ($p = 0.002$). Nav konstatētas kopīgas iezīmes kādam konkrētam klonam pa visām ražas vākšanas reizēm. Tomēr, izvērtējot atšķirības starp atsevišķām ražas vākšanas reizēm, starp mēslojuma variantiem nebija būtiskas atšķirības ($p = 0.153$) (3.19. att.). Vidēji no visiem kloniem atkarībā no ražas vākšanas reizes ir reizes, kad antociānu saturs augstāks bija variantā bez mēslojuma un ir reizes, kad augstāks tas bija variantā ar mēslojumu.Atšķirības starp ražas

vākšanas reizēm būtiskas bija pirmajā un otrajā ražas vākšanas reizē. 2016. gadā būtiska ietekme (p = 0.000) bija tikai mēslojumam, bet starp kloniem nebija vērojamas būtiskas atšķirības (p = 0.26). Vidēji visiem kloniem augstāks antociānu saturs bija visās ražas vākšanas reizēs variantā, kur netika veikta mēslošana. Šī pati tendence konstatēta arī 2017. gadā, kad būtiskas atšķirības bija konstatētas gan starp kloniem, gan mēslojuma variantiem (p = 0.000). Savukārt, izvērtējot atšķirības starp ražas vākšanas reizēm 2016. gadā, tās bija nebūtiskas starp mēslojuma variantiem (p = 0.41), bet bija būtiskas starp ražas vākšanas reizēm (p = 0.000). Toties 2017. gadā konstatētas būtiskas atšķirības starp atsevišķām ražas vākšanas reizēm (p = 0.000) un arī mēslojuma variantiem (p = 0.009). Vislielākās atšķirības konstatētas pirmajās ražas vākšanas reizēs, pa atsevišķiem kloniem antociānu saturam variējot no 3.4 līdz 7.6 mg 2016. gadā un no 2.2 līdz 6.2 mg 100 g^{-1} svaigas masas 2017. gadā.



*ražas vākšanas reize

3.19. att. **Antociānu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

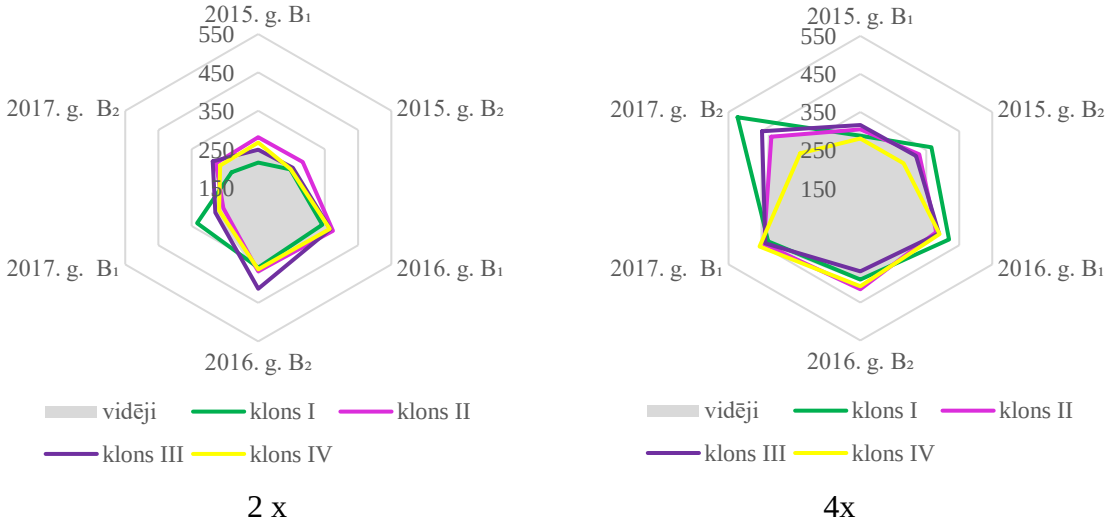
Kopumā salīdzinot antociānu daudzuma pa atsevišķām ražas vākšanas reizēm, ar atsevišķiem izņēmumiem, konstatēts, ka antociānu saturs samazinās ar katru ražas vākšanas reizi (3. piel. 3 tab.). Tas bija labi novērojams, vizuāli nātru stādījumā, kad agrā pavasarī bija visizteiktākā zilganā nokrāsa lapu krāsojumā, jo īpaši kloniem, kuriem ir izteiktāks šis pigments (visizteiktāk tas bija II klonam) (3.20. att.), bet, pamazām tuvojoties veģetācijas perioda beigām, augi zaudēja zilo nokrāsu.

3.20. att. **Nātru raža pirmajā ražas vākšanas reizē** (autores foto)

Arī antociānu saturu ietekmē dažādi faktori. Citu zinātnieku pētījumos ar baziliku šķirnēm, kurām raksturīgs sarkans lapu krāsojums, novērots, ka antociānu saturu būtiski ietekmēja gan šķirne, gan ražas vākšanas laiks. Pētījumā baziliki tika ievākti 9., 16., 23., 35. un 49. dienā pēc uzdīgšanas. Kopumā bija konstatēta tendence, ka antociānu saturs pakāpeniski palielinājās līdz 35. dienai, un pēdējā analizēšanas reizē (49 dienas pēc uzdīgšanas) samazinājās, sasniedzot līdzīgi tādu pašu līmeni, kā bija 16. un 23. dienā pēc uzdīgšanas, atkarībā no šķirnes. Vidēji visos variantos to saturs variēja no 2.1 līdz 9.7 mg g^{-1} sausas masas (McCance, et al., 2016). Kādā citā pētījumā ar astoņām sarkano baziliku šķirnēm antociānu saturs variēja vidēji no 12 līdz 19 mg 100 g^{-1} svaigas masas, analizēšana tika veikta 8., 30., 60., 80. un 110. dienā pēc uzdīgšanas. Visvairāk to bija tieši pirms augu uzziedēšanas (Phippen, Simon, 1998). Jordānijā izpētot desmit savvaļas augus novērots būtiski atšķirīgs antociānu saturs, no 18 mg (*Gundelia tournefortii* L.) līdz 100 mg 100 g^{-1} sausas masas (*Rumex acetosella* L.) (Ereifej et al., 2015).

Kopumā antociānu saturs vidēji visiem variantiem 2016. gadā, bija nebūtiski augstāks salīdzinājumā ar 2017. gadu, bet būtiski augstāks salīdzinājumā ar 2015. gadu. Visus gadus augstāks antociānu saturs bija variantā bez mēslojuma. Visus gadus starp atsevišķām ražas vākšanas reizēm abos ražas vākšanas biežumos antociānu saturs pazeminājās ar katru ražas vākšanas reizi. Augstāks antociānu saturs vidēji bija II un IV klonam.

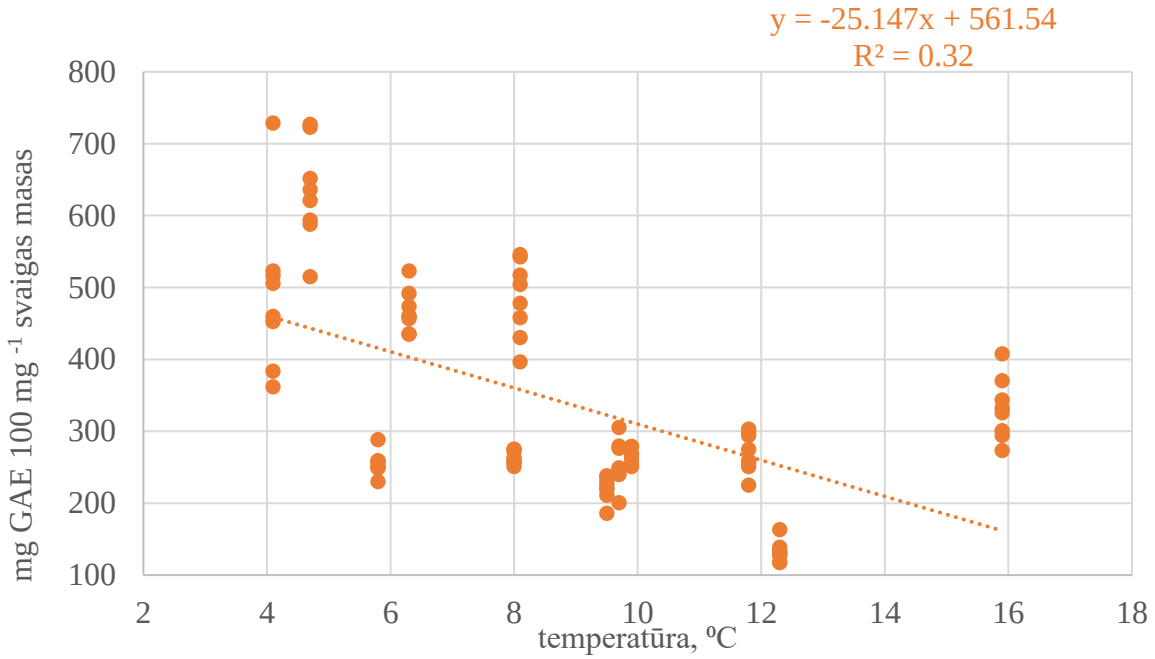
Līdzīgi kā citu bioķīmisko savienojumus arī, **fenolu** saturu augos ietekmē dažādi apstākļi, kā, piemēram, audzēšanas reģiona klimats, meteoroloģiskie apstākļi, augu attīstības fāze, ražas novākšanas laiks, uzglabāšana, pārstrāde (Marrelli et al., 2012; Flavonoids in Health and Disease, 2003). Polifenolu savienojumi darbojas kā antioksidants, raksturīga pretmutagēniska iedarbība, profilaktiski darbojas pret sirds un asinsvadu slimībām (Ozcan et al., 2014). Izmēģinājuma trīs gados, analizējot fenolu saturu konstatēts, ka būtiska ietekme bija visiem pētāmajiem faktoriem ($p = 0.000$), izņemot mēslojumu ($p = 0.59$). Izvērtējot visu variantu vidējos rādītājus atsevišķi pa kloniem, fenolu daudzums variēja no 216 līdz 523 mg galusskābes ekvivalenta (GAE) 100 g^{-1} svaigas masas (3.21. att.). Fenolu daudzums dārzeņos ļoti mainās atkarībā no sugas. Salīdzinājumā ar citiem tradicionāli pārtikā lietotiem dārzeņiem, nātrēs fenolu daudzums ir ļoti augsts. Kādā pētījumā no izvēlētajiem dārzeņiem konstatēts, ka augstākais fenolu saturs bijis brokoļos 128 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas. Savukārt zemākais – salātu paraugā (14 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas). Sīpolos, piemēram, noteikts 88 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas, tomātos – 30, spinātos – 72, pupiņās – 32 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas (Marrelli et al., 2012; Flavonoids in Health and Disease, 2003).



B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.21. att. **Fenolu satura (mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā**

Ar atsevišķiem izņēmumiem un atkarībā no klona, kopumā konstatēts, ka augstāks fenolu saturs bija variantā, kur iestrādāts mēslojums, pie abām ražas vākšanas shēmām. IV klonam bija raksturīgs augstāks fenolu saturs atsevišķos gadījumos variantā bez mēslojuma. Vācot ražu divas reizes, izteiktāk novērojams augstāks fenolu saturs 2016. gadā, bet, vācot ražu četras reizes, augstāks fenolu saturs vidēji bijis 2017. gadā. Salīdzinot fenola saturu starp kloniem, augstākais tas bijis I klonam (523 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas) 2017. gadā ražu vācot četras reizes, variantā, kur veikta mēslošana, bet vismazāk I klonam (216 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas) 2015. gadā, ražu vācot divas reizes, variantā, kur nav veikta mēslošana. Savukārt, salīdzinot fenola saturu starp gadiem, zemākais tas bija pirmajā eksperimenta gadā. 2015. un 2016. gadā konstatēta vidēji cieša negatīva korelācija, fenola saturs samazinājās pieaugot vidējai gaisa temperatūrai (r = -0.69 un r = -0.75). Pēc veiktās regresijas analīzes abos gados iegūtais determinācijas koeficients ir 0.48 un 0.57, kas norāda uz to, ka 2015. gadā 48% gadījumu un 2016. gadā 57% gadījumu vidējā gaisa temperatūra ietekmēja fenolu saturu nātru lapās. Savukārt izvērtējot abus gadus kopā determinācijas koeficients bija 0.32 (3.22. att.).



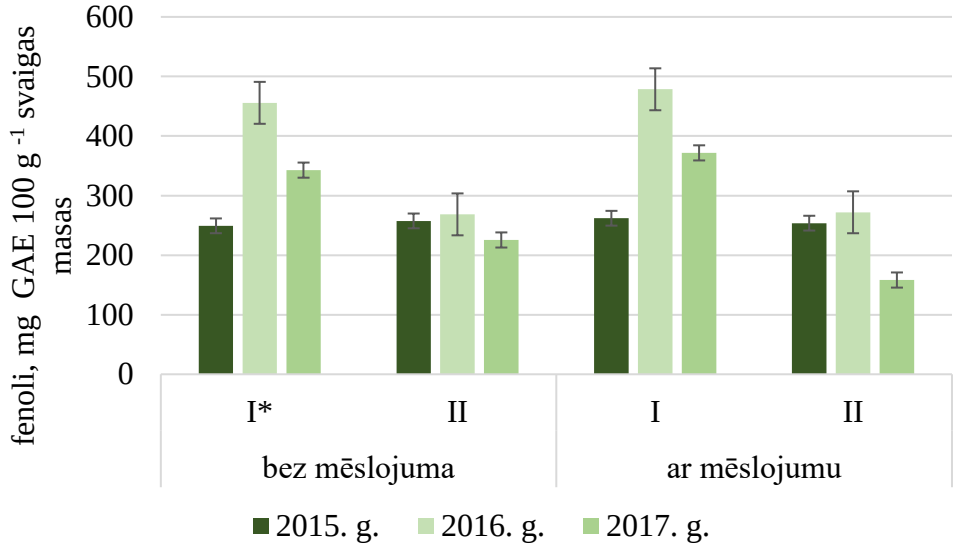
3.22. att. **Fenolu satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras 2015. un 2016. gadā**

Labi vērojama tendence, ka pirmajās ražas vākšanas reizēs nātru lapās bija augstāks fenolu saturs. Starp kloniem un mēslojuma variantiem ir samērā liela izkliede, kas norāda uz to, ka fenolu saturu ietekmē arī katra klona ģenētiskās īpašības. Līdzīgi kā antociāniem, arī fenoliem vērojams, ka pēdējā ražas vākšanas reizē, kas bija jūnijā sākumā (15.7 °C), tie veidojās vairāk nekā ražas vākšanas periodos, kad temperatūra bija 10–12 grādu robežās.

Arī citu zinātnieku veiktajos pētījumos fenolu saturs nātrēs ir konstatēts ievērojami augstāks salīdzinājumā ar citiem savvaļas un ārstniecības augiem. Piemēram, pētījumā par fenolu saturu dažādos Latvijā augošos ārstniecības augos, kopējo fenolu saturs svaigos augu paraugos noteikts no 510 mg GAE 100 g^{-1} (ārstniecības pienene) līdz 743 mg GAE 100 g^{-1} (lielā nātre) (Augspole et al., 2017). Arī citu valstu pētījumos novērots, ka nātres ir bagātīgākas ar fenolu savienojumiem, to bijis 48 mg GAE g^{-1} sausas masas salīdzinājumā ar ārstniecības pienenēm, kurai to bija gandrīz piecas reizes mazāk – 10 mg GAE g^{-1} sausas masas (Ghaima, Hashim, Ali, 2013). Arī Jordānijā veiktā pētījumā pierādīts, ka fenolu daudzums augos ir ļoti atšķirīgs pa sugām. Izanalizējot 10 savvaļas augus, konstatētas būtiskas atšķirības fenolu saturā, no 163 (*Tetragonolobus palaestinus* Boiss) līdz 1328 mg GAE 100 g^{-1} sausas masas (*Ruta chalepensis* L.) (Ereifej et al., 2015). Bulgārijā, analizējot tādus ārstniecības augus

kā melisa, salvija un piparmētra, konstatēts, ka fenolu saturs tajos bija attiecīgi 49, 28 un 45 mg GAE 100 g^{-1} sausas masas (Atanassova, Georgieva, Ivancheva, 2011).

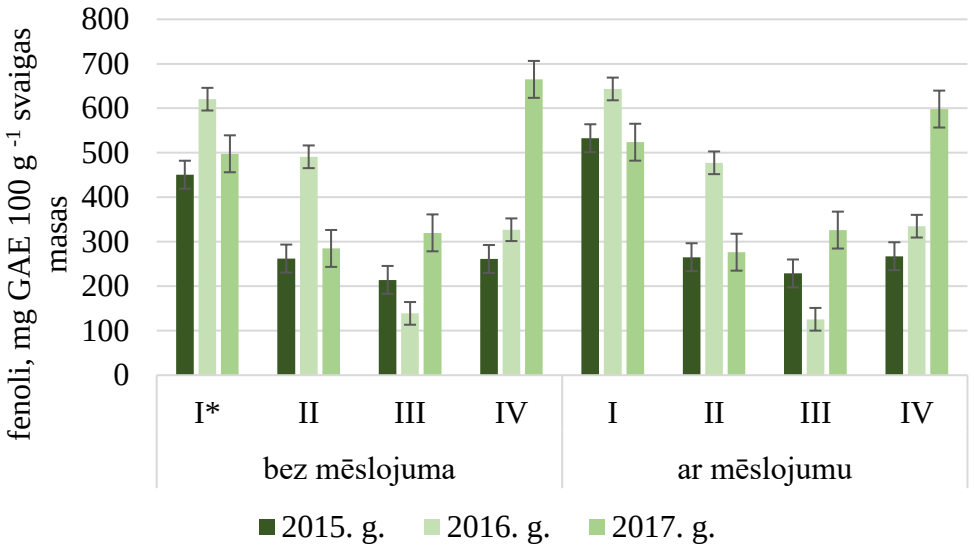
2015. gadā divreiz ievācot ražu, novērtējot mēslojuma un klona ietekmi, konstatēts, ka mēslojumam nav bijusi būtiska ietekme uz fenolu saturu (p = 0.57), bet starp kloniem ir bijušas būtiskas atšķirības (p = 0.000). Pirmajā gadā abos mēslojuma variantos, abās ražas vākšanas reizēs augstāks fenolu saturs konstatēts II klonam. Novērtējot vidēji no visiem kloniem, atšķirības starp ražas vākšanas reizēm nebija būtiskas (p = 0.99). 2016. un 2017. gadā nebūtiski augstāks fenolu saturs bija III klonam. 2016. gadā mēslojumam bija būtiska ietekme (p = 0.000), bet starp kloniem nebija būtiskas atšķirības (p = 0.25). Starp abām ražas vākšanas reizēm bija būtiskas atšķirības (p = 0.000). Abos mēslojuma variantos pirmajā ražas vākšanas reizē fenolu saturs variēja no 456 līdz 479 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas, bet otrajā ražas vākšanas reizē tas bija būtiski zemāks 269 līdz 272 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas (3.23.att.). Starp mēslojuma variantiem attiecīgi nebija konstatētas būtiskas atšķirības atsevišķās ražas vākšanas reizēs. Arī 2017. gadā vidēji no visiem kloniem būtiski augstāks fenolu saturs bija pirmajā ražas vākšanas reizē salīdzinājumā ar otro ražas vākšanas reizi. 2017. gadā starp kloniem nebija būtiskas atšķirības (p = 0.58), bet mēslojumam bija būtiska ietekme (p = 0.000) uz fenolu saturu augos. Pirmajā ražas vākšanas reizē būtiski augstāks fenolu saturs bija variantā ar mēslojumu, bet otrajā ražas vākšanas reizē – bez mēslojuma.



*ražas vākšanas reize

3.23. att. **Fenolu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas**

2015. gadā četras reizes vācot ražu, bija konstatētas būtiskas atšķirības gan starp mēslojuma variantiem (p = 0.000), gan starp kloniem (p = 0.000). Atšķirības fenolu saturā starp kloniem konstatētas atkarībā no mēslojuma varianta. Visās ražas vākšanas reizēs novērota kopīga tendence, ka fenolu saturs variantos, kur lietots mēslojums, būtiski augstāks bija pirmajā ražas vākšanas reizē (3.24. att.), bet abos mēslojuma variantos būtiskas atšķirības fenolu saturā konstatētas starp visām ražas vākšanas reizēm (p = 0.000). 2016. gadā būtiska ietekme bija tikai mēslojumam (p = 0.000), bet starp kloniem nebija būtiskas atšķirības (p = 0.44). Savukārt, novērtējot atsevišķi pa ražas vākšanas reizēm, netika konstatētas būtiskas atšķirības starp mēslojuma variantiem. Fenolu saturs būtiski samazinās ar katru reizi pirmajās trīs ražas vākšanas reizēs. Trešajā ražas vākšanas reizē bija zemākais fenolu saturs, vidēji no visiem kloniem atkarībā no mēslojuma varianta (126–139 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas), pirmajā ražas vākšanas reizē to bija visvairāk (621–644 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas).



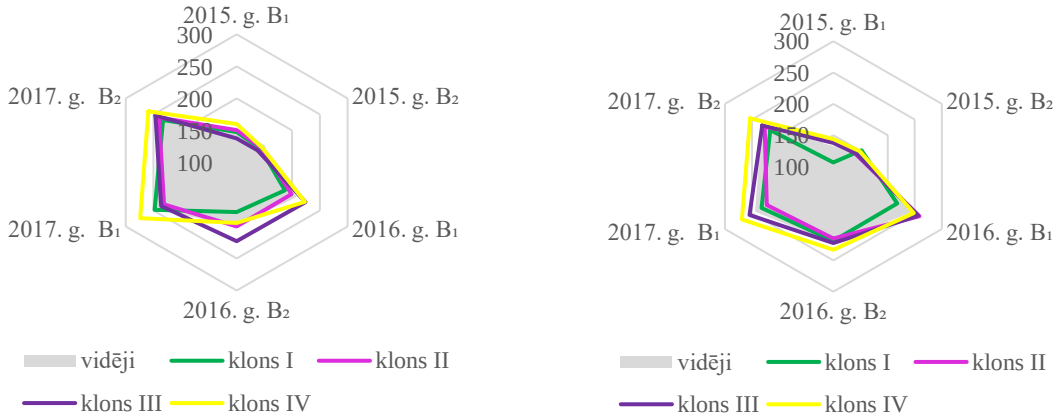
*ražas vākšanas reize

3.24. att. **Fenolu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas**

Tāpat kā 2016. gadā, arī 2017. gadā būtiska ietekme uz fenolu saturu bija tikai mēslojumam (p = 0.000), bet starp kloniem netika konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.17). Tomēr, analizējot starp atsevišķām ražas vākšanas reizēm vidēji no visiem kloniem, starp mēslojuma variantiem netika konstatētas būtiskas atšķirības. Visās ražas vākšanas reizēs nav konstatēta kopīga iezīme, pie kura mēslojuma varianta fenolu saturs bija augstāks. Fenolu satura dinamika pa ražas vākšanas reizēm bija atšķirīga – būtiski augstāks fenolu saturs bija pirmajā un pēdējā ražas vākšanas reizē vidēji visiem kloniem (3. piel. 4. tab.).

Kopumā no visiem variantiem augstākais fenolu saturs nātru lapās bija 2016. gadā, nebūtiski zemāks 2017. gadā, bet būtiski zemāks 2015. gadā. Pirmajos divos izmēģinājuma gados augstāks fenolu saturs bija variantā ar mēslojumu un attiecīgi trešajā gadā – bez mēslojuma. Fenolu saturs būtiski atšķīrās pa atsevišķām ražas vākšanas reizēm, abos ražas vākšanas biežuma variantos (izņemot 2015. gadā, ražu vācot divas reizes). No visiem kloniem vidēji augstākais fenolu saturs konstatēts I klonam.

Lielās nātres bioloģiskā aktivitāte tiek saistīta arī ar **flavonoīdu** īpatsvaru fenolu savienojumos (Vajič et al., 2015). Kopumā, izmēģinājuma trīs gados analizējot flavonoīdu saturu, konstatēts, ka būtiska ietekme uz to bijusi visiem pētāmajiem faktoriem (p = 0.000). Izvērtējot visu variantu vidējos rādītājus no visām ražas vākšanas reizēm, flavonoīdu daudzums variēja no 138 līdz 274 mg katehīna ekvivalenta (KE) 100 g^{-1} svaigas masas (3.25. att.). Flavonoīdu analīžu rezultāti, kas iegūti citu zinātnieku pētījumos, liecina, ka nātrēs ir augstāks flavonoīdu saturs, nekā tradicionāli izmantojamos garšaugos. Konstatēts, ka salvijai to bijis 28 mg, piparmētrai 45 mg un melisai 49 mg KE 100 g^{-1} sausas masas (Atanassova, Georgieva, Ivancheva, 2011).

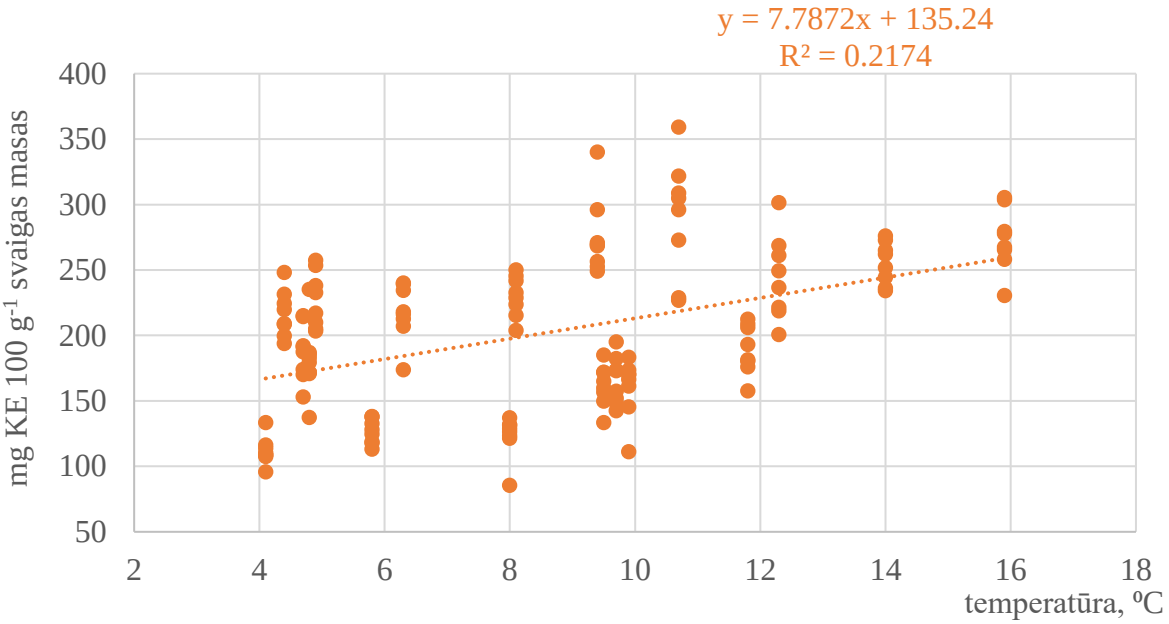


2 x 4x

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.25. att. **Flavonoīdu satura (mg KE 100 g^{-1} svaigas masas) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā**

Kopumā izmēģinājumā novērota tendence, ka ar katru ražas vākšanas gadu flavonoīdu daudzums nātru lapās palielinājās. Visos trīs pētījuma gados konstatēta pozitīva vidēji cieša korelācija, attiecīgi pa gadiem: r = 0.74, r = 0.56 un r = 0.60, attiecīgi pēc regresijas analīzes 30 – 50% gadījumu flavonoīdu saturu ietekmēja vidējā gaisa temperatūra, ar tendenci, tiem palielināties paaugstinoties gaisa temperatūrai. Veicot analīzi kopā visiem trīs gadiem, determenācijas koeficients bija 0.21, kas norāda, ka 21% gadījumā temperatūra ietekmēja flavonoīdu saturu nātru lapās (3.26. att.).



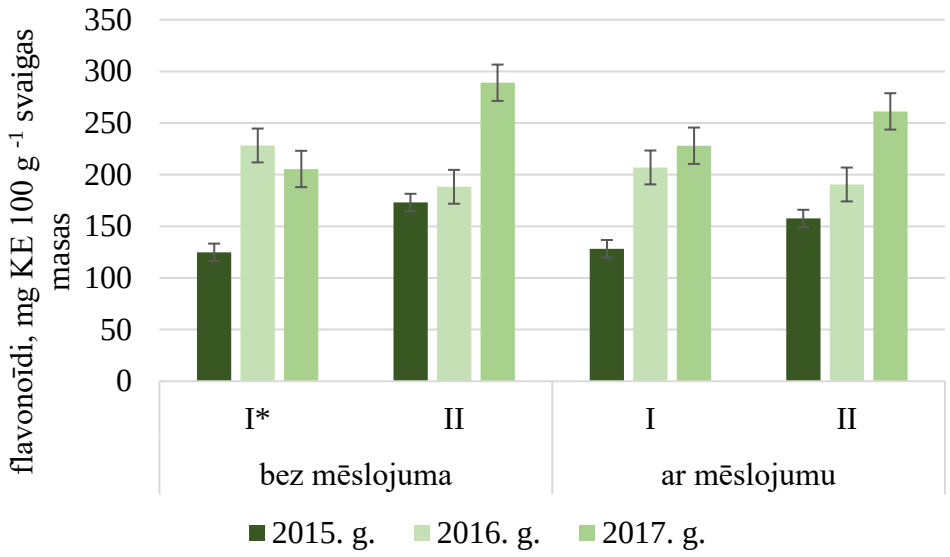
3.26. att. **Flavonoīdu satura izmaiņas nātru lapās atkarībā no vidējās gaisa temperatūras 2015.–2017. gadā**

Līdzīgi kā fenoli saturs nātru lapās, arī flavonoīdu daudzums tajās bija ļoti atšķirīgs, atkarībā no pētāmā varianta. Vismazākā izkliede bija 2016. un 2017. gadā, kad nātres vāca ceturto reizi.

Polijā veiktā pētījumā konstatēts, ka flavonoīdu saturu neietekmē auga vecums, bet nozīmīga ietekme var būt slāpekļa mēslojumam: trīs gadu ilgā ražas vākšanas periodā novērots, ka augsts slāpekļa saturs augsnē samazināja kopējo flavonoīdu daudzumu augu lapās. Būtiska ietekme gan bijusi tikai otrajā pētījuma gadā (Biesiada, Woloszczak, 2007). Tas sakrīt ar

izmēģinājumā konstatēto, ka būtiski augstāks flavonoīdu saturs bija variantos bez mēslojuma – izmēģinājuma ierīkošanas gadā, slāpeklis bija gandrīz divreiz mazāk (0.21%), nekā variantā, kur lietots mēslojums (0.38%). Salīdzinot klonu atšķirības vidēji pa visu izmēģinājuma laiku, augstākais flavonoīdu saturs bija IV klonam, bet zemākais – I klonam.

Izanalizējot katra gada rādītājus atsevišķi, 2015. gadā konstatēts, ka divreiz ievācot ražu starp kloniem nav bijušas būtiskas atšķirības (p = 0.18), bet mēslojumam bija būtiska ietekme (p = 0.000). Klonu reakcija uz mēslojumu bija atšķirīga. No visiem gadiem 2015. gadā vidēji visiem kloniem bija zemākais flavonoīdu saturs (3.27. att.). Otrajā ražas vākšanas reizē flavonoīdu saturs bija statistiski būtiski augstāks salīdzinājumā ar pirmo ražas vākšanas reizi, bet starp mēslojuma variantiem atsevišķās ražas vākšanas reizēs netika konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.26). 2016. gadā būtiska ietekme bija gan mēslojumam (p = 0.01), gan arī konstatētas statistiski būtiskas atšķirības starp kloniem (p = 0.03). Šajā gadā augstākais flavonoīdu saturs bija III klonam. Vidēji no visiem kloniem pretēji 2015. gadam, augstāks flavonoīdu saturs bija pirmajā ražas vākšanas reizē, būtiski augstāks variantā bez mēslojuma. Savukārt starp mēslojuma variantiem nebija konstatētas statistiski būtiskas atšķirības (0.35). 2017. gadā būtiska ietekme bija tikai mēslojumam (p = 0.000), starp kloniem netika konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.06). Tāpat kā 2015. gadā, arī 2017. gadā no visiem kloniem būtiski augstāks flavonoīdu saturs bija pirmajā ražas vākšanas reizē.

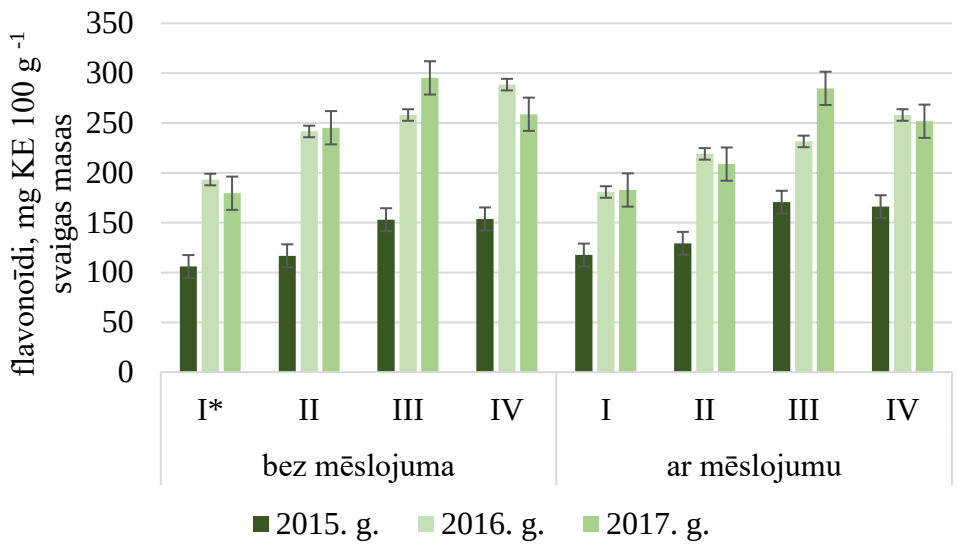


*ražas vākšanas reize

3.27. att. **Flavonoīdu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg KE 100 g^{-1} svaigas masas**

No visiem gadiem zemākais flavonoīdu saturs bija 2015. gadā pirmajā ražas vākšanas reizē (113–138 mg KE 100 g^{-1} svaigas masas), bet augstākais – 2017. gadā otrajā ražas vākšanas reizē (249–340 mg KE 100 g^{-1} svaigas masas).

Visus gadus ar katru ražu vākšanas reizi flavonoīdu saturs nātru lapās pieauga. Nav novērota kāda klona vienota reakcija uz vākšanas biežumu ar flavonoīdu satura izmaiņām. Ražu ievācot četras reizes sezonā, 2015. gadā klonam nav bijusi būtiska ietekme (p = 0.31), bet mēslojumam ir bijusi būtiska ietekme (p = 0.000). Vidēji visiem kloniem novērots, ka katrā ražas vākšanas reizē statistiski būtiski augstāks flavonoīdu saturs bija variantos, kur pielietots mēslojums (3.28. att.). Trešajā un ceturtajā ražas vākšanas reizē bija būtiski augstāks flavonoīdu saturs salīdzinājumā ar pirmajām divām ražas vākšanas reizēm.



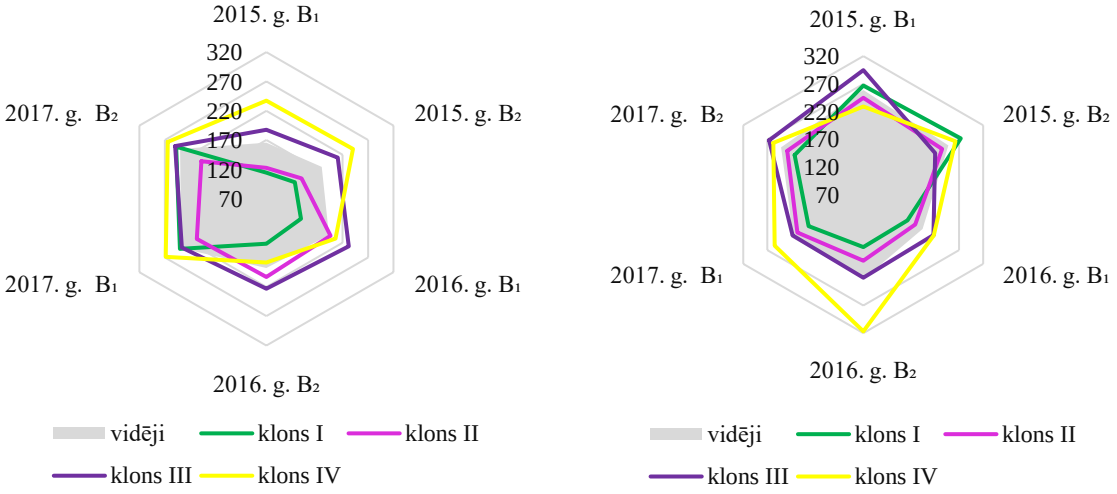
*ražas vākšanas reize

3.28. att. **Flavonoīdu satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg KE 100 g^{-1} svaigas masas**

2016. gadā nozīmīga ietekme bija mēslojumam (p = 0.000), arī starp kloniem konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.005). Šajā gadā konstatēta pretēja tendence – visās ražas vākšanas reizēs būtiski augstāks flavonoīdu saturs bija variantos, kuros netika veikta mēslošana. Arī šajā gadā flavonoīdu saturs pa ražas vākšanas reizēm statisti nozīmīgi pieauga. Arī 2017. gadā konstatēta būtiska atšķirība starp kloniem (p = 0.002) un mēslojuma variantiem (p = 0.000). Izņemot pirmo ražas vākšanas reizi, nebūtiski augstāks flavonoīdu saturs bija variantā bez mēslojuma. Starp ražas vākšanas reizēm konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.000). Kopumā visos pētījuma gados vērojama tendence, ka augstākais flavonoīdu saturs bijis IV klonam (3. piel. 5. tab.).

Kopumā no visiem variantiem augstākais flavonoīdu saturs nātru lapās bija 2016. gadā, nebūtiski zemāks 2017. gadā, bet būtiski zemāks 2015. gadā. Pirmajā izmēģinājuma gadā augstāks flavonoīdu saturs bija variantā bez mēslojuma, pārējos divus gadus augstāks bija variantā ar mēslojumu. Flavonoīdu saturs būtiski atšķīrās pa atsevišķām ražas vākšanas reizēm abos ražas vākšanas biežuma variantos. No visiem kloniem vidēji augstākais flavonoīdu saturs konstatēts IV klonam.

C vitamīns (askorbīnskābe) ir viens no svarīgākajiem dabiski sastopamajiem vitamīniem. Tas tiek uzskatīts par vienu no aktīvākajām augļu un dārzeņu antioksidatīvajām sastāvdaļām (Hussain et al., 2010). Klīniskie pētījumi pierādījuši, ka, uzņemot dienā 100 mg C vitamīna, samazinās mirstība no sirds slimībām, vēža un insulta (Naidu, 2003). Kopumā izmēģinājuma trīs gados novērtējot C vitamīna saturu, konstatēts, ka būtiska ietekme uz tā saturu nātru lapās bija visiem pētāmajiem faktoriem (p = 0.000). Izvērtējot visu variantu vidējos rādītājus, C vitamīna daudzums variēja no 115 līdz 317 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.29. att.). Pie abām ražas vākšanas shēmām kopumā konstatēts, ka augstāks C vitamīna saturs bija variantos, kur veikta mēslošana. Divreiz vācot ražu, augstākais C vitamīna bija IV klonam 2015. un 2017. gadā, bet 2016. gadā – III klonam. Savukārt, vācot ražu četras reizes, vidēji visās ražas vākšanas reizēs netika konstatēta vienota atšķirība starp kloniem. Konstatēta vāja korelācija starp C vitamīna saturu nātru lapās un meteoroloģiskajiem apstākļiem (r < 0.5).

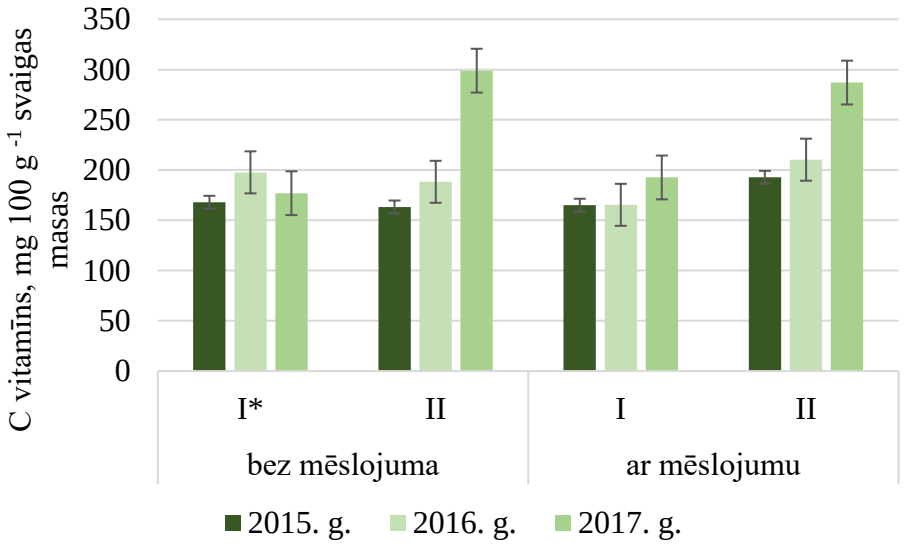


2 x 4x

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.29. att. **C vitamīna (mg 100 g^{-1} svaigas masas) satura izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā**

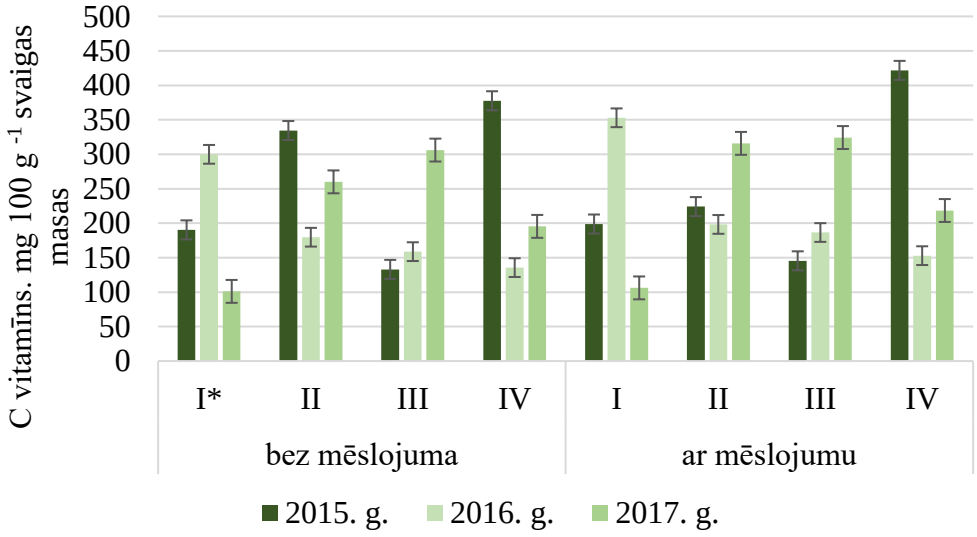
2015. gadā divreiz ievācot ražu bijusi būtiska ietekme gan mēslojumam ($p = 0.005$), gan genotipam ($p = 0.000$). Atkarībā no klona un ražas vākšanas reizes, vidēji C vitamīna saturs variēja no 67 līdz 268 mg 100 g^{-1} svaigas masas. Abās ražas vākšanas reizēs abos mēslojuma variantos augstākais C vitamīna saturs bija IV klonā. Vidēji visiem kloniem pirmajā ražas vākšanas reizē atšķirības starp mēslojuma variantiem bija nebūtiskas (165 un 168 mg 100 g^{-1} svaigas masas) un otrajā ražas vākšanas reizē būtiski augstāks C vitamīna saturs bija tikai variantā ar mēslojumu (3.30. att.). Arī 2016. gadā būtiska ietekme konstatēta mēslojumam ($p = 0.02$) un genotipam ($p = 0.000$). Saglabājās tā pati tendence, kas 2015. gadā, ka vidēji no visiem kloniem pirmajā ražas vākšanas reizē nebūtiski augstāks C vitamīna saturs bija variantā bez mēslojuma, bet otrajā ražas vākšanas reizē – ar mēslojumu. Variantā bez mēslojuma atšķirības starp ražas vākšanas reizēm bija nebūtiskas, savukārt variantā ar mēslojumu – statistiski būtiskas. 2017. gadā, tāpat kā abos iepriekšējos gados, būtiska ietekme bija mēslojumam un arī starp kloniem bija konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.000$). Šajā gadā vislielākās atšķirības C vitamīna saturā augos bija novērotas starp abām ražas vākšanas reizēm, kas bija būtiskas. Pirmajā ražas vākšanas reizē vidēji visiem kloniem C vitamīna saturs variēja no 177 līdz 193 mg 100 g^{-1} svaigas masas, bet otrajā ražas vākšanas reizē – no 287 līdz 290 mg 100 g^{-1} svaigas masas. Starp mēslojuma variantiem netika konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.88$).



*ražas vākšanas reize

3.30. att. **C vitamīna satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

C vitamīna saturs pa atsevišķām ražas vākšanas reizēm variantā, kur raža tika ievākta četras reizes sezonā, bija atšķirīgs atkarībā no izmēģinājuma gada, ražas vākšanas reizes un mēslojuma varianta. Netika konstatēta kopīga tendence, kas norādītu C vitamīna akumulācijas atšķirības starp variantiem. 2015. gadā starp kloniem nav konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.16$), bet mēslojumam ir bijusi būtiska ietekme ($p = 0.000$). Vidēji visiem kloniem vismazāk C vitamīna bija trešajā ražas vākšanas reizē (133 un145 mg 100 g^{-1} svaigas masas). Izņemot otro ražas vākšanas reizi, augstāks C vitamīna saturs bija variantā ar mēslojumu, būtiski augstāks tas bija tikai ceturtajā ražas vākšanas reizē. Abos mēslojuma variantos starp visām ražas vākšanas reizēm konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.000$). Augstākais C vitamīna daudzums bija ceturtajā ražas vākšanas reizē (377 un 422 mg 100 g^{-1} svaigas masas) (3.31. att.).



*ražas vākšanas reize

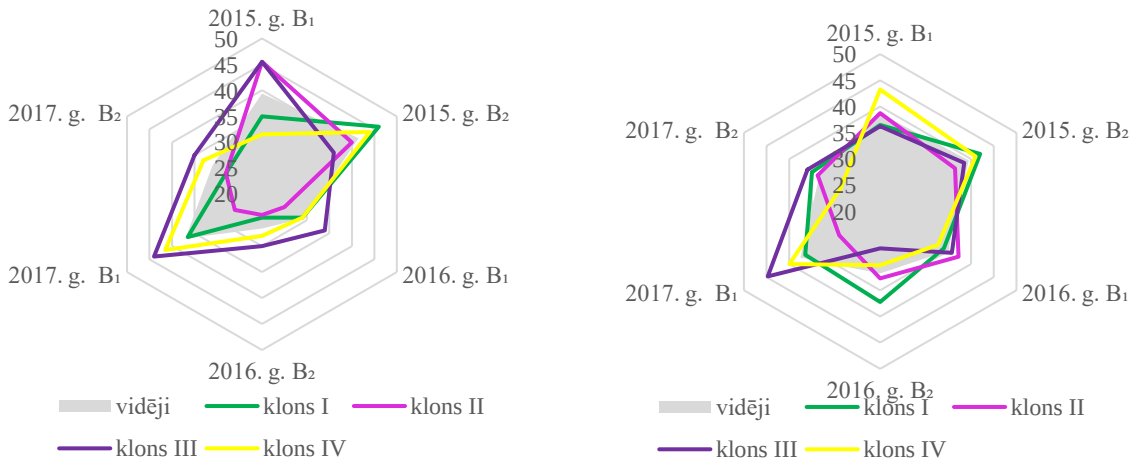
3.31. att. **C vitamīna satura izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

2016. gadā būtiska ietekme bija mēslojumam (p = 0.000) un arī starp kloniem konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.000). Konstatēta vienota tendence, ka visās ražas vākšanas reizēs vidēji visiem kloniem nozīmīgi augstāks C vitamīna saturs bija variantā, kur pielietots mēslojums. Tāpat konstatēta tendence C vitamīna saturam ar katru ražas vākšanas reizi būtiski samazināties. Arī citu zinātnieku pētījumos tiek minēts, ka, pieaugot auga vecumam, samazinās C vitamīna saturs nātru lapās (Nencu et al., 2013). Tomēr šāda tendence citos gados netika konstatēta. Arī 2017. gadā būtiska ietekme bija gan mēslojumam, gan genotipam (p = 0.000). Arī šajā gadā vidēji no visiem kloniem būtiski augstāks C vitamīna saturs bija mēslotajos variantos, izņemot pirmo ražas vākšanas reizi. Augstākais C vitamīna saturs bija otrajā un trešajā ražas vākšanas reizē. Visu trīs gadu periodā augstāks C vitamīna saturs bija IV klonam (3. piel. 6.tab.).

Literatūrā tiek minēti dažādi dati par C vitamīna saturu nātru lapās. Citviet tiek minēts, ka tās satur 270 mg 100 g^{-1} sausas masas (Skalozubova, Reshetova, 2013), bet ir arī pētījumi, kuros minētas arī zemākas vērtības – no 20 līdz 60 mg 100g^{-1} sausas masas. Nātru mitrums ir vidēji 80%, līdz ar to uz svaigu masu tie būtu no 4 līdz 12 mg 100 g^{-1} (Upton, 2013). Virdžīnijā audzētās nātrēs C vitamīns svaigās lapās rudens un pavasara ražas sezonā bija pavisam niecīgs, 0.5 (pavasarī) līdz 1 (rudenī) mg 100 g^{-1} svaigas masas (Rutto et al., 2013).

Kopumā no visiem variantiem augstākais C vitamīna saturs nātru lapās izmēģinājumā konstatēts 2017. gadā, nebūtiski zemāks par to bija 2015. gadā, bet būtiski zemāks – 2016. gadā. Pirmajā izmēģinājuma gadā augstāks C vitamīna saturs bija nemēslotajā variantā, pārējos divus gadus tas bija augstāks variantā ar mēslojumu. C vitamīna saturs būtiski atšķīrās pa atsevišķām ražas vākšanas reizēm, abos ražas vākšanas biežuma variantos (izņemot 2016. gadā, ražu vācot divas reizes). No visiem kloniem vidēji augstākais C vitamīna saturs konstatēts IV klonam, atkarībā no pētāmā varianta, kopumā atšķirības starp kloniem bija būtiskas. Pakistānā analizēti 29 dažādi lapu dārzeņi un ārstniecības augi, C vitamīna saturs tajos variēja no 19 līdz 203 mg 100 g^{-1} sausas masas. Šis plašais C vitamīna satura diapazons pierāda tā koncentrācijas augos atkarību no sugas un genotipa (Hussain et al., 2010).

Augu šūnsulas antiradikālo aktivitāti ietekmē dažādi apstākļi. Kopumā, izmēģinājuma trīs gados novērtējot antiradikālo aktivitāti, konstatēts, ka būtiska ietekme uz to bijusi visiem pētītajiem faktoriem ($p < 0.05$). Izvērtējot visu variantu vidējos rādītājus ierīkotajā izmēģinājumā, antiradikālā aktivitāte vidēji no visām ražas vākšanas reizēm variēja no 27 līdz 46% (3.32. att.). Izmantojot etilacetāta ekstrakcijas metodi, Irākā ir konstatēts, ka antiradikālā aktivitāte nātrēm sasniedza 76%, kas bija par 30% augstāka salīdzinājumā ar ārstniecības pieneņu lapām (Ghaima, Hashim, Ali, 2013). Lapu salātos antiradikālā aktivitāte sasniedza 40% (Zhao et al., 2014). Veiktajā pētījumā konstatēts, ka augstākā antiradikālā aktivitāte nātrēm vidēji bija 2015. gadā, variantā, kurā raža, ievākta divas reizes (32–46%), bet zemākā – 2016. gadā, arī variantā, kurā raža ievākta divas reizes (24–34%).

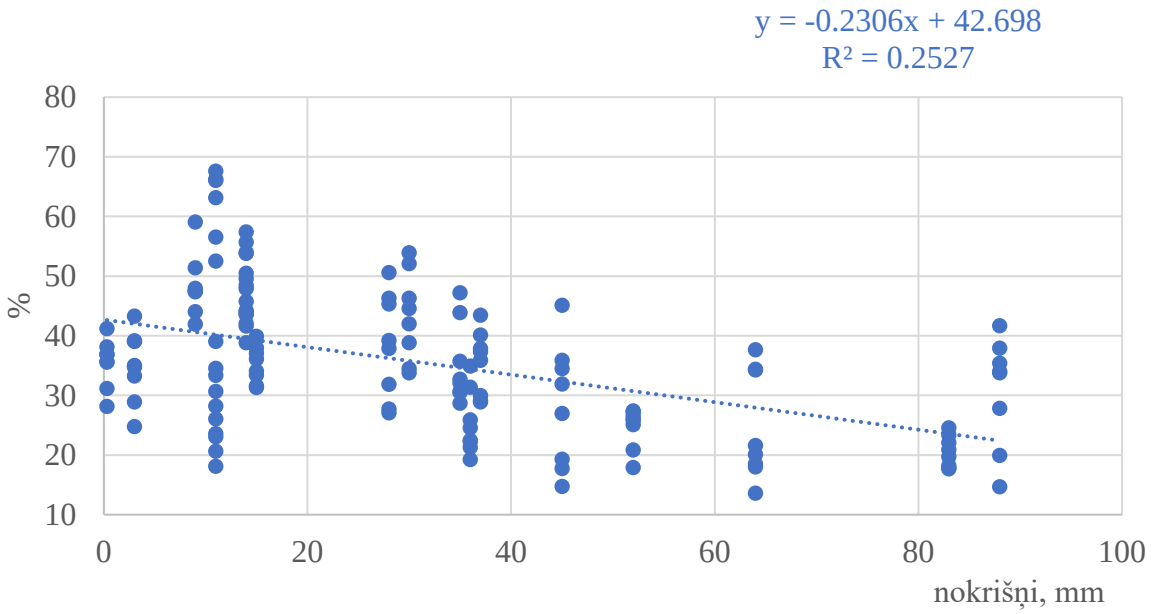


2 x 4x

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

3.32. att. Antiradikālās aktivitātes (%) izmaiņas četru klonu nātru lapās mēslojuma ietekmē 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas un četras reizes sezonā

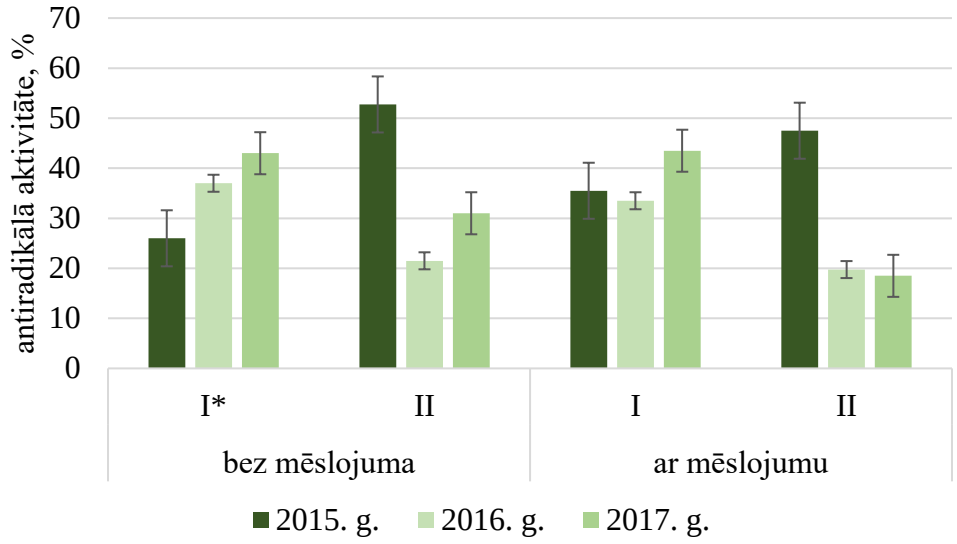
Mēslojuma ietekme uz antiradikālo aktivitāti bija mainīga, atkarībā no gada un klona. 2015. gadā konstatēta vidēji cieša korelācija antiradikālās aktivitātes izmaiņām atkarībā no vidējās gaisa temperatūras (r = 0.73) un nokrišņu daudzuma (r = -0.51) – samazinoties nokrišņu daudzumam, pieauga antiradikālā aktivitāte. Pēc regresijas analīzes iegūtie determinācijas koeficienti norāda, ka antiradikālo aktivitāti 53% gadījumu ietekmēja vidējā gaisa temperatūra un 26% gadījumu nokrišņu daudzums. 2016. gadā vidēji cieša korelācija (r = -0.69) konstatēta nokrišņu ietekmei un 2017. gadā tikai vidējai gaisa temperatūrai (r = -0.65). Pēc veiktās regresijas analīzes abos gados iegūtais determinācijas koeficients ir 0.48 un 0.57, kas norāda uz to, ka 2015. gadā 48% gadījumu un 2016. gadā 57% gadījumu, paaugstinoties vidējai gaisa temperatūrai tika ietekmēta augu antiradikālā aktivitāte. Izvērtējot kopā visus trīs gadus lielāka ietekme uz antiradikālo aktivitāti bija nokrišņiem – 25% gadījumu (3.33. att.).



3.33. att. **Antiradikālās aktivitātes izmaiņas nātru lapās atkarībā no nokrišņu daudzuma 2015.–2017. gadā**

Lai arī tendence nav viennozīmīga, bet kopumā vērojams, ka nokrišņu daudzumam pieaugot par vienu milimetru, antiradikālā aktivitāte samazinās par 0.23%. Pie dažāda nokrišņu daudzuma ir vērojama salīdzinoši liela antiradikās aktivitātes rādītāja izkliede.

Novērtējot mēslojuma un klona ietekmi, konstatēts, ka 2015. gadā, divreiz ievācot ražu, būtiska ietekme uz antiradikālo aktivitāti bijusi tikai mēslojumam (p = 0.000), bet starp kloniem netika konstatētas statistiski būtiskas atšķirības (p = 0.66). Pirmajā ražas vākšanas reizē lielāka antiradikālā aktivitāte vidēji no visiem kloniem bija mēslotajos variantos, bet otrajā ražas vākšanas reizē bija pretēja situācija, taču atšķirības nebija statistiski būtiskas (3.34. att.). Salīdzinot vidēji pirmo un otro ražas vākšanas reizi, variantā bez mēslojuma antiradikālā aktivitāte bija būtiski augstāka otrajā ražas vākšanas reizē – tā palielinājās no 26 līdz 52%. Abās ražas vākšanas reizēs augstāka antiradikālā aktivitāte bija II un III klonam. 2016. gadā būtiska ietekme bija mēslojumam (p = 0.000) un arī starp kloniem bija vērojamas būtiskas atšķirības (p = 0.000). Vidēji visiem kloniem būtiski augstāka antiradikālā aktivitāte bija pirmajā ražas vākšanas reizē, un abās ražas vākšanas reizēs augstāka tā bija variantā bez mēslojuma, tomēr atšķirības bija būtiski atšķirīgas tikai otrajā ražas vākšanas reizē. Visos variantos vislielākā antiradikālā aktivitāte bija III klonam.



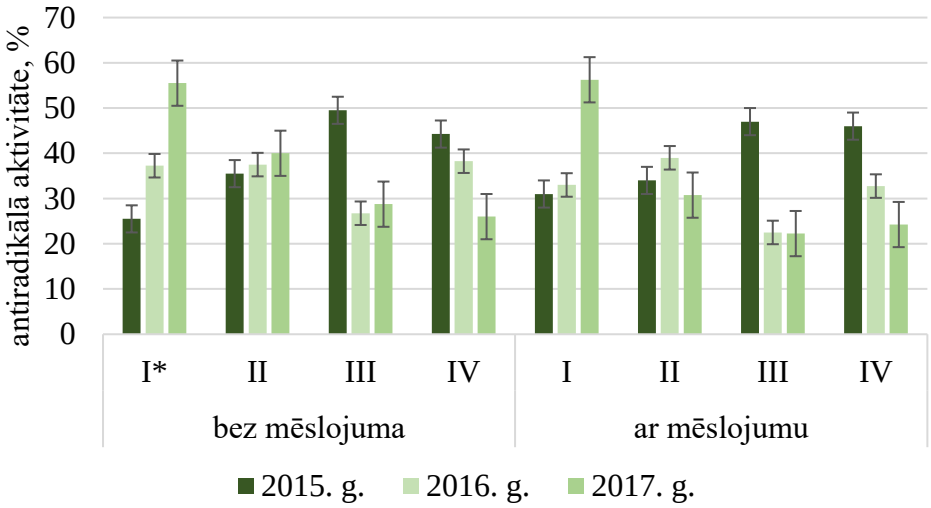
*ražas vākšanas reize

3.34. att. **Antiradikālās aktivitātes izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot divas reizes sezonā, %**

Tāpat arī 2017. gadā būtiska ietekme uz antiradikālo aktivitāti bija mēslojumam (p = 0.000) un arī starp kloniem bija vērojamas būtiskas atšķirības (p = 0.000). Vidēji visiem kloniem būtiski augstāka antiradikālā aktivitāte bija konstatēta pirmajā ražas vākšanas reizē. Variantā bez mēslojuma būtiski augstāka antiradikālā aktivitāte bija noteikta tikai otrajā ražas vākšanas reizē vāktajiem augiem. Ar būtiski augstāku antiradikālo aktivitāti izcēlās III un IV klons.

Vācot ražu četras reizes, 2015. gadā starp kloniem nav konstatētas būtiskas atšķirības antiradikālās aktivitātes rādītājā (p = 0.17), bet mēslojumam ir bijusi būtiska ietekme uz to (p = 0.000). Pirmajā un ceturtajā ražas vākšanas reizē lielāka antiradikālā aktivitāte vidēji no visiem kloniem bija mēslotajos variantos, bet otrajā un trešajā ražas vākšanas reizē – variantā, kur nebija lietots mēslojums (3.35. att.). Variantā, kur nebija lietots mēslojums, starp visām ražas vākšanas reizēm bija vērojamas būtiskas atšķirības, antiradikālajai aktivitātei variējot no 26 līdz 50 %. Savukārt mēslotajā variantā būtiski augstāka antiradikālā aktivitāte bija trešajā un ceturtajā ražas vākšanas reizē vāktajiem augiem, salīdzinājumā ar pirmajās divās ražas vākšanas reizēs vāktajiem augiem. 2016. gadā būtiska ietekme konstatēta gan mēslojumam (p = 0.000),

gan arī genotipam (p = 0.01). Vidēji visiem kloniem, izņemot otro ražas vākšanas reizi, būtiski augstāka antiradikālā aktivitāte bija nemēslotajos variantos. Vislielākās atšķirības starp kloniem bija pirmajā ražas vākšanas reizē, kad antiradikālā aktivitāte variēja no 27 līdz 51%.



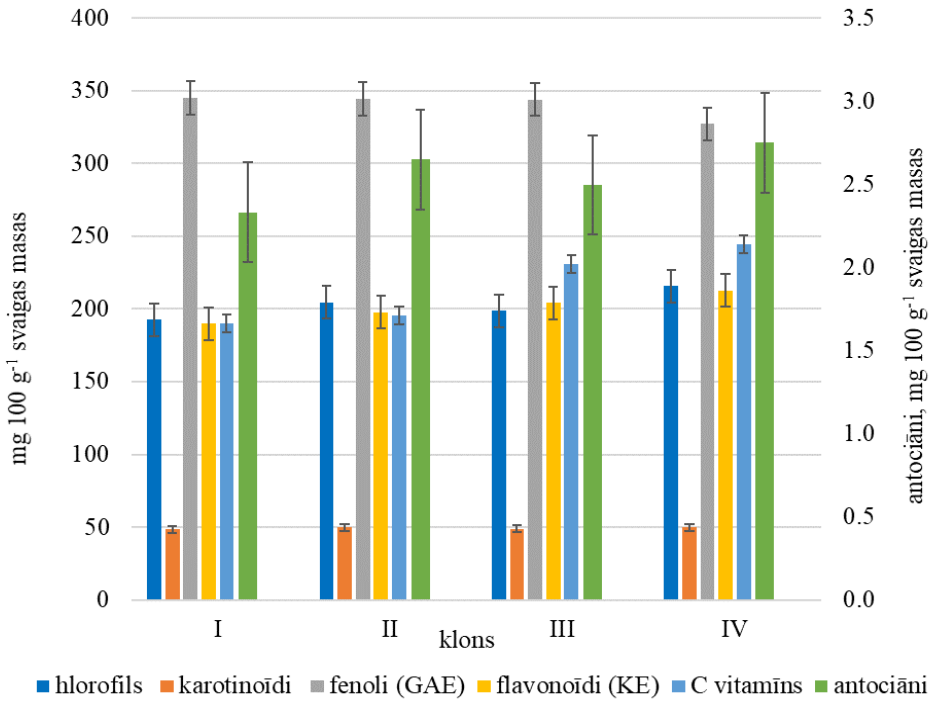
*ražas vākšanas reize

3.35. att. **Antiradikālās aktivitātes izmaiņas nātru lapās pa ražas vākšanas reizēm 2015.–2017. gadā, ražu vācot četras reizes sezonā,%**

Arī 2017. gadā mēslojumam bija būtiska ietekme uz antiradikālo aktivitāti (p = 0.000), tāpat kā genotipam (p = 0.009). Šajā gadā konstatēts, ka ar katru ražas vākšanas reizi antiradikālā aktivitāte būtiski samazinājās, izņemot pēdējo ražas vākšanas reizi, kad atšķirības bija nebūtiskas. Arī 2017. gadā saglabājās iepriekšējo gadu tendence augstāku antiradikālu aktivitāti novērojot augiem, kas auguši nemēslotajos variantos. Atšķirības starp kloniem bija dažādas –vislielākās atšķirības bija pirmajā ražas vākšanas reizē (35 līdz 68%) (3. piel. 7. tab).

Izvērtējot gada ietekmi, kopumā no visiem variantiem augstākā antiradikālā aktivitāte bija noteikta 2017. gadā, nebūtiski zemāka 2016. gadā, bet būtiski zemāka 2015. gadā. 2015. gadā augstāka antiradikālā aktivitāte bija mēslotajā variantā, pārējos divus gadus variantā bez mēslojuma. Antiradikālā aktivitāte būtiski atšķīrās pa atsevišķām ražas vākšanas reizēm abos ražas vākšanas biežuma variantos. 2016. gadā, arī starp mēslojuma variantiem bija atrastas būtiskas atšķirības katrā ražas vākšanas reizē. No visiem kloniem vidēji augstākā antiradikālā aktivitāte konstatēta III klonam, atšķirības starp kloniem bija tikai 1 – 3 % robežās.

Apkopojot visu bioķīmisko rezultātu rādītāju vidēji visiem variantiem, hlorofilu saturs pa kloniem variēja no 193 līdz 216 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.36. att.), zemākais hlorofila saturs bija I klonam, bet augstākais – IV klonam. Tāpat arī karotinoīdu vismazāk bija I klonam, visvairāk IV klonam, bet atšķirības bija nebūtiskas (48–50 mg 100 g^{-1} svaigas masas). Tāda pati tendence bija arī antociānu saturam, pa kloniem variējot no 2.3 līdz 2.8 mg 100 g^{-1} svaigas masas).



3.36. att. **Bioķīmisko rādītāju atšķirības starp kloniem, mg 100 g^{-1} svaigas masas**

Fenolu saturs nātru lapās augstākais bija I klonam (345 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas) un zemākais IV klonam (327 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas). Flavonoīdu saturs augstāks bija IV klonam. Arī C vitamīna saturs būtiski augstāks bija IV klonam (244 mg 100 g^{-1} svaigas masas), pārējiem kloniem tas bija no 190 līdz 231 mg 100 g^{-1} svaigas masas.

Bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums visos nātru klonos būtiski atšķīrās pa izmēģinājuma gadiem. Izvērtējot gada, mēslojuma un ražas vākšanas biežuma ietekmi un atšķirības starp kloniem, konstatēts, ka antociānu, flavonoīdu, C vitamīna saturu un antiradikālo aktivitāti ietekmēja visi pētāmie faktori. Hlorofila un fenolu saturu ietekmēja visi pētāmie faktori, izņemot mēslojumu un karotinoīdu saturu ietekmēja pētījuma gads un ražas vākšanas biežums. Kopumā novērots, ka bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums nātrēs pa gadiem pakāpeniski pieauga. Nav konstatēta vienota tendence, pie kuras ražas vākšanas shēmas veidojas augstāks bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums augos. Tāpat arī netika konstatēta vienota tendence, kurā mēslojuma variantā ir augstāks bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums nātru lapās. No iegūtajiem rezultātiem visvērtīgākais bioķīmisko savienojumu ziņā bija IV klons.

3.4. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku ražu

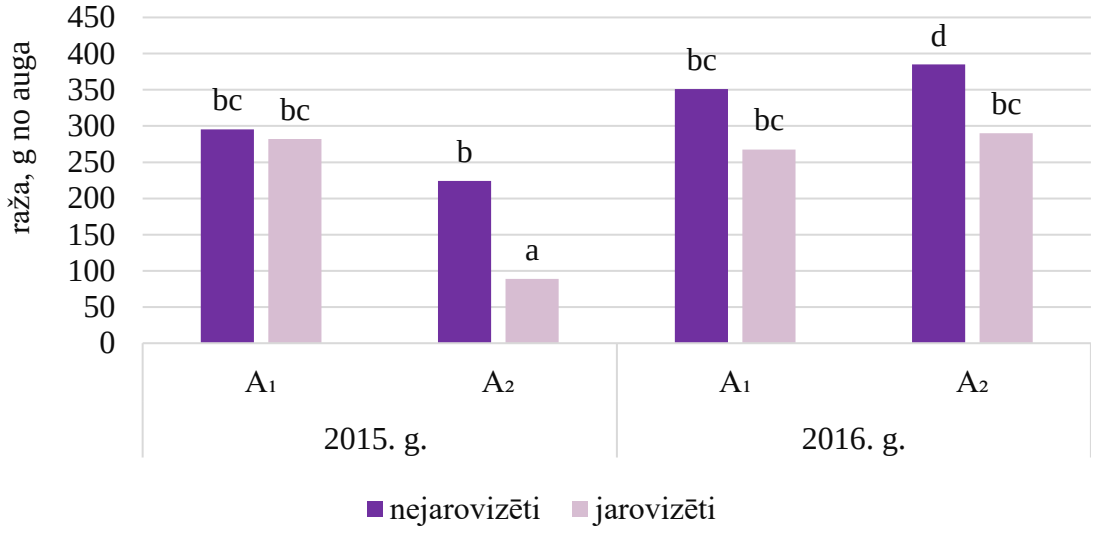
Tā kā artišoki ir daudzgadīgi augi, to ģeneratīvo orgānu attīstībai ir nepieciešams iziet zemas temperatūras periodu. Šī iemesla dēļ tiek veikta dīgstu jarovizācija vai augu pakļaušana pavasarī zemas temperatūras iedarbībai, lai iegūtu galviņu ražu jau pirmajā gadā (Rangarajan et al., 2000). Artišoki izmēģinājumā tika audzēti trīs gadus, bet raža iegūta tikai divus gadus, jo trešajā eksperimenta gadā nelabvēlīgu meteoroloģisko apstākļu dēļ augi neizveidoja ziedkopas. Noteikti ir jāatzīmē, ka ražoja ne tikai tie augi, kuriem bija veikta dīgstu jarovizācija, bet arī tie, kam sēklas tika diedzētas bez jarovizācijas. Novērotā situācija ļauj spriest, ka, izstādot augus, uz lauka maija beigās ir notikusi dabiska to jarovizācija – augi ir bijuši pakļauti dabīgai zemas temperatūras iedarbībai pēc izstādīšanas maija beigās, kad vairākas dienas pēc kārtas nakts stundās vidējā gaisa temperatūra bija zem 5 ^{o}C un diennakts vidējā temperatūra divas nedēļas

nepārsniedza 15 °C robežu. Literatūrā tiek minēts, ka, temperatūrai pazeminoties zem 18 °C, tiek iniciēta ziednešu veidošanās – notiek dabiska jarovizācija (Rangarajan et al., 2000; Garcia, Cointry, 2010), bet nav minēts, cik ilgu laika periodu šai temperatūras iedarbībai ir jāilgst. Citi autori norāda, ka, lai veiksmīgi notiktu jarovizācija, augiem nepieciešamas 1300 aukstumstundas, zem 10 °C temperatūras. Tomēr novērots, ka jau pēc 200 stundām 80% augu bija jarovizēti (Garcia et al., 2004). Tiek minēta arī zemāka temperatūra (2–7 °C) efektīvai jarovizācijas norisei (Salata, Gruszecki, Dyduch, 2013). Sēklu jarovizācija visbiežāk tiek veikta 10 dienas, 2–3 °C temperatūrā. Garcia un Cointry norāda, ka mehānisms, kas nodrošina augu ziedēšanu gan dabiskā veidā, gan veicot jarovizāciju, ir neskaidrs (Garcia, Cointry, 2010). To arī pierāda dažādās versijas par ieteicamajiem augu jarovizācijas apstākļiem. Jāatzīmē, ka arī audzēšanas prakse atšķiras pa reģioniem un klimata zonām.

2015. gadā mēnesi pēc izstādīšanas minimālā gaisa temperatūra praktiski visas dienas bija zem 10 °C un vidējā temperatūra bija robežās no 10 līdz 17 °C. 2016. gada pavasaris/vasaras sākums bija siltāks, bet mēnesi pēc izstādīšanas bija arī periodi, kad temperatūra bija nokritusies zem 10 °C, atsevišķās dienās minimālā temperatūra bija tuvu 0 °C. Vidējā temperatūra svārstījās robežās no 7 līdz 22 °C. 2018. gadā artišoki uz lauka tika izstādīti divas nedēļas vēlāk nekā abus iepriekšējos gadus, līdz ar to minimālā temperatūra mēneša laikā reti, kad noslīdēja zem 10 °C, bet vidējā temperatūra tikai pāris dienas noslīdēja zem 15 °C. Tas varētu izskaidrot to, kādēļ nejarovizētie augi neveidoja ziedkopas. 2018. gadā neražoja arī augi, kuriem sēklas bija jarovizētas. To varētu skaidrot ar mitruma trūkumu un to, ka izmēģinājumu laukā nebija tehniski iespējams nodrošināt regulāru apūdeņošanu, bet artišoki ir salīdzinoši ūdens prasīgi. Arī citos pētījumos ir minēts, ka karstas un sausas vasaras nav labvēlīgas artišoku audzēšanai, jo īpaši, ja netiek nodrošināta regulāra un pietiekama apūdeņošana (Fernandez, Curt, Aguado, 2006). Itālijā novērots, ka viengadīgā artišoku stādījumā 10 mēnešu garumā kopējā iztvaikošana – no augsnes un augiem (evapotranspirācija) bija vairāk nekā 900 mm (Boari et al., 2000), kas liecina par salīdzinoši lielu ūdens nepieciešamību veģetācijas periodā. 2018. gads pēc meteoroloģiskajiem datiem bija sauss ar nepietiekamiem nokrišņiem, uz to norāda arī hidrotermiskā koeficienta vērtības, kas no maija līdz septembrim bija zem 1. Acīmredzot tas ietekmēja ziedkopu neveidošanos arī jarovizēto dīgstu variantā.

Abos ražas gados raža sākta ievākt divus mēnešus pēc augu izstādīšanas uz lauka. Apkopojot ražas datus, konstatētas atšķirības ražojošo augu īpatsvarā, neatkarīgi no tā vai dīgsti bija, vai nebija jarovizēti. Jāatzīmē tas, ka artišokiem raksturīga liela ģenētiskā mainība, kas var ietekmēt atšķirīgi katra auga reakciju uz ārējiem apstākļiem. Savukārt šis apstāklis varētu būt noteicis to, ka ģenētisko īpatnību dēļ augi neiziet jarovizāciju vienmērīgi. To var veicināt fizioloģiski vai bioķīmiski procesi augā, kā rezultātā tiek bojāti apikālās meristēmas audi (Garcia, Cointry, 2010). Virdžīnijā pārbaudot četras šķirnes, tai skaitā pasaulē populārāko šķirni 'Green Globe', kas arī tika izmantota ierīkotajā eksperimentā, tā veidojusi lielākās un kvalitatīvākās galviņas. Tomēr šai šķirnei raksturīgs nozīmīgs negatīvs aspekts – tā vissliktāk ražo viengadīgā stādījumā, tikai 15% augu veidoja galviņas, kas norāda uz to, ka šai šķirnei nepieciešama pārziemošana, lai pilnībā izmantotu tās potenciālu (Bratsch, 2014).

Novērtējot vidēji no viena auga visā veģetācijas periodā iegūto ražu, konstatēta būtiska atšķirība gan starp izmēģinājuma gadiem ($p = 0.001$), gan arī abām augsnēm ($p = 0.006$), dīgstu apstrādes veidam (jarovizēti vai nejarovizēti) nav bijusi būtiska ietekme uz ražas lielumu ($p = 0.07$), kur visu faktoru ietekmes īpatsvars bija zems (η^2 attiecīgi 3%, 4% un 0.2%). Starp visām faktoru kombinācijām nav konstatēta būtiska mijiedarbība, izņemot gads × augsne ($p = 0.007$). Iegūtā raža pa variantiem variēja no 89 līdz 385 gramiem no auga (3.37. att.)



A_1 – kultūraugsne, A_2 – reliktkarbonātiska brūnaugsne

3.37. att. **Artišoku galviņu raža 2015.–2016. gadā, g no auga***

***** lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku starpību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Novērtējot katru gadu atsevišķi, redzams, ka 2015. gadā būtiskas atšķirības bija konstatētas starp abām augsnēm ($p = 0.002$), kā arī dīgstu apstrādes veids būtiski ietekmējis ražas apjomu ($p = 0.04$). Savukārt 2016. gadā nevienam no faktoriem nebija konstatēta būtiska ietekme uz ražu. Salīdzinot abus gadus, augstāka raža bijusi 2016. gadā, kad bija augstāka vidējā gaisa temperatūra un lielāks mitruma nodrošinājums. Augustā, kad sākās ražas periods, 2015. gadā HTK bija tika 0.3, bet 2016. gadā – 1.4. Spānijā novērots, ka pie dažāda mitruma nodrošinājuma, augstākā raža un lielākais galviņu skaits bija variantos ar augstāko mitruma nodrošinājumu. Sezonā tie bija vairāk nekā 600 L m^{-2}, no pieciem eksperimentā pielietotajiem apūdeņošanas variantiem (Macua, Lahoz, Garnica, 2005). Kādā citā pētījumā apūdeņošana tika veikta trīs variantos, ar laistīšanu nodrošinot 50, 75 un 100% no iztvaikojošā ūdens daudzuma. Eksperimentā pētīti arī četri mēslošanas varianti, nodrošinot slāpekli 0–10, 60, 120 un 180 kg ha^{-1}. Rezultāti bija pretēji Spānijā iegūtajiem – ne apūdeņošanai, ne mēslošanai netika konstatēta būtiska ietekme uz artišoku ražu un tās komponentiem (Shinohara et al., 2011).

Salīdzinot jarovizācijas ietekmi uz ražu, augstāka raža iegūta variantos, kur augi audzēti bez sēklu jarovizācijas. Divi gadi ir par maz, lai novērtētu konkrētu augsnes ietekmi. Pirmajā gadā izteikti vairāk galviņu un regulārāka raža tika ievākta laukā, kur bija auglīgāka augsne. Otrajā izmēģinājuma gadā ražas atšķirība un ražošanas periodiskums nebija tik izteikts.

Novērtējot galviņu veidošanās intensitāti un to izmēru, 2015. gadā vidēji uz viena auga veidojās no vienas līdz sešām galviņām, tās nebija lielas (47–165 grami), bet 2016. gadā pārsvarā veidojās tikai viena galviņa – tās bija lielākas nekā 2015. gadā (66–293 grami). Galviņu izmēra rezultāti lielā mērā ir līdzīgi siltā klimata zonās audzētiem artišokiem, kur, pielietojot dažādas mēslošanas sistēmas, galviņu masa bija no 184 līdz 208 gramiem (Shaheen et al., 2007). Galviņu veidošanās intensitāte ierīkotajā izmēģinājumā bija dažāda, bija arī augi, kam neveidojās galviņas (4. piel.). Līdzīgi arī izmēģinājumā Kalifornijā, kur audzēja četras artišoku šķirnes, šķirnes ‘Green Globe’ augiem galviņas veidojās tikai uz 15% augu, pārējām šķirnēm uz 75–83% augu. Arī galviņu skaits šķirnei ‘Green Globe’ bija tikai pa vienai galviņai uz auga, kamēr pārējām šķirnēm 6 galviņas no auga (Bratsch, 2014). Neskatoties uz to, šķirne ‘Green Globe’ ir viena no populārākajām šķirnēm, kas ir pieejama tirdzniecībā. Argentīnā audzējot artišokus no jarovizētām iediedzētām sēklām, vidējā galviņu masa bija no 147 līdz 151 g (Garcia, Cointry, 2010), kas ir līdzīga ar ierīkotā izmēģinājuma galviņu masai 2016. gadā, kad tās veidojās salīdzinoši lielākas (līdz 293 gramiem). Tunisijā veģetatīvi pavairotu artišoku galviņu masa bija 210–270 grami (Riahi et al., 2017).

Ierīkotajā pētījumā artišoki vienlīdz agri sāka ražot visos eksperimenta variantos. Tāda pati tendence konstatēta arī eksperimentā Argentīnā, kur jarovizācijas metodei nebija būtiska ietekme uz ražošanas sākumu. Visātrāk sāka ražot kontroles variants, kur sēklas netika pakļautas aukstuma ietekmei. Šajā variantā augi arī veidoja lielākas galviņas un līdz ar to tika iegūta augstākā raža (11.2 t ha^{-1}). No pārējiem trim eksperimenta variantiem, kas bija sausas, mērcētas un iediedzētas sēklas pakļautas zemu temperatūru ietekmei, vismazākā raža tika iegūta no augiem, kas audzēti no iediedzētajām sēklām (7.4 t ha^{-1}) (Garcia, Cointry, 2010). Arī citu pētnieku eksperimentos Ņujorkā novērota tāda pati tendence, ka augstāka raža bija variantā, kurā netika veikta jarovizācija. Turklāt novērotas arī atšķirības ražībā, atkarībā no izstādīšanas laika. Maijā izstādītiem augiem galviņas veidojās uz vairāk nekā 50 % augu, bet jūnija sākumā izstādītie augi neražoja vispār, jo nebija izieta dabiskā jarovizācija (Rangarajan et al., 2000). Līdzīgi rezultāti iegūti arī veiktajā izmēģinājumā 2018. gadā, kad augus izstādīja 8. jūnijā.

Izmēģinājumā artišoku galviņu diametrs bija robežās no 6 līdz 8 cm. Tunisijā audzētajiem artišokiem galviņas bijušas lielākas – vidēji 9 cm garas gan garumā, gan diametrā (Riahi et al., 2017). Novērtējot augu morfoloģiskos rādītājus trīs gadu periodā vienādā laika posmā pēc augu izstādīšanas uz lauka (60–65 dienas), secināms, ka visi pētījuma faktori būtiski ietekmējuši gan auga augstumu, gan lapu rozetes diametru ($p < 0.05$). Būtiska vairāku faktoru kombināciju mijiedarbība bija uz auga augstumu salīdzinājumā ar lapu rozetes diametru – kur bija tikai viena būtiska faktoru mijiedarbības kombinācija (gads × sēklu diedzēšana veids). Tas apstiprina iepriekš minēto, ka novēlota stādīšana kavē ziedaizmetņu ieriešanos un līdz ar to arī galviņu veidošanos. Izvērtējot faktoru mijiedarbības ietekmi uz augu augstumu, tikai viena kombinācija nebija būtiska (augsne × sēklu diedzēšanas veids), tas parāda, ka laika apstākļiem gada ietvaros ir visbūtiskākā nozīme augu attīstībā un augšanā. Veiktajā eksperimentā visu trīs gadu periodā vidējais augu augstums pa variantiem variēja no 29 līdz 57 cm (3.1. tab.). Tā kā Ēģiptē ir ļoti piemērots klimats artišoku audzēšanai, tad tur, salīdzinājumā ar Latvijā augušajiem augiem, bija lielāks augu augstums. Ēģiptē audzētie artišoki bija no 67 līdz 75 cm augsti, to augstumu īpaši neietekmēja dažādas mēslošanas sistēmas (Shaheen et al., 2007). 2015. un 2016. gadā atkarībā no augsnes varianta, būtiski lielāks augu augstums bija variantā, kur augi audzēti, neveicot sēklu jarovizāciju. Savukārt 2018. gadā, variantos ar sēklu jarovizāciju augu augstums bija nebūtiski lielāks nekā bez tās – atšķirība bija 1–2 cm. Visu trīs izmēģinājuma gadu periodā 2018. gads bija vienīgais gads, kad visos variantos starp augu augstumu nebija būtiskas atšķirības. Arī 2016. gadā lielākajā daļā lauciņu augu augstums bija vienāds (42 cm), izņemot kultūraugsnē augošos augus, kas bija audzēti bez sēklu jarovizācijas (57 cm). 2015. gadā augu augstums variēja no 29 līdz 46 cm.

3.1. tabula

Artišoku augu morfoloģiskie rādītāji

Gads	Augsne	Sēklu diedzēšanas veids	Auga augstums, cm	Lapu rozetes diametrs, cm
2015.	kultūraugsne	nejarovizēti	46^{bc*}	88^{e}
		jarovizēti	40^{b}	76^{cde}
	reliktkarbonātis ka brūnaugsne	nejarovizēti	41^{b}	88^{e}
		jarovizēti	29^{a}	58^{a}
2016.	kultūraugsne	nejarovizēti	57^{d}	85^{de}
		jarovizēti	42^{b}	73^{bcd}
	reliktkarbonātis ka brūnaugsne	nejarovizēti	42^{b}	80^{cde}
		jarovizēti	42^{b}	72^{bc}
2018.	kultūraugsne	nejarovizēti	51^{cd}	58^{a}
		jarovizēti	52^{cd}	61^{ab}
	reliktkarbonātis ka brūnaugsne	nejarovizēti	52^{cd}	55^{a}
		jarovizēti	54^{d}	57^{a}

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku starpību (Dunkana kritērijs, p=0.05)

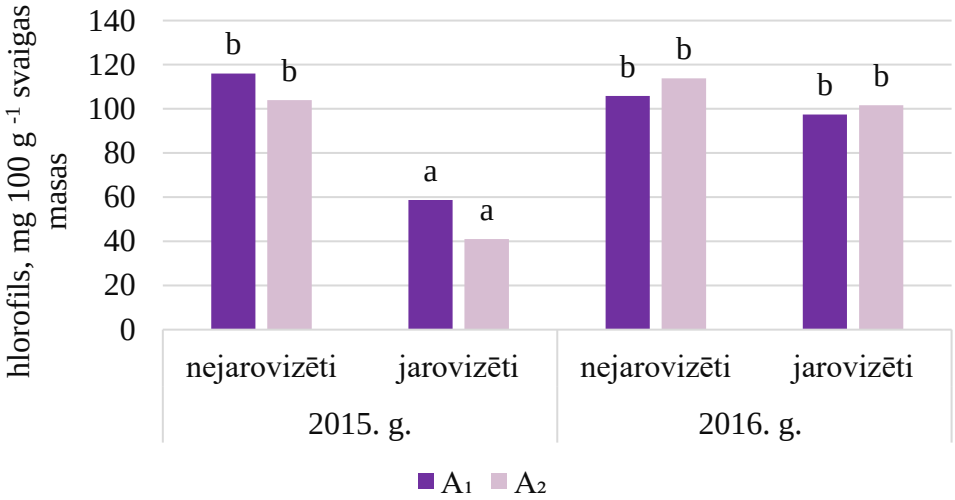
Vidēji pa visiem eksperimenta variantiem lapu rozetes diametrs bija no 58 līdz 88 cm. Lapu rozetes diametra mērījumi parāda tādu pašu tendenci kā augu augstumam – pirmos divus gadus tas bija lielāks augiem, kas bija audzēti no nejarovizētām sēklām, bet trešajā eksperimenta gadā – audzējot no jarovizētām sēklām, bet kopumā atšķirības bija nebūtiskas. Novērtējot atšķirības starp augsnēm, visus trīs gadus konstatēts, ka augu rozete bija platāka kultūraugsnē augušajiem augiem un no visiem trīs gadiem platākā tā bija pirmajā eksperimenta gadā. Tunisijā audzējot artišokus kā daudzgadīgu kultūraugu, konstatēts, ka augu augstums laika periodā no 70. līdz 190. dienai pēc to izstādīšanas variēja no 0.4 līdz 1.2 m, bet augu diametrs svārstījās robežās no 0.7 līdz 1.4 m (Riahi et al., 2017). Izstrādātajā izmēģinājumā augu augstuma un diametra attiecība bija mazāka (0.5 līdz 0.9) salīdzinājumā ar sešām Spānijā audzētām šķirnēm, kur tā bija 1 līdz 1.3 (Pérez-Esteve et al., 2018).

Izmēģinājuma rezultāti rāda, ka ir daudz neskaidrību par artišoku audzēšanu un ražas iegūui ne vien Latvijā, bet arī citviet pasaulē. Turklāt valstīs, kur tos audzē visvairāk, artišoki tiek audzēti vairākus gadus pēc kārtas, kas apgrūtina to salīdzināšanu ar Baltijas valstu reģiona pieredzi un iespējām, jo mūsu apstākļos tie nepārziemo. Viennozīmīgi Latvijā ir iespējams iegūt artišoku ražu, tikai ir nepieciešami plašāki pētījumi šī auga fizioloģisko procesu izpratnei un agrotehnikas izstrādei.

3.5. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku galviņu bioķīmisko sastāvu

Bieži vien **hlorofila** satura mērījumus veic, lai novērtētu augu augšanas intensitāti, jo tā saturs ir cieši saistīts ar fotosintēzes intensitāti. Novērtējot vidējo hlorofila saturu artišoku galviņās vairākas reizes visā veģetācijas periodā, tas būtiski atšķīrās gada ietvaros ($p = 0.000$) un atkarībā no sēklu diedzēšanas veida ($p = 0.000$), bet augsne, kādā augi tika audzēti, to būtiski neietekmēja ($p = 0.37$). Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 3%. Starp visiem trīs faktoriem būtiska mijiedarbība nav konstatēta, bet atsevišķās divu faktoru kombinācijās tā bija būtiska (gads × augsne un gads × sēklu diedzēšanas veids). Abos gados hlorofila daudzums vidēji visos eksperimenta variantos bija no 41 līdz 114 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.38. att.). Pirmajā gadā augstāks hlorofila saturs bija variantā, kur artišoki auga kultūraugsnē, bet otrajā gadā bija pretēji – augstāks hlorofila saturs bija artišoku galviņās, kas

auga reliktkarbonātiskā brūnaugsnē, bet atšķirības bija statistiski nebūtiskas. Abos gados augstāks hlorofila saturs bija variantos, kur sēklas diedzēja bez jarovizācijas, bet būtiska šī atšķirība bija tikai 2015. gadā.

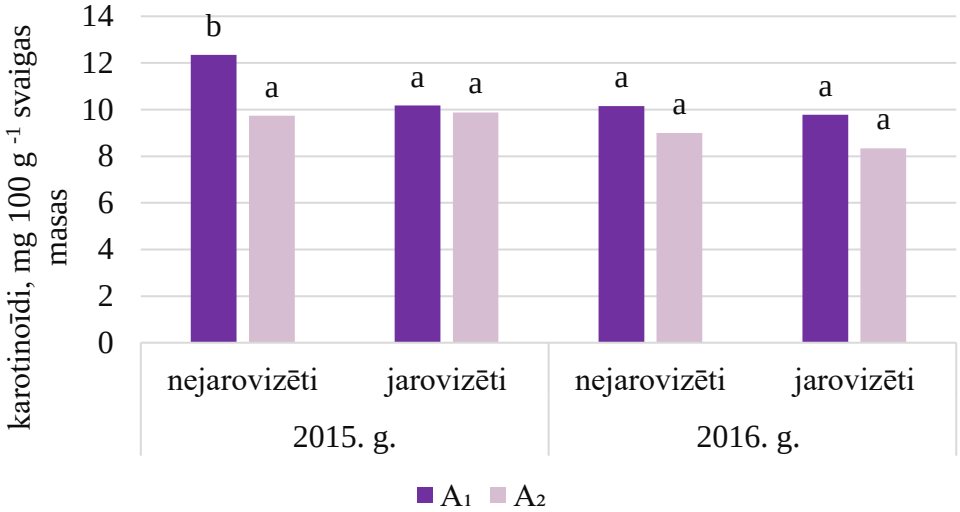


A_1 – kultūraugsne, A_2 – reliktkarbonātiska brūnaugsne

3.38. att. **Hlorofila saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg 100 g^{-1} svaigas masas ***
*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Spānijā izvērtējot divu šķirņu un trīs hibrīdu artišoku galviņas, hlorofila saturs bija no 95 līdz 325 mg 100 g^{-1} sausas masas (Turkiewicz et al., 2019), kas, pārrēķinot uz 100 g svaigas masas būtu 16–55 mg, izvēloties vidējo mitruma saturu, kāds raksturīgs artišokiem (85%). Hlorofila saturs var atšķirties ne tikai atkarībā no šķirnes, bet to var ietekmēt arī dažādi citi faktori. Pētījumā Amerikas Savienotajās Valstīs, audzējot artišoku dēstus, novērota būtiska gaismas ietekme uz hlorofila daudzumu. Augstāks hlorofila saturs bijis augus audzējot zem mākslīgas sarkanās gaismas (gaismas intensitāte 20 mol m^{-2} d^{-1}) salīdzinājumā ar augiem, kas auga dabīgā apgaismojumā (gaismas intensitāte 68 mol m^{-2} d^{-1}). Teju uz pusi zemāks hlorofila saturs bija augiem, kas tika audzēti zem zilās (gaismas intensitāte 4 mol m^{-2} d^{-1}) un baltās gaismas lampām (gaismas intensitāte 2 mol m^{-2} d^{-1}). Hlorofila saturs augu lapās svārstījās no 75 līdz 200 mg 100 g^{-1} sausas masas (Rabara et al., 2017).

Novērtējot vidējo **karotinoīdu** saturu veiktajā izmēģinājumā visā veģetācijas periodā artišoku galviņās, tā saturs būtiski atšķīrās gada ietvaros ($p = 0.02$) un atkarībā no tā, kādā augsnē augi tika audzēti ($p = 0.01$), bet sēklu diedzēšanas veids to būtiski neietekmēja ($p = 0.13$). Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 0.5%. Starp visām faktoru kombinācijām būtiska mijiedarbība nav konstatēta. Abos gados karotinoīdu daudzums vidēji visos eksperimenta variantos svārstījās no 8.3 līdz 12.3 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.39. att.).



A_1 – kultūraugsne, A_2 – reliktkarbonātiska brūnaugsne

3.39. att. **Karotinoīdu saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg 100 g^{-1} svaigas masas ***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

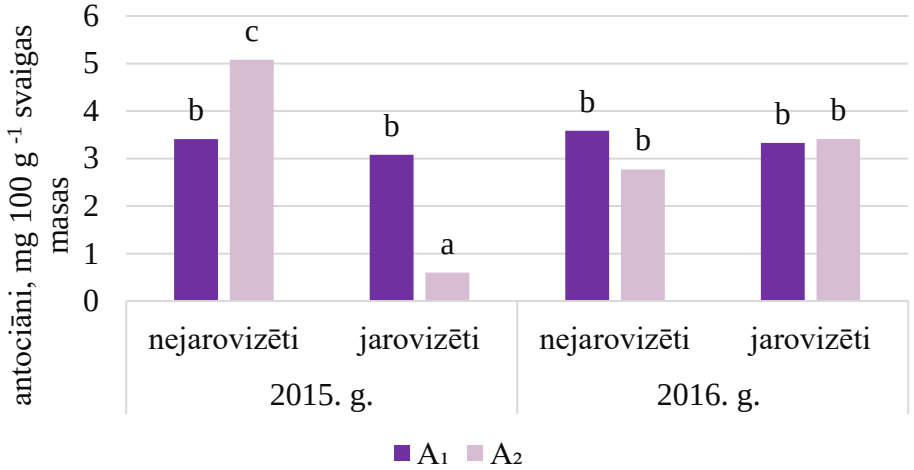
Abos gados konstatēta kopīga tendence, ka karotinoīdu saturs nebūtiski augstāks bija kultūraugsnē augušajiem augiem, izņemot 2015. gada variantu ar nejarovizētiem dīgstiem, kad starp augsnēm bija būtiskas atšķirības. Tāpat arī abos gados nebūtiski augstāks karotinoīdu saturs bija augos, kas audzēti bez sēklu jarovizācijas. Spānijā vērtētajās šķirnēs un hibrīdos karotinoīdu saturs artišoku galviņās bija līdzīgs kā ierīkotajā izmēģinājumā iegūtie rādītāji – no 20 līdz 50 mg 100 g^{-1} sausas masas (Turkiewicz et al., 2019). Tā kā artišoku sausnas saturs ir vidēji 15%, tad pārrēķinot uz svaigu masu, tie būtu 3.5 līdz 8.5 mg uz 100 g.

Tā kā artišoku šķirnēm raksturīga liela ģenētiskās mainība, tad arī galviņu forma izmēģinājumā bija dažāda, un bija arī vizuāli novērojamas atšķirības antociānu radītās zilās nokrāsas intensitātē (3.40. att.). **Antociānu** saturs ir ļoti atkarīgs gan no šķirnes, gan galviņu ārējo zvīņu krāsas (Bekheet, Sota, 2019). Galvenie antociāni artišokos ir cianidīna glikozīdi, kas atsevišķiem genotipiem veido violetas nokrāsas ārējās galviņas zvīņas/lapas un zieda centrālo daļu, lai pievilinātu apputeksnētājus (Pandino et al., 2012).

3.40. att. **Šķirnes 'Green Globe' galviņas izmēģinājumā** (autores foto)

Novērtējot vidējo antociānu saturu artišoku galviņās visā veģetācijas periodā, to saturu būtiski ietekmēja tikai pielietotais sēklu diedzēšanas veids ($p = 0.000$). Faktoru ietekmes

īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 3%. Savukārt starp visām faktoru kombinācijām konstatēta būtiska mijiedarbība, izņemto vienu kombināciju – gads × sēklu diedzēšanas veids. Abos gados antociānu daudzums vidēji visos eksperimenta variantos bija no 0.6 līdz 5.1 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.41. att.), kas ir līdzīgs ar Tunisijā audzētajiem augiem, kur antociānu saturs svārstījās starp 2.5 un 3.7 mg 100 g^{-1} svaigas masas, atkarībā no šķirnes (Dabbou et al., 2017).

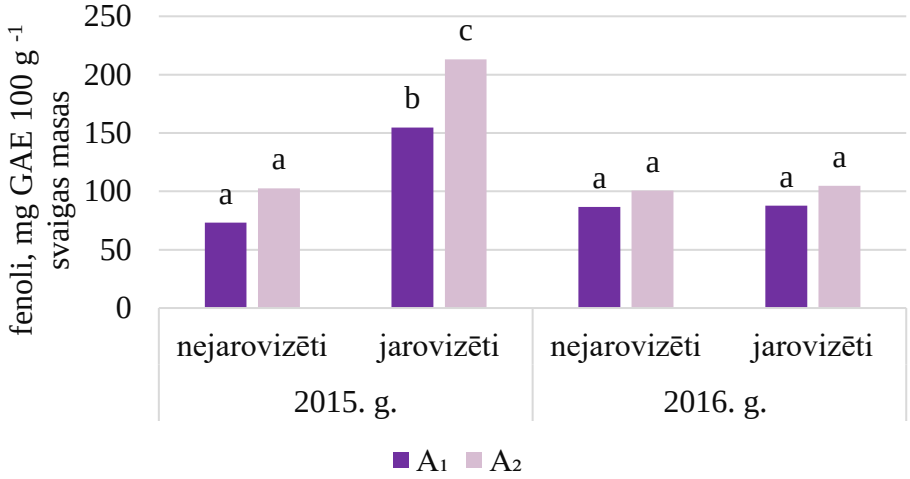


A_1 – kultūraugsne, A_2 – reliktkarbonātiska brūnaugsne

3.41. att. **Antociānu saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**
*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Izmēģinājuma rezultātiem nav konstatētas vienotas likumsakarības antociānu veidošanās daudzumā atkarībā no pētītajiem faktoriem visu izmēģinājuma gadu griezumā. 2015. gadā atšķirības starp variantiem bija visizteiktākās, savukārt 2016. gadā atšķirības starp variantiem bija statistiski nebūtiskas. Literatūrā ir minēts, ka antociānu satura atšķirības ir vērojamas arī atkarībā no auga daļas, kur tas ir noteikts. Tunisijā veiktā pētījumā atklāts, ka no divām šķirnēm, vienai no tām ('Blanc d'Oran') antociānu saturs augu lapās bija lielāks salīdzinājumā ar auga galviņu. Abām šķirnēm, kas bija iekļautas eksperimentā, antociānu saturs auga galviņās bija 8 un 15 mg 100 g^{-1} sausas masas (Dabbou et al., 2016), kas attiecīgi svaigā masā būtu 1.3–2.5 mg uz 100 g.

Divi galvenie **fenolu** savienojumi, kas ir sastopami artišoku galviņās, ir hlorogēnskābe un cinarīns. Tiem piemīt spēcīga antioksidatīvā aktivitāte. Fenolu saturs un to aktivitāte artišokos var atšķirties atkarībā no augu daļas un šķirnes, galviņas nogatavošanās pakāpes, uzglabāšanas un pārstrādes (Shinohara et al., 2011). Abos izmēģinājuma gados iegūto fenolu daudzums pa variantiem variēja no 73 līdz 213 mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas (3.42. att.). Itālijas centrālajā daļā novērtējot kopējo fenolu daudzumu četrām šķirnēm ar citu metodi, iegūtas ļoti augstas fenolu satura vērtības – no 7 līdz 17 mg GAE g^{-1} svaigas masas (Graifenberg et al., 2013). Visiem pētījuma faktoriem bija būtiska ietekme ($p = 0.00$) uz fenola saturu artišoku galviņās. Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 4%. No faktoru kombinācijām būtiska mijiedarbība bija tikai vienai kombinācijai (gads × sēklu diedzēšanas veids).



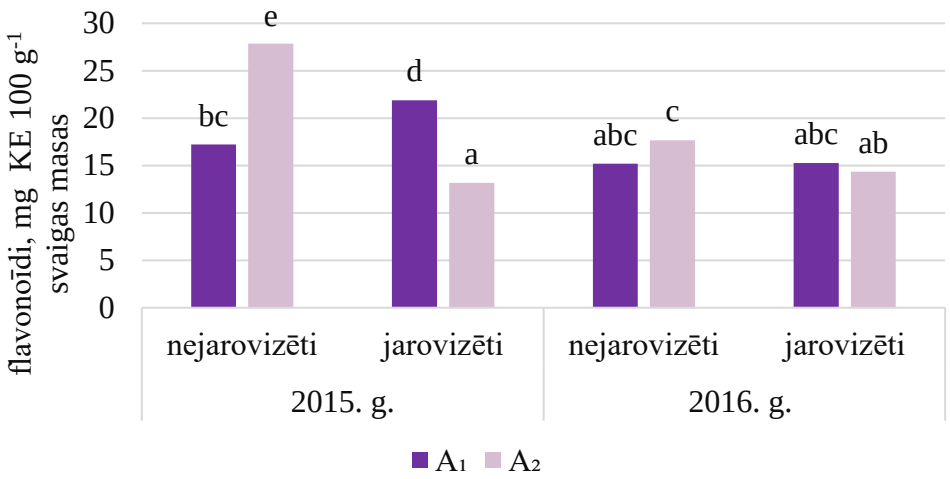
A_1 – kultūraugsne, A_2 – reliktkarbonātiska brūnaugsne

3.42. att. **Fenolu saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas ***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Abos ražas gados konstatēta kopīga tendence, ka nebūtiski vairāk fenolu sintezējās augos, kas auga reliktkarbonātiskā brūnaugsnē. Tāpat abos ražas gados novērots, ka nebūtiski augstāks fenolu saturs bija to augu galviņās, kas audzēti, izmantojot jarovizētas sēklas. 2015. gadā konstatētas būtiskas fenolu satura atšķirības starp augiem, kas audzēti bez sēklu jarovizācijas, un tiem, kas audzēti, izmantojot jarovizētas sēklas. 2016. gadā bija nebūtiskas atšķirības abos sēklu diedzēšanas veidos un arī starp augsnēm nebija būtiskas atšķirības. Pēc divu gadu rādītājiem nevar spriest, kādi meteoroloģiskie apstākļi sekmē fenolu veidošanos artišoku augos. Pētījumā Teksasā ir novērots, ka sausuma stresa apstākļos fenolu savienojumi sintezējas vairāk. Eksperimentā, kurā apūdeņošana bija veikta 50% apmērā no kopējā iztvaikošanas daudzuma, fenolu saturs bija augstākais. Savukārt ražas novākšanas laiks ietekmēja fenolu veidošanos, pirmajās ražas reizēs to saturs bija augstākais (Shinohara et al., 2011). Salīdzinājumā ar citiem bioloģiski aktīvajiem savienojumiem ar fenoliem tiek uzņemta lielākā antioksidantu deva. Fenoliem raksturīga par 90% lielāka antioksidatīvā aktivitāte salīdzinājumā, piemēram, ar C vitamīnu un karotinoīdiem (Correa et al., 2015).

Salīdzinājumā ar citiem dārzeņiem, artišokos ir augstāks polifenolu saturs. Tie labvēlīgi ietekmē patērētāju veselību (Turkiewicz et al., 2019). **Flavonoīdi** ir lielākā polifenolu grupa, arī to saturu ietekmē dažādi faktori, piemēram, genotips, vides apstākļi (temperatūra, gaisma, augsne), audzēšanas sistēma, uzglabāšana. Polifenolu noteikšanai augos tiek izmantotas vairākas metodes, kas datu interpretācijā spēlē nozīmīgu lomu. Līdz ar to diezgan bieži ir grūti savstarpēji salīdzināt dažādu pētījumu datus. Genotips un auga daļa (galviņa, kāts, lapas) ir galvenie faktori, kas ietekmē polifenolu savienojumu saturu paraugā. Itālijā veiktā pētījumā izvērtējot 17 lodveida artišoka šķirnes, to kopējais polifenolu saturs variēja no 12 līdz 59 mg KE g^{-1} svaigas masas (Pandino et al., 2012), līdzīgi rezultāti minēti arī par Tunisijā analizētajām divām šķirnēm, kur flavonoīdi bija 51 un 62 mg KE g^{-1} sausas masas (Dabbou et al, 2016). Izmēģinājumā iegūtās flavonoīdu satura vērtības variēja no 13 līdz 28 mg KE 100 g^{-1} svaigas masas (3.43. att.).



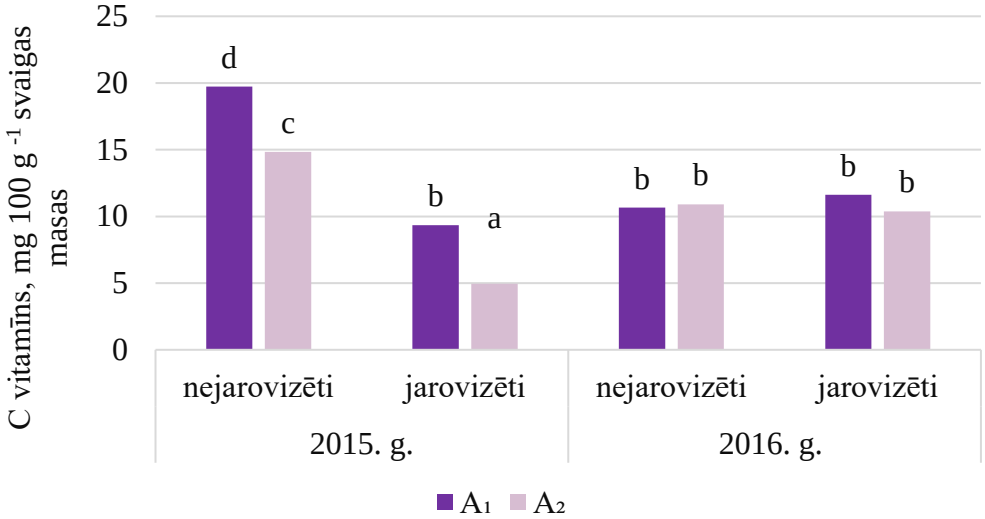
A_1 – kultūraugsne, A_2 – reliktkarbonātiska brūnaugsne

3.43. att. **Flavonoīdu saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg KE 100 g^{-1} svaigas masas ***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Izmēģinājumā statistiski būtiskas atšķirības flavonoīdu saturam artišoku galviņās bija konstatētas starp izmēģinājuma gadiem, kā arī starp dīgstu apstrādes veidu ($p = 0.000$). Augsne, kādā augi tika audzēti, to būtiski neietekmēja. Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 1%. Starp visām faktoru kombinācijām konstatēta būtiska mijiedarbība ($p > 0.05$), izņemot kombināciju gads × augsne ($p = 0.88$). Abu ražas gadu rezultātos konstatēta kopīga tendence, ka augiem, kas, audzēti bez jarovizācijas, augstāks flavonoīdu saturs bija reliktkarbonātiskā brūnaugsnē (būtiski tikai 2015. gadā), savukārt reliktkarbonātiskā brūnaugsnē – bez jarovizācijas flavonoīdi vairāk sintezējās augiem, kas auga kultūraugsnē (būtiski tikai 2015. gadā). Salīdzinot flavonoīdu saturu augos pa gadiem, augstāks flavonoīdu saturs artišoku galviņās bija konstatēts 2015. gadā. Ražas vākšanas laikā bija nepietiekams mitruma nodrošinājums, HTK augustā bija tikai 0.3 un septembrī 0.9. 2016. gadā nepietiekams mitruma nodrošinājums bija vienu mēnesi (septembrī), kad HTK bija 0.5. Vidējā gaisa temperatūra septembrī 2015. gadā bija zemāka nekā 2016. gada septembrī. 2015. gadā nakts stundās tā noslīdēja jau zem nulles.

Novērtējot **C vitamīna** satura atšķirības artišoku galviņās starp dažādiem pētāmajiem faktoriem, novērotas būtiskas atšķirības starp visiem faktoriem ($p < 0.05$). Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 4%. Novērota arī būtiska mijiedarbība starp faktoru kombinācijām izmēģinājuma gads × augsne un izmēģinājuma gads × sēklu apstrādes veids. No visām abu ražas gadu veģetācijas perioda ražas vākšanas reizēm vidēji pa variantiem C vitamīna saturs galviņās variēja robežās no 5 līdz 20 mg 100 g^{-1} svaigas masas (3.44. att.).

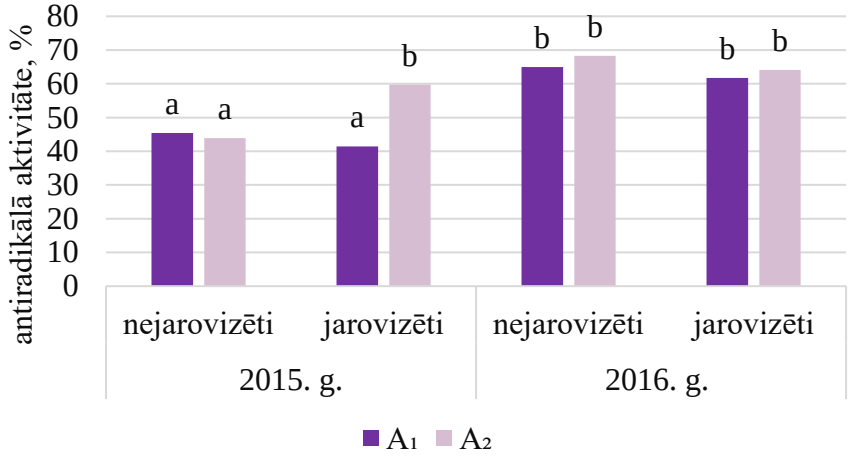


A_1 – kultūraugsne, A_2 – reliktkarbonātiska brūnaugsne

3.44. att. **C vitamīna saturs artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, mg 100 g^{-1} svaigas masas**
*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

2015. gadā būtiski augstāks C vitamīna saturs bija augiem, kas audzēti no nejarovizētiem dīgstiem, abās augsnēs (5–20 mg 100 g^{-1} svaigas masas). Savukārt 2016. gadā nav konstatētas būtiskas atšķirības. Polijā trīs gadu periodā audzētas divas lodveida artišoka šķirnes un noteikts C vitamīna saturs galviņu zvīņās un galviņu centrālajā daļā. Vienai no šķirnēm (‘Symphony’) vidēji trīs gados galviņu centrālajā daļā C vitamīns bija 14.5 mg un ārējās zvīņās 11.3 mg 100 g^{-1} svaigas masas. Otrai šķirnei (‘Madrigal’) bija būtiska atšķirība starp C vitamīna saturu galviņu centrālajā daļā un zvīņās – attiecīgi 15.8 un 6.5 mg 100 g^{-1} svaigas masas. No visiem eksperimenta gadiem augstākais C vitamīna saturs bija gadā, kad ražas vākšanas laikā augustā bija augstāka gaisa temperatūra un vairāk nokrišņu (Salata, Gruszecki, Dyduch, 2012). Ierīkotajā izmēģinājumā 2016. gadā augustā, kad sākās ražas vākšana, nokrišņi, bija 70 mm, bet 2015. gadā tikai 16 mm. Septembris mitrāks bija 2015. gadā. Pēc iegūtajiem rezultātiem divu gadu periodā nevar precīzi novērtēt, kādos laika apstākļos C vitamīns sintezējās vairāk. Arī Itālijas dienvidos konstatētas atšķirības starp dažādiem genotipiem un ražas vākšanas laikiem. Novērtējot četrus genotipus, C vitamīna saturs bija no 3 līdz 6 mg 100 g^{-1} svaigas masas un augstāks tas bija vēlākajās ražas vākšanas reizēs, bet eksperimenta aprakstā nav norādīti meteoroloģiskie apstākļi, lai salīdzinātu ar izstrādātā pētījuma rezultātiem (Melilli et al., 2013). Kādā citā Itālijā veiktā pētījumā C vitamīns saturs artišoku galviņās bija14 mg 100 g^{-1} svaigas masas (Dosi et al., 2013).

No bioloģiski aktīvajiem savienojumiem, augstākā antiradikālā aktivitāte raksturīga polifenoliem un C vitamīnam. **Antiradikālā aktivitāte** atšķiras no pielietotās kolorimetriskās metodes (Dabbou et al., 2017; Mabeau et al., 2007). Polijā konstatēts, ka atkarībā no metodes, analizējot ekstraktu, kas iegūts no lodveida artišoku lapām šķirnei ‘Green Globe’, antiradikālā aktivitāte bija no 44% (DDPH metode) līdz 80% (ABTS metode) (Biel et al., 2019). Savukārt Tunisijā audzējot divas šķirnes un analizējot pēc DPPH metodes, antiradikālā aktivitāte bija noteikta 63 un 70% (Dabbou et al., 2017). Ierīkotajā izmēģinājumā abu gadu periodā antiradikālā aktivitāte (nosakot pēc DDPH metodes) vidēji variēja no 41 līdz 68% (3.45. att.). Tomēr rezultāti nav precīzi salīdzināmi, jo katrā pētījumā ir izmantoti dažādi izejas šķīdumi un reaģentu tilpumi, kā rezultātā bijuši dažādi atšķaidījumi.



A_1 – kultūraugsne, A_2 – reliktkarbonātiska brūnaugsne

3.45. att. **Antiradikālā aktivitāte artišoku galviņās 2015.–2016. gadā, %***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

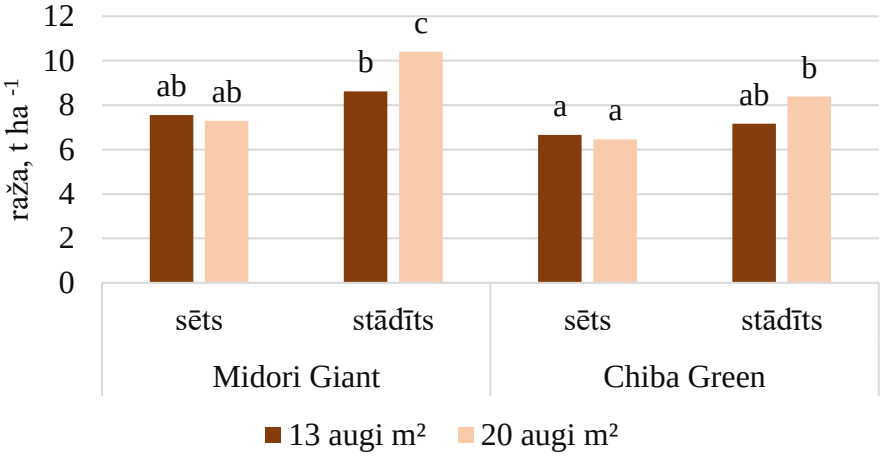
Pēc iegūtajiem rezultātiem, konstatēts, ka būtiskas atšķirības artišoku paraugu antiradkālajā aktivitātē bijušas gan starp izmēģinājuma gadiem ($p = 0.000$), gan arī starp augsnēm ($p = 0.01$), savukārt sēklu apstrādes veids nav to statistiski būtiski ietekmējis ($p = 0.57$). Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 2%. Tomēr nav konstatēta būtiska gada × augsnes faktoru mijiedarbība ($p = 0.18$), pārējām faktoru kombinācijām ir konstatēta būtiska faktoru mijiedarbība ($p < 0.05$). Izmēģinājumā novērojama tendence augstāku antiradikālu aktivitāti uzrādīt augiem, kas auguši reliktkarbonātiskā brūnaugsnē, bet kopumā atšķirības bijušas nebūtiskas. 2016. gadā nav konstatētas būtiskas atšķirības starp nevienu faktoru.

Fenolu un C vitamīnu saturu artišoku galviņās būtiski ietekmēja visi pētāmie faktori. Hlorofila un flavonoīdu saturu būtiski ietekmēja gada un diedzēšanas veida atšķirības, bet karotinoīdu saturu un antiradikālo aktivitāti būtiski ietekmēja gada un augsnes atšķirības. Antociānu saturu būtiski ietekmēja tikai dīgstu apstrādes veids. Nereti nav konstatēta atsevišķa faktora būtiska ietekme, bet kombinācijā ar citu faktoru ietekme bijusi būtiska. Nav novērota vienota tendence, pie kādiem apstākļiem veidojās augstāks bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums artišokos. Gada ietvaros, pārsvarā visiem bioķīmiskajiem rādītājiem 2016. gadā nebija būtiskas atšķirības ne starp ne starp augsnes variantiem, ne sēklu diedzēšanas variantiem.

3.6. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas pākšu ražu

Izmēģinājumā trīs gadu periodā no 2017. līdz 2019. gadam katru gadu atsevišķi vērtēta dārzeņu sojas pupiņu pākšu raža katrā izmēģinājuma lauciņā, pēc tam to pārrēķinot uz t ha^{-1}. Pa izmēģinājuma gadiem raža pakāpeniski samazinājās.

2017. gadā ražu būtiski ietekmēja gan audzēšanas veids (ar dēstu vai sēja tieši laukā) ($p = 0.000$), gan arī šķirnes ($p = 0.002$). Augu biezībai netika konstatēta būtiska ietekme uz ražu ($p = 0.10$). Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 1%. 2017. gadā raža variēja no 6.5 līdz 10.4 t ha^{-1} (3.46. att.).

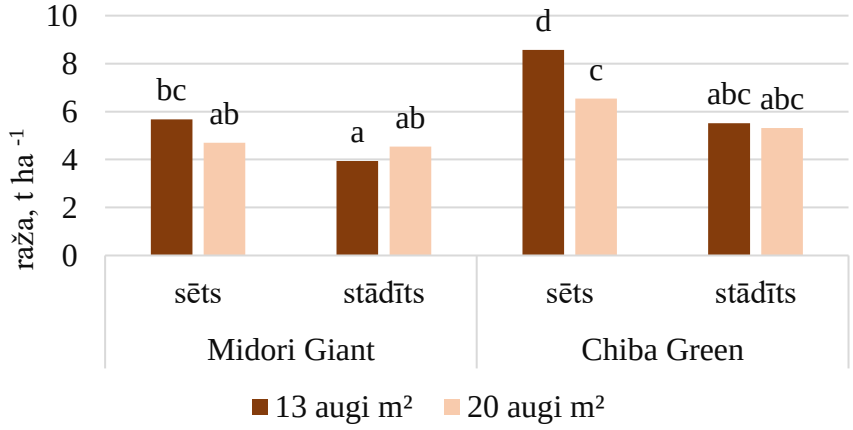


3.46. att. **Dārzeņu sojas pākšu raža 2017. gadā, t ha^{-1}***

*(lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Augstākā raža 10.4 t ha^{-1} iegūta šķirnei 'Midori Giant', to audzējot no dēstiem, pie augstākās augu biezības. Savukārt zemākā raža ievākta šķirnei 'Chiba Green', arī lielākās augu biezības variantā, sējot tieši laukā. Abām šķirnēm novērots, ka, sējot tieši laukā, augstāka raža iegūta pie zemākās augu biezības, bet, audzējot no dēstiem, augstāka raža iegūta pie lielākās augu biezības. Tas būtu skaidrojams ar to, ka, sējot tieši laukā, augi bija kuplāki, līdz ar to, pie lielākas augu biezības tie viens otru vairāk noēnoja, līdz ar to veidoja mazāk pākšu, kas samazināja kopējo ražu. Arī statistiski veicot visu faktoru mijiedarbības analīzi, vienīgā būtiskā ietekme tika konstatēta audzēšanas veida un augu biezības mijiedarbībai ($p = 0.03$). Abos audzēšanas veidos un biezībās, kā ražīgākā šķirne 2017. gadā bija 'Midori Giant'.

Arī 2018. gadā konstatēts, ka ražu būtiski ietekmēja gan audzēšanas veids ($p = 0.000$), gan genotips ($p = 0.002$), bet augu biezībai netika konstatēta būtiska ietekme uz ražu ($p = 0.07$). Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 2%. Šajā gadā raža variēja no 3.9 līdz 8.6 t ha^{-1} (3.47. att.).



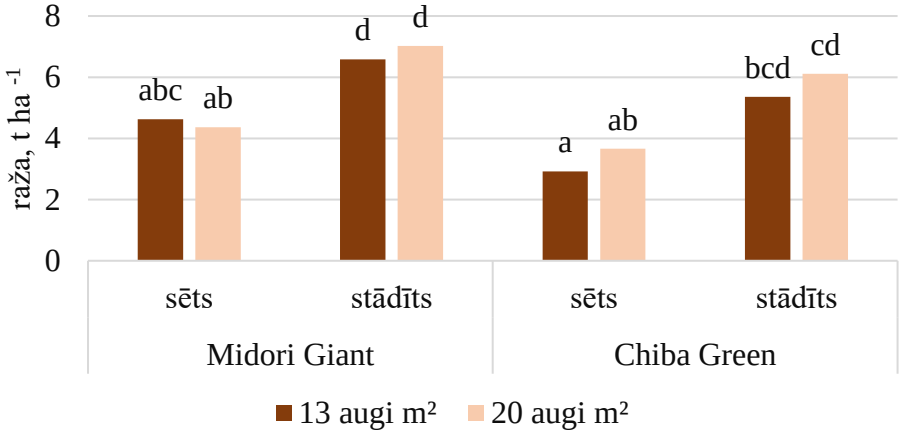
3.47. att. **Dārzeņu sojas pākšu raža 2018. gadā, t ha^{-1} ***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Augstākā raža (8.6 t ha^{-1}) iegūta šķirnei 'Chiba Green, to sējot tieši laukā pie zemākās augu biezības. Savukārt zemākā raža konstatēta šķirnei 'Midori Giant', arī pie zemākās augu biezības varianta, bet audzējot ar dēstiem. Lai arī ne tik izteikti, kā iepriekšējā, izmēģinājuma gadā, arī 2018. gadā novērots, ka, sējot tieši uz lauka, augstāka, raža iegūta pie zemākās augu biezības, bet, audzējot no dēstiem, augstāka raža iegūta pie lielākās augu biezības. Šī tendence gan neparādās šķirnei 'Chiba Green', kur stādītajā variantā pie lielākās augu biezības raža bija nebūtiski zemāka (par 0.2 t ha^{-1}) nekā pie zemākās augu biezības. Tāpat kā pirmajā

eksperimenta gadā, arī otrajā gadā vienīgā faktoru mijiedarbības būtiskā ietekme konstatēta audzēšanas veidam × biezība (p = 0.02). 2018.gadā ražīgākā bija šķirne 'Chiba Green'.

Arī 2019. gadā, līdzīgi kā abos iepriekšējos gados, ražu būtiski ietekmēja gan audzēšanas veids (p = 0.000), gan genotips (p = 0.007), bet augu biezībai netika novērota būtiska ietekme (p = 0.30). Faktoru ietekmes īpatsvars η^2 nevienam no faktoriem nepārsniedza 5%. Šajā gadā raža svārstījās robežās no 2.9 līdz 7.0 t ha^{-1} (3.48. att.).



3.48. att. **Dārzeņu sojas pākšu raža 2019. gadā, t ha^{-1}***

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, p < 0.05)

Augstākā raža – 7.0 t ha^{-1} iegūta šķirnei 'Midori Giant', to audzējot ar dēstiem pie augstākās augu biezības. Savukārt zemākā raža konstatēta šķirnei 'Chiba Green' pie zemākās augu biezības, sējot tieši laukā. Visos variantos augu biezība statistiski būtiski neietekmēja ražību. Visos audzēšanas variantos, izņemot šķirni 'Midori Giant' sējot tieši laukā, novērots, ka nebūtiski augstāka raža bija iegūta variantos ar lielāku augu biezību. 2019. gadā būtiska faktoru mijiedarbība netika konstatēta nevienam faktoru pārim. Šajā gadā no abām pārbaudītajām šķirnēm, ražīgākā bija 'Midori Giant'.

Visus trīs gadus konstatēta samērā liela ražas variācija, nepārsniedzot 10 t ha^{-1}, un nenoslīdot zem 3 t ha^{-1}. Pētot dārzeņu sojas pupiņu ražības rādītājus citās valstīs, ir redzams, ka arī tur ražas svārstās ar salīdzinoši lielu amplitūdu atkarībā no genotipa, eksperimenta gada, izmēģinājuma vietas. Kopumā veiktajā izmēģinājumā ir sasniegts ļoti līdzīgs ražas apjoms kā citviet pasaulē. Indijā, izvērtējot desmit genotipus, raža variēja no 6.2 līdz 11.4 t ha^{-1} (Basavaraja, Naidu, Salimath, 2005), bet Brazīlijā, novērtējot piecus genotipus, ražas amplitūda svārstījās robežās no 5.7 līdz 11.2 t ha^{-1} (Castoldi et al., 2011). Citi pētnieki Taivānā konstatējuši, ka Japānas šķirnēm raža var sasniegt, līdz pat 19.7 t ha^{-1} (Mentreddy et al., 2002).

Veicot datu statistisko analīzi kopā visu trīs izmēģinājuma gadu rezultātiem, statistiski būtiska ietekme uz ražu konstatēta gadam (p = 0.000) un audzēšanas veidam (p = 0.000), bet šķirnei (p = 0.31) un augu biezībai (p = 0.54) netika konstatēta būtiska ietekme. Trīs gadu periodā parādījās vairākas būtiskas faktoru mijiedarbības: gads × audzēšanas veids (p = 0.000), gads × šķirne (p = 0.000), gads × biezība (p = 0.04) un audzēšanas veids × biezība (p = 0.004). Iegūtie dati apliecina pieņēmumu, ka bieži vien nav vērojama izteikta kāda viena konkrēta faktora ietekme uz dārzeņu sojas pupiņu ražību, bet to nosaka vairāku faktoru mijiedarbība, kas turklāt pa gadiem mainās. Vislabāk tas novērojams tādam faktoram kā augu biezība. Atsevišķi pa gadiem un visu gadu kopvērtējumā augu biezība ražu nav būtiski ietekmējusi, bet mijiedarbībā ar citiem pētāmiem faktoriem ir konstatēta būtiska ietekme. Par to liecina arī dati dažādās publikācijās par citās valstīs veiktiem pētījumiem par augu biezību. Piemēram, tiek minēts, ka, pat vienā vietā, pie vienādas augu biezības būs vērojamas sezonālas atšķirības, kas ietekmē augu augšanu un ražas veidošanos (Rahman, Hosain, 2011).

Veiktajā izmēģinājumā, novērtējot ražas atšķirības pa gadiem kontekstā ar faktoru mijiedarbību, konstatēts, ka visos gados nav vienāda šķirnes vai augu biezības ietekme. Svarīgi

ir arī konkrētā gada meteoroloģiskie apstākļi. Audzēšanas gaitas apkopojumā (2.2. tab.), skaidri redzama laika apstākļu ietekme uz veģetācijas perioda garumu. Trīs gadu periodā, kas tiek analizēts, ar katru gadu dārzeņu sojas veģetācijas periods saīsinājās. 2018. un 2019. gadā nācās veikt atkārtotu sēju, jo pirmajā sējas reizē sēklas neuzdīga kritiska mitruma nodrošinājuma dēļ, maijā otrajā dekādē, kad tika veikta sēja, nokrišņi, bija vien 5 mm. Arī atkārtota sēja nenodrošināja pilnīgu visu sēklu sadīgšanu (3.49. att.), abus gadus, jūnijā, kad tika veikta atkārtota sēja HTK nepārsniedza 1 (2.4. tab.). Šis apstāklis apstiprināja faktu, ka regulāram mitruma nodrošinājumam sēklu dīgšanas laikā ir ļoti liela nozīme sekmīgai dārzeņu sojas augu sadīgšanai un turpmākai attīstībai. Līdz ar to, veicot atkārtotu sēju, veģetācijas periods saīsinājās, jo tas pavirzījās vairāk vasaras virzienā, kad bija augstāka vidējā gaisa temperatūra un augi ātrāk auga un attīstījās.

3.49. att. **Tiešā sējā audzētā dārzeņu soja abos augu biezības variantos** (autores foto)

Vērtējot ražas izmaiņas pa gadiem, nav konstatētas izteiktas kāda viena faktora ietekmes tendences. Šķirnei 'Midori Giant' tieši laukā sētajā variantā, abos augu biezības variantos raža pa gadiem samazinājās. Savukārt augus audzējot ar dēstiem, augstākā raža bija iegūta pirmajā izmēģinājuma gadā (8.6 un 10.4 t ha^{-1}), bet zemākā – otrajā izmēģinājumā gadā (3.9 un 4.5 t ha^{-1}) (attiecīgi pie augu biezības 13 un 20 augi uz m^2). Šķirnei 'Chiba Green' tieši laukā sētajā variantā augstākā raža bija otrajā izmēģinājuma gadā (8.6 un 6.5 t ha^{-1}), un būtiski zemāka tā bija trešajā gadā (2.9 un 3.7 t ha^{-1}). Stādītajā variantā augstākā raža bija pirmajā gadā (7.2 un 8.4 t ha^{-1}), bet otrajā un trešajā gadā tās bija nebūtiski atšķirīgas (attiecīgi 5.5 un 5.3 t ha^{-1} un 5.4 un 6.1 t ha^{-1}) (attiecīgi pie augu biezības 13 un 20 augi uz m^2).

Ražas datu apkopojumā var secināt, ka ražība, ko ir iespējams iegūt dārzeņu sojai Latvijā, ir adekvāta citur pasaulē iegūstamajai, bet to noteicošo faktoru komplekss ir svārstīgs un bieži vien atkarīgs no vairāku apstākļu kopuma. Tomēr vienojoša iezīme ir tā, ka dārzeņu sojas veiksmīgas audzēšanas pamatā ir optimāls mitruma nodrošinājums, un pārējie faktori ir mainīgi un sekundāri.

3.7. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas augu morfoloģiskajiem parametriem

Abas ierīkotajā izmēģinājumā iekļautās Japānas izcelsmes šķirnes pēc to raksturojuma veido kompaktus, 50 – 60 cm garus augus.[6,7] Raksturojot kopumā sojas augus, to augstums, atkarībā no šķirnes, var būt robežās no 40 līdz pat 100 cm (Soya beans…, 2010). Piemēram,

[6] https://www.kitazawaseed.com/seed_578-8.html [tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 14. jūl.]
[7] https://www.kitazawaseed.com/seed_431-8.html[tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 14. jūl.]

Indijā, audzējot tai raksturīgos genotipus, augu augstums variēja starp 27 un 63 cm (Basavaraja, Naidu, Salimath, 2005).

Par galveno stresa faktoru, kas var samazināt sojas augu augstumu, tiek minēts sausuma radīts stress, tas novērots vairākos pētījumos (Mangena, 2018; Gosa, Lupo, Moshelion, 2019). Lai gan izmēģinājuma gadi raksturojas ar nepietiekamu nokrišņu daudzumu, nav konstatēts, ka augi būtu bijuši mazāki, nekā šķirnei raksturīgi tai tipiskajos audzēšanas un izcelsmes reģionos. Visos eksperimenta gados augu augstums vidēji pa variantiem variēja no 50 līdz 77 cm (3.2. tab.).

3.2. tabula

Dārzeņu sojas augu augstuma, pākšu skaita un masas izmaiņas dažādu faktoru ietekmē

Gads	Šķirne	Audzēšanas veids	Biezība	Auga augstums, cm	Pākšu skaits augā, gab.	10 pākšu masa, g
2017.	Midori Giant	sēts	13 augi m^2	70^{c*}	25^{c}	33^{ab}
			20 augi m^2	68^{bc}	17^{b}	30^{a}
		stādīts	13 augi m^2	63^{abc}	28^{c}	36^{bc}
			20 augi m^2	56^{ab}	25^{c}	34^{b}
	Chiba Green	sēts	13 augi m^2	62^{abc}	20^{b}	36^{bc}
			20 augi m^2	53^{a}	12^{a}	32^{ab}
		stādīts	13 augi m^2	56^{a}	24^{c}	40^{c}
			20 augi m^2	54^{a}	20^{b}	37^{bc}
2018.	Midori Giant	sēts	13 augi m^2	63^{cd}	28^{b}	33^{d}
			20 augi m^2	65^{d}	28^{b}	32^{d}
		stādīts	13 augi m^2	58^{bc}	26^{b}	23^{a}
			20 augi m^2	60^{bc}	27^{b}	21^{a}
	Chiba Green	sēts	13 augi m^2	61^{cd}	28^{b}	27^{c}
			20 augi m^2	56^{b}	27^{b}	34^{d}
		stādīts	13 augi m^2	50^{a}	24^{b}	25^{b}
			20 augi m^2	51^{a}	19^{a}	25^{bc}
2019.	Midori Giant	sēts	13 augi m^2	77^{e}	34^{e}	29^{e}
			20 augi m^2	68^{d}	31^{d}	24^{bc}
		stādīts	13 augi m^2	57^{bc}	15^{ab}	22^{a}
			20 augi m^2	59^{bc}	16^{b}	22^{ab}
	Chiba Green	sēts	13 augi m^2	62^{c}	31^{d}	29^{e}
			20 augi m^2	62^{c}	27^{c}	28^{de}
		stādīts	13 augi m^2	54^{ab}	14^{a}	26^{cd}
			20 augi m^2	50^{a}	14^{ab}	23^{ab}

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem parāda statistiski būtisku starpību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$)

Arī augu biezība tiek minēta kā viens no faktoriem, kas var ietekmēt augu augstumu. Tas novērots eksperimentos ar rožkāpostiem (Turbin et al., 2014). Arī audzējot nātres pie lielākas augu biezības, bijuši garāki augi (Baltina et al., 2012). Izvērtējot katra gada rādītājus, statistiski būtiskas atšķirības augu augstumam bija vērojamas atkarībā no šķirnes ($p = 0.000$), kā arī audzēšanas veids to būtiski ietekmēja ($p = 0.000$), bet ne augu biezība. Savukārt, novērtējot visus trīs gadus kopā, gada ietekmei nav konstatēta statistiski būtiska ietekme uz augu augstumu

(p = 0.07), taču visu trīs gadu griezumā parādās augu biezības būtiska ietekme uz augu augstumu (p = 0.02). Izpētot faktoru mijiedarbību, vienīgā būtiskā ietekme no daudzām iespējamām kombinācijām, konstatēta starp visu faktoru mijiedarbību: gads × audzēšanas veids × šķirne × biezība (p = 0.03). Kopumā konstatēts, ka garāki augi bija pie zemākās augu biezības, bet tikai pāris gadījumos tie bija būtiski garāki. Visos gados garāki augi bija šķirnei 'Midori Giant' – no 56 līdz 77 cm. Otrajā eksperimenta gadā šai šķirnei bija vismazākā izkliede augu augstuma mērījumiem (58–63 cm). Šķirnei 'Chiba Green' augu augstums bija no 52 līdz 62 cm. Salīdzinot audzēšanas veida ietekmi uz auga augstumu visos izmēģinājuma gados, konstatēts, ka garāki augi veidojās dārzeņu soju, sējot tieši laukā, nevis audzējot no dēsta.

Starp augu augstumu un pākšu skaitu augā pastāv vidēji cieša korelācija (r = 0.59), pieaugot auga augstumam, palielinās pākšu skaits uz auga. Novērtējot kopā visu trīs gadu rādītājus, statiski būtiska ietekme uz pākšu skaitu augā bija visiem pētāmajiem faktoriem: šķirnei, audzēšanas veidam, augu biezībai un gadam (p = 0.000). Savukārt vērtējot katra atsevišķa gada ietvaros, pirmajā un otrajā gadā augu biezība būtiski neietekmēja pākšu skaitu augā. Kopumā pa visiem izmēģinājuma gadiem pākšu skaits augā variēja no 12 līdz 34 pākstīm (3.2. tab.). Līdzīgi arī Indijas genotipiem pētījumā, kas veikts Indijā, konstatēts, ka vidējais pākšu skaits uz auga bijis 26 pākstis (Basavaraja, Naidu, Salimath, 2005). Kādā eksperimentā Dienvidāfrikā, pētot sausuma stresa ietekmi uz sojas augu anatomiju un morfoloģiju, kontroles variantā, nodrošinot optimālu mitrumu, novērots, ka pākšu skaits uz auga bija robežās no 19 līdz 36. Savukārt sausuma stresa apstākļos, kad laistīšana tika nodrošināta vienu reizi nedēļa un reizi divās nedēļās, pākšu skaits attiecīgi bija tikai 7 un 3 (Mangena, 2018). Kopumā veiktajā izmēģinājumā novērots, ka vairāk pākšu uz auga veidojas pie zemākās augu biezības. Salīdzinot abas izmēģinājumā iekļautās šķirnes, šķirnes 'Midori Giant' augi veidoja vairāk pākšu uz viena auga, salīdzinājumā ar šķirnes 'Chiba Green` augiem. Arī Ziemeļdakotā veiktā pētījumā novērots, ka šķirnes ģenētiskās īpašības ietekmē pākšu skaitu uz auga, kur mijiedarbībā ar gada ietekmi un apūdeņošanu pākšu skaits variēja no 28 līdz 81 (Dupong, Hatterman-Valenti, 2005). Arī Brazīlijā novērots, ka pākšu skaits, atkarībā no šķirnes, ir mainīgs, tur vērtētajiem genotipiem bija no 49 līdz 75 pākstīm uz auga (Castoldi et al., 2011). Novērtējot pākšu veidošanās izmaiņas pa gadiem, redzama noteikta likumsakarība abām šķirnēm: variantos, kur sēklas tika izsētas tieši uz lauka, pākšu skaits uz auga pa gadiem palielinājās, bet augiem, kas audzēti ar dēstiem, pākšu skaits ar katru gadu samazinājās, kas varētu būt daļēji saistīts ar to, ka laikā, kad veidojās pākstis sētajiem un stādītajiem, bija atšķirīgi meteoroloģiskie apstākļi, kā arī veicot dēstu pārstādīšanu var tikt traucēta vielu pārvietošanās augā, augi veidojās zemāki, kā rezultātā bija mazāk vietas, kur pākstīm veidoties.

Tāpat kā pākšu skaitu, arī 10 pākšu masu visu trīs gadu periodā statiski būtiski ietekmēja visi pētāmie faktori: šķirne, audzēšanas veids, augu biezība un gads (p = 0.000). Savukārt, vērtējot katra atsevišķa gada ietvaros, otrajā gadā audzēšanas veids būtiski neietekmēja 10 pākšu masu. Kopumā pa visiem izmēģinājuma gadiem 10 pākšu masa variēja no 21 līdz 40 gramiem (3.2. tab.). Lielākas pākstis veidojās pie zemākas augu biezības, kur augi bija vairāk izgaismoti (3.50. att.) un līdz ar to tiem bija iespējama produktīvāka fotosintētiskā darbība. Salīdzinot audzēšanas veidu, smagākas pākstis kopumā ir veidojušās augiem, kas tieši sēti laukā, lai gan šajā variantā augi bija augstāki, lielāku lapojumu, tādējādi arī ar mazāku izgaismojumu salīdzinājumā ar stādītajiem.

3.50. att. **No dēstiem audzētā dārzeņu soja abos augu biezības variantos** (autores foto)

Kopumā vissmagākās pākstis bija pirmajā eksperimenta gadā, dārzeņu soju audzējot no dēstiem. Šajā veģetācijas periodā nokrišņi bija 360 mm. 2018. un 2019. gadā smagākas pākstis bija variantos, kur dārzeņu soja sēta tieši laukā, attiecīgi nokrišņi veģetācijas periodā bija 170 un 415 mm. Augus audzējot no dēstiem, 2018. un 2019. gadā ir samērā līdzīga 10 pākšu masa. Tā bija zemāka nekā sētajos variantos, jo šiem augiem bija īsāks veģetācijas periods, kad augi, audzēti uz lauka, – līdz ar to arī īsāku periodu tie veidoja biomasu.

Garāks veģetācijas periods dārzeņu sojai ne vienmēr ir garants augstākas ražas ieguvei. Pie garāka veģetācijas perioda var nākties saskarties ar pazeminātas temperatūras ietekmi uz pākšu kvalitāti un pašu augu funkcionēšanas spējām (3.51. att.).

3.51. att. **Pazeminātas temperatūras bojātas pākstis un salnu bojājumi augiem** (autores foto)

Apkopojot biotisko stresa faktoru radītos bojājumus, jāsecina, ka to pagaidām ir maz. Uz atsevišķiem augiem bija novērots pa kādam *Hypena scabra* F. kāpuram. Tā kā sojas audzēšanā Latvijā līdz šim nav identificēti saimnieciski nozīmīgi kaitēkļi un slimības, tad nākotnē ir aktuāla to identificēšana. Ražas vākšanas laikā var nākties saskarties ar grauzēju bojājumiem (3.52. att.).

3.52. att. **Grauzēju bojātas dārzeņu sojas pākstis ražas laikā** (autores foto)

3.8. Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas pupiņu bioķīmisko sastāvu

Sojas pupiņas, salīdzinājumā ar citiem pākšaugiem, ir īpaši vērtīgas augstā olbaltumvielu satura dēļ. Sojas pupiņas satur līdz pat 40% olbaltumvielu, tādēļ tās ir viens no galvenajiem pārtikas olbaltumvielu avotiem visā pasaulē (Mentreddy et al., 2002; Xu et al., 2020). Izmēģinājumā ievāktajām pupiņām olbaltumvielu saturs variēja no 29.60 līdz 35.26% (3.3. tab.). Šis rādītājs dārzeņu sojai ir zemāks tādēļ, ka tā tiek novākta vēl nenobriedušā stadijā, kad sēkla vēl nav sasniegusi bioloģisko gatavību, līdz ar to - pilnu olbaltumvielu satura potenciālu.

3.3. tabula

Kopproteīna saturs svaigās dārzeņu sojas pupiņās, %

Gads	Šķirne	Audzēšanas veids	
		sēts	stādīts
2017.	‘Midori Giant’	31.92	32.90
	‘Chiba Green’	31.81	33.48
2018.	‘Midori Giant’	35.26	31.68
	‘Chiba Green’	35.05	29.60
2019.	‘Midori Giant’	31.28	31.51
	‘Chiba Green’	32.91	31.51

Novērtējot olbaltumvielu satura izmaiņas, redzams, ka no dēsta audzētajos augos, kopproteīnu saturs augstāks bija 2017. gadā (nokrišņu summa, kopš izstādīšanas uz lauka 260 mm un bija vairāki periodi, kad dienas maksimālā temperatūra bija tuvu pie 30°C), bet audzējot no sēklām – 2018. gadā (veģetācijas perioda nokrišņu summa bija viszemākā – vien 140 mm, kā rezultātā visus mēnešus HTK bija zem 1. Salīdzinot abas šķirnes, tās ir līdzīgas kopproteīnu satura ziņā. Nereti vienā variantā abām šķirnēm tas bija ļoti līdzīgs, atšķiroties tikai līdz 1% robežai. Proteīna saturu ietekmē ģenētiskās īpašības un augšanas vides faktori, jo īpaši mitruma nodrošinājuma un temperatūras ietekme sēklu veidošanās laikā. Tas pierādījies arī eksperimentā, kurā tikai sausuma stress būtiski ietekmēja proteīna izmaiņas kviešos, vairāk tas bija variantos, kam bija lielāks mitruma nodrošinājums (Parchin, Shaban, 2014). Tiek arī minēts, ka proteīna veidošanos sēklās neietekmē vides apstākļu svārstības, tas ir ļoti stabils (Singh et al., 1994). Taču arī eksperimentos ar soju, novērots, ka sausuma stresa ietekmē sojas

pupiņās proteīns sintezējās mazāk (Nakagawa et al., 2018). Līdzīgi novērojumi bijuši arī eksperimentos ar cūku pupām, kur sausuma stresa apstākļos proteīnu saturs bija zemāks (Abdelmula et al., 2012).

No trīs gadu rezultātiem var secināt, ka augstāka raža tika ievākta pirmajā izmēģinājumā gadā, kad bija labvēlīgākie augšanas apstākļi. Morfoloģisko parametru rādītāji bija svārstīgāki, atkarībā no šķirnes un audzēšanas veida. Kopumā lielāks pākšu skaits bija 2018. gadā, savukārt lielāka pākšu masa bija 2017. gadā. Gadu griezumā augstākais proteīna saturs bija 2018. gadā.

Kopsavilkums

Šajā pētījumā analizēta agroekoloģisko faktoru ietekme uz trīs Latvijā reti audzētu dārzeņu augšanu, ražu un tās kvalitāti. Rezultāti liecina, ka Latvijas apstākļos ir iespējams izaudzēt un iegūt ražu no visiem šiem dārzeņiem: lielās nātres, lodveida artišoka un dārzeņu sojas.

Eksperimentā ar *nātrēm,* tika analizēta ražas un bioloģiski aktīvo vielu atšķirības četriem dažādiem nātru kloniem, atkarībā no mēslojuma un ražas vākšanas biežuma, trīs gadu griezumā. Nātru raža variēja no 22 līdz 410 g m^{-2}. Visos trīs gados būtiski augstāka nātru raža tika iegūta variantā ar mēslojumu. No izmēģinājumā iekļautajiem kloniem uz mēslojumu visatsaucīgāk reaģēja I klons. Rezultāti parādīja izteiktu tendenci nātru ražai pa izmēģinājuma gadiem būtiski samazināties, jo augstāka raža tika iegūta, jo straujāks bija tās samazinājums ar katru nākamo izmēģinājuma gadu. Tikai trešajā pētījuma gadā tika konstatētas būtiskas atšķirības starp kloniem un ražas vākšanas biežumu. Pētījuma laikā augstāka raža tika iegūta, to vācot divas reizes veģetācijas periodā. Pētījuma laikā novērots, ka ražas veidošanos ietekmē meteoroloģiskie apstākļi, jo īpaši nokrišņi. Līdz ar to, jo sausāks bija pavasaris, jo garāks bija ražas veidošanās periods.

Izvērtējot gada, mēslojuma un ražas vākšanas biežuma ietekmi un atšķirības starp kloniem, konstatēts, ka antociānu, flavonoīdu, C vitamīna saturu un antiradikālo aktivitāti ietekmēja visi pētāmie faktori. Hlorofila un fenolu saturu ietekmēja visi pētāmie faktori, izņemot mēslojumu un karotinoīdu saturu ietekmēja pētījuma gads un ražas vākšanas biežums. Kopumā novērots, ka bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums nātrēs pa gadiem pakāpeniski pieauga. Nav konstatēta vienota tendence, pie kuras ražas vākšanas shēmas veidojas augstāks bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums augos. Tāpat arī netika konstatēta vienota tendence, kurā mēslojuma variantā ir augstāks bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums nātru lapās. No iegūtajiem rezultātiem visvērtīgākais bioķīmisko savienojumu ziņā bija IV klons.

Eksperimentā ar *artišokiem* tika analizēta ražas un bioloģiski aktīvo vielu atšķirības šķirnei 'Green Globe' atkarībā no augsnes un dīgstu apstrādes veida trīs gadu griezumā. Artišoku galviņu raža variēja no 85 līdz 385 gramiem no auga, vienā no gadiem raža netika iegūta. Ražojoši augi bija, gan variantos, kur dīgtiem bija veikta jarovizācija, gan arī variantā, kur jarovizācija netika veikta – šajā gadījumā, pavasarī izstādīšanas laikā, bija piemērota vidējā gaisa temperatūra, lai augi paspētu izietu dabisko jarovizāciju. Izvērtējot abu gadu ražu, tās apjomu ietekmēja gada atšķirības un augsnes atšķirības, bet dīgstu apstrādes veids to neietekmēja.

Fenolu un C vitamīnu saturu artišoku galviņās būtiski ietekmēja visi pētāmie faktori. Hlorofila un flavonoīdu saturu būtiski ietekmēja gada un diedzēšanas veida atšķirības, bet karotinoīdu saturu un antiradikālo aktivitāti būtiski ietekmēja gada un augsnes atšķirības. Antociānu saturu būtiski ietekmēja tikai dīgstu apstrādes veids. Nereti nav konstatēta atsevišķa faktora būtiska ietekme, bet kombinācijā ar citu faktoru ietekme bijusi būtiska. Nav novērota vienota tendence, pie kādiem apstākļiem veidojās augstāks bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums artišokos. Gada ietvaros, pārsvarā visiem bioķīmiskajiem rādītājiem 2016. gadā nebija būtiskas atšķirības ne starp ne starp augsnes variantiem, ne sēklu diedzēšanas variantiem.

Dārzeņu sojas eksperimentā tika analizēta raža un proteīna saturs pupiņās, atkarībā no šķirnes, audzēšanas veida un augu biezības trīs gadu griezumā. Ievākto pākšu ražība variēja no

2.9 līdz 10.4 t ha^{-1}. Visus trīs gadus konstatētas būtiskas atšķirības starp šķirnēm un audzēšanas veidu, bet augu biezībai nebija būtiska ietekme uz ražību. Izvērtējot kopā visus trīs gadus – atšķirības, ražībā, starp gadiem bija būtiskas, ar tendenci pa gadiem samazināties. Proteīna saturs pupiņās variēja no 29.60 līdz 35.26%, augstākais proteīna saturs bija 2018. gadā.

Gan nātrēm, gan dārzeņu sojai Latvijā ir ļoti augsts potenciāls to audzēšanai komerciālos nolūkos. Savukārt artišoki nebūs piemēroti komercaudzēšanai.

Latvijā mainīgā klimata un salīdzinoši īsas vasaras apstākļos, cilvēka uzturu var labi bagātināt ar pētījumā iekļautajiem dārzeņiem, kas dažādos pārtikas grozu ar vērtīgiem dārzeņiem, kas bagāti ar bioloģiski aktīvajiem savienojumiem.

Praktiskie ieteikumi

Nātres

- Augstāku ražu var iegūt to vācot divas reizes sezonā, turklāt pie šāda ražas vākšanas biežuma samazinās resursu patēriņš, salīdzinājumā ar biežāku ražas vākšanu.
- Ražas veidošanos ietekmē meteoroloģiskie apstākļi, jo īpaši regulārs mitruma nodrošinājums, tādēļ gan ierīkojot stādījumu, gan arī veģetācijas periodā ir jānodrošina apūdeņošana, ja ir neregulārs nokrišņu daudzums.
- Retāka ražas vākšana var paildzināt lauka ražošanas potenciālu.
- Svarīgs faktors sekmīgai ražas ieguvei ir nezāļu ierobežošana nātru stādījumā – tā jāveic regulāri un jāizvairās, lai blakus nav nekopti lauki ar augstu daudzgadīgo nezāļu izplatību.
- Nātru audzēšanas tehnoloģijas attīstīšanai un pētniecībai turpmāk varētu būt aktuāli jautājumi par audzēšanas attāluma ietekmi uz ražas apjomu un stādījumu kopšanas risinājumiem. Tāpat varētu turpināt klonu ģenētisko, morfoloģisko un bioķīmisko atšķirību izpēti, jo izmēģinājumā viennozīmīgi ir pierādījies, ka ražas un bioķīmiskie rādītāji cieši korelē ar genotipu.

Artišoki

- Eksperimentā pierādījās to lielā ģenētiskā mainība. Artišoku audzēšana komerciālā apjomā negarantēs drošu ražas iznākumu, jo ir pārāk daudz fizioloģisku īpatnību un nianšu, kas ne vienmēr ir kontrolējamas, bet ietekmē ražas iznākumu. Artišoku audzēšana būs piemērota vien mazās platībās, dārzeņu klāsta paplašināšanai.

Dārzeņu soja

- Ja nav iespējams nodrošināt regulāru apūdeņošanu sējumā, tad drošāks variants ir ražas ieguves variants ir dārzeņu soju audzēt ar dēstu.
- Apūdeņošanas sistēmas ierīkošana nodrošinās drošu ražas ieguvi.
- Rudens salnas negatīvi ietekmē pākšu izskatu, kas ir viens no galvenajiem kvalitātes rādītājiem, tādēļ agrāku ražu nodrošinās audzēšana no dēstiem.

SECINĀJUMI

1. Visus trīs izmēģinājuma gadus mēslojums būtiski palielināja nātru ražu. Kopumā novērota tendence augstāku nātru ražu iegūt pie divreizējas vākšanas sezonā, salīdzinājumā ar četrreizēju ražas vākšanu. Mēslošanai vislielākā ietekme uz ražas pieaugumu bija I klonam. Variantos bez mēslojuma ražīgākais bija III klons.
2. Nātru raža pa gadiem būtiski samazinājās. Meteoroloģiskie apstākļi ietekmēja ražas vākšanas periodu – ierobežota mitruma apstākļos raža veidojās lēnāk, pagarinot ražas vākšanas periodu.
3. Vācot ražu četras reizes sezonā, augstākā raža iegūta otrajā ražas vākšanas reizē (40% no kopējā ražas apjoma), bet ražu vācot divas reizes sezonā, augstākā raža iegūta pirmajā ražas vākšanas reizē (74%).
4. Bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums nātru lapās pa gadiem pieauga. Nav novērota vienota agroekoloģisko faktoru ietekme uz bioloģiski aktīvo savienojumu daudzumu nātrēs. Visbiežāk konstatēts, ka mēslojums pozitīvi ietekmēja bioloģiski aktīvo savienojumu saturu nātrēs. Augstākais bioloģiski aktīvo savienojumu saturs noteikts IV klonam.
5. Artišoku raža pa gadiem atšķīrās. Izmēģinājumā iegūtā raža no auga variēja no 89 līdz 385 gramiem. Ražas nestabilitātes dēļ artišoki nebūs piemēroti audzēšanai komerciālā dārzkopībā.
6. Netika konstatēta vienota agrotehnisko faktoru un meteoroloģisko apstākļu ietekme uz artišoku ražu un bioloģiski aktīvo savienojumu koncentrāciju artišoku galviņās.
7. Latvijas agroklimatiskajos apstākļos ir iespējams iegūt augstu un kvalitatīvu dārzeņu sojas ražu, lai gan tā pa gadiem būtiski atšķīrās (2.9–10.4 t ha^{-1}). Būtiski augstāka raža 2017. un 2019. gadā iegūta no šķirnes ‘Midori Giant’ augiem, audzējot no dēstiem, bet 2018. gadā būtiski labāk ražoja šķirnes ‘Chiba Green’ augi sētajā variantā. Kopproteīna saturs edamames pupiņās svārstījās no 30 līdz 35%.
8. Meteoroloģiskie apstākļi ietekmēja dārzeņu sojas ražas veidošanos. Sēklu dīdzību negatīvi ietekmēja mitruma trūkums dīgšanas laikā. Dārzeņu soja ir jutīga arī pret pazeminātu temperatūru ražas ienākšanās laikā, kas ietekmē pākšu kvalitāti – tās iegūst violetu krāsojumu.

PATEICĪBAS

Izsaku pateicība LLU APP "Dārzkopības institūts" kolektīvam par tehnisku atbalstu eksperimentālo datu matemātiskajā apstrādē un apkopošanā, darba manuskripta caurskatīšanu vērtīgajiem padomiem darba tapšanas laikā, īpaši Dr.agr. Jānim Lepsim un Dr.agr. Valdai Laugalei. Pateicība arī kolēģiem, kas palīdzēja izmēģinājumu ierīkošanā un paraugu ievākšanā.

Pateicība LLU Lauksaimniecības fakultātes Augsnes un augu zinātņu institūta Augu bioloģijas nodaļas personālam, sevišķi laborantei Intai Dudarei par palīdzību bioķīmisko analīžu veikšanā.

Pateicos savai ģimenei par atbalstu darba sagatavošanas laikā.

Daļa pētījuma veikta Latvijas Zinātnes padomes projekta 09.1456 „Fizioloģiski aktīvu savienojumu akumulācijas stimulēšanas iespējas Latvijā audzētos dārzeņos" ietvaros (2013 – 2016) un "Jauna dārzeņa – edamame audzēšanas tehnoloģiju izstrāde bioloģiskajā ražošanā" (2018 – 2019).

Pateicība ESF projektam Nr. 8.2.2.0/20/I/001 „LLU pāreja uz jauno doktorantūras finansēšanas modeli".

LITERATŪRA

1. Abdelmula A.A., Link W., Mohamed A.A., Mudavi Gasim S.E., Khalifa J.E. (2012). Genotypic variability in faba bean (*Vicia faba* L.) for seed yield and protein content under drought stress during vegetative and reproductive stages. *University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences,* Vol. 20, Issue 1, p. 1–25.
2. Abdul Khalil H.P.S., Sohrab Hosain M., Rosamah E., Azli N.A., Saddon N., Davoudpoura Y., Nazrul Islam M., Dungani R. (2015). The role of soil properties and it's interaction towards quality plants fiber: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* Vol. 43, p. 1006–1015.
3. Adamski R., Bieganska J. (1980). Studies of chemical substances present in *Urtica dioica* leaves. *Herba Polonica,* Vol. 26, No. 3, p. 177–180.
4. Admassu S. (2008). Review: Biologically active compounds of plant foods: prospective impact on human health and dilemmas associated with these compounds. *Journal of Science and Technology,* Vol. 5, Issue 2, p. 100–112.
5. Ahmed M., Parsuraman S. (2014). *Urtica dioica* L. (*Urticaceae)*: a stinging nettle. *Systematic Reviews in Fharmacy,* Vol. 5, Issue 1, p. 6–8.
6. Alam M.S., Mallik S.A., Costa D.J., Alam M.S., Alam A. (2010). Effect of irrigation on the growth and yield of (*Daucus carota* spp. s*ativus*) carrot in Hill Valley. *Bangladesh Journal Agriculture Research,* Vol. 35, Issue 2, p. 323–329.
7. Alberger C., Rudiger C., Pellarin T., Calvet J.C., Fritz N. (2008). From near-surface to root-zone soil moisture using an exponential filter: an assessment of the method based on in-situ observations and model simulations. *Hydrology and Earth System Sciences,* No. 12, p. 1323–1337.
8. Archontoulis S.V., Struik P.C., Vos J., Danalatos N.G. (2010). Phenological growth stages of *Cynara cardunculus:*codification and description according to the BBCH scale. *Annals of Applied Biology,* Vol. 156, Issue 2, p. 253–270.
9. Arjenaki F.G., Jabbari R., Morshedi A. (2012). Evaluation of drought stress on relative water content, chlorophyll content and mineral elements of wheat (*Triticum aestivm* L.) varieties. *Internatinal Journal of Agriculture and Crop Sciences,* Vol. 4, p. 726–729.
10. Arun-Chinnnappa K.S., Ranawake L., Seneweera S. (2017). Impact and management of temperature and water stress in crop plants. ***In:*** *Abiotic Stress Management for Resilient Agriculture.* Ed. by P.S. Minhas, J. Rane, R. Pasala. Singapore: Springer, p. 221–233.
11. Asgarpanah J., Mohajerani R. (2012). Phytochemistry and pharmacologic properties of *Urtica dioica* L. *Journal of Medicinal Plants Research,* Vol. 6, Issue 46, p. 5714–5719.
12. Asgarzadeh H., Mosaddeghi M.R., Mahboubi A.A., Nosrati A., Dexter A.R. (2010). Soil water availability for plants as quantified by conventional available water, least limiting water range and integral water capacity. *Plant and Soil,* Vol. 335, No.1 – 2, p. 229–244.
13. Atanassova M., Geogieva S., Ivancheva K. (2011). Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medical herbs. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy,* Vol. 46, No. 1, p. 81–88.
14. Atiyeh R.M., Edwards C.A., Subler S., Metzger J.D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physiochemical properties and plant growth. *Bioscience Technology,* Vol. 78, p. 11–20.
15. *Augļkopība* (2015). L. Ikases red. D.Feldmane, I. Grāvīte, L.Ikase u.c. Dobele: LV Augļkopības institūts. 544 lpp.
16. *Augsnes diagnostika un apraksts.* A. Kārkliņa red. A Kārkliņš. Jelgava: LLU. 355 lpp.
17. Augspole I., Duma M., Ozola B., Cinkmanis I. (2017). Fhenolic profile of fresh and frozen nettle, goutweed, dandelion and chickweed leaves. ***In:*** *FOODBALT 2017*: 11th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food science and technology in a changing world": conference proceedings, Jelgava, LLU, April 27–28, p. 36–39.

18. Aziz M.A., Chakma R., Ahmed M., Rahman A.K.M.M., Roy K. (2011). Effect of sowing dates on the growth, development and yield of mustard in the hilly areas. *Journal of Experimental Biosciences,* Vol. 2, Issue 1, p. 33–36.
19. Bacci L., Baronti S., Predieri S., Virgilio N. (2009). Fiber yield and quality of fiber nettle (*Urtica dioica* L.) cultivated in Italy. *Industrial Crops and Products,* Vol. 29, p. 480–484.
20. Bayat L., Arab M., Aliniaeifard, Seif M., Lastochkina O., Li T. (2018). Effects of growth under different light spectra on the subsequent high light tolerance in rose plants. *AoB Plants,* No.10, p. 1–17.
21. 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.
22. Banerjee A., Roychoudhury A. (2016). Plant responses to light stress: oxidative damages, photoprotection, and role of phytohormones. ***In:*** *Plant Hormones under Challenging Environmetal Factors.* Ed. by. A. Golam Jalal, J. Jing-Quan. Springer, p. 181–213.
23. Baruwa O.I., Adesina C.A. (2013). Economics of leafy vegetable productions. *International Journal of Vegetable Science,* Vol. 19, Issue 1, p. 21–25.
24. Basavaraja G.T., Naidu G.K., Salimath P.M (2005). Evaluation of vegetable soybean genotypes for yield and component traits. *Karnataka Journal of Agricultural Science,* Vol. 18, Issue 1, p. 27–31.
25. Battistini C., Gullon B., Ichimura E.S., Pereira Gomes A.M., Ribeiro E.P., Kunigk Leo., Vieria Moreira J.U., Jurkiewicz C. (2018). Development and characterization of an innovative symbiotic fermented beverage based on vegetable soybean. *Brazilian Journal of Microbiology,* Vol. 49, Issue 2, p. 303–309.
26. Baumane M. (1967). *Daudzgadīgie dārzeņi.* Rīga: Liesma. 93 lpp.
27. Barros L., Ferreira M.J., Queiros B., Ferreira I.C.F.R., Baptista P. (2007). Total phenols, acsorbic acid, β-carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chemistry,* Vol. 103, p. 413–419.
28. Bekheet S., Sota V. (2019). Biodiversity and medicinal uses of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Biodiversity Conservation and Bioresource Management,* Vol. 5, Issue 1, p. 39–54.
29. Benjamin, L.R., McGarry, A., Gray, D. (1997). The root vegetables: beet, carrot, parsnip and turnip. ***In:*** *The physiology of vegetable crops*. Ed. by. H.C. Wallingford, UK: CAB International, p. 553–580.
30. Bertelsen D., Dismukes R., Harwood J., Somwaru A., Zepp G. (1995). *Globe artichokes: an economical assessment of the feasibility of providing multiple-peril crop insurance*. U.S: Economics Research Service, 34 p.
31. Bettaieb I., Zakhama N., Aidi Wannes W., Kchouk M.E., Marzouk B. (2009). Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae,* Vol. 120, Issue 2, p. 271–275.
32. Bhattacharyya K., Dasa T., Rayb K., Duttac S., Majumdard K., Paria A., Banerjee H. (2018). Yield of and nutrient-water use by maize exposed to moisture stress and K fertilizers in an inceptisol of West Bengal, India. *Agricultural Water Management,* Vol. 206, p. 31–41.
33. Biel W., Witkowicz R., Piatkowska E., Podsiadlo C. (2019). Proximate composition, minerals and antioxidant activity of artichoke leaf extracts. *Biological Trace Element Research,* Vol. 194, Issue 2, p. 589–595.
34. Biesiada A., Kucharska A., Sokol-Letowska A., Kuš A. (2010). Effect of the age of plantation and harvest term on chemical composition and antioxidant activity of stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Ecological Chemistry and Engineering,* Vol. 17, No. 9, p. 1061–1067.

35. Biesiada A., Tomczak A. (2012). Biotic and abiotic factors affecting the content of the chosen antioxidant compounds in vegetables. *Vegetable Crops Research Bulletin,* Vol. 76, Issue 1, p. 55–78.
36. Biesiada A., Woloszczak E. (2007). The effect of method of plantation establishing on yield and chlorophyll concentration of stinging nettle (*Urtica dioica* L.*)* in the first year of cultivation. *Herba Polonica,* Vol. 53, No. 3, p. 85–89.
37. Boari F., Cantore V., De Palma E., Rubino P. (2000). Evapotranspiration trend in seed propagated artichoke, (*Cynara cardunculus* L. var. *Scolymus)* Fiori, in southern Italy. *Acta Horticulturae,* Vol. 537, p. 511–518.
38. Bolohan C., Marin D.I., Mihalache M., Ilie L., Oprea A.C. (2013). Research on *Cynara cardunculus* L. species under the condition of Southeastern Romania area. *Scientific Paper, Series A. Agronomy,* Vol. 56, p. 429–432.
39. Bolohan C., Marin D.I., Mihalache M., Ilie L., Oprea A.C. (2014). Total biomas and grain production of *Cynara cardunculus* L. species grown under the condition of Southeastern Romania. *Agro Life Scientific Journal,* Vol. 3, No. 1, p. 31–34.
40. Bratsch A. (2014). Specialty crop profile: globe artichoke. *Virginia Cooperative Extension,* No. 438-108, p. 1–9.
41. Brown L. (2008). *Applied principles of horticultural science:* third edition. Oxford; Burlington, M.A. Butterworth-Heinemann. 324 p.
42. Carvalho Gonçalves J.F., Sousa Barreto D.C., Santos Junior U.M., Fernandes A.V., Tarso Barbosa Sampaio P., Silveira Buckeridge M. (2005). Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. *Brazilian Journal of Plant Physiology,* Vol. 17, No. 3, p. 325–334.
43. Castoldi R., Charlo H.C., Vargas P.F., Braz L.T., Carrão-Panizzi M. (2011). Agronomic characteristics, isoflavone content and Kunitz trypsin inhibitor of vegetable soybean genotypes. *Horticultura Brasileira,* Vol. 29, No. 2, p. 222–227.
44. Castrillo M., Vizcaino D., Moreno E., Latorraca Z. (2005). Specific leaf mass, fresh:dry weight ratio, sugar and protein contents in species of *Lamiacceae* from different light environments. *Journal of Tropical Biology,* Vol. 53, No. 1-2, p. 23–28.
45. Cauni A., Cuciureanu R., Zakar A.M., Tonea E., Giuchici C. (2010). Chemical composition of common leafy vegetables. *Studia Universitatis,* Vol. 20, Issue 2, p. 45–48.
46. Chen C., Huang M., Lin K., Wong S., Huang W., Yang C. (2014). Effects of light quality on the growth, development and metabolism of rice seedlings (*Oryza sativa* L.). *Research Journal of Biotechnology,* Vol. 9, Issue 4, p. 15–24.
47. Christaki E., Bonos E., Florou-Paneri P. (2012). Nutritional and functional properties of *Cynara crops* (globe artichoke and cardoon) and their potential application: a review. *International Journal of Applied Science and Technology,* Vol. 2, No 2, p 64–70.
48. Ciancolini A., Alignan M., Pagnotta M.A., Miquel J., Vilarem G., Crino P. (2013). Morphological characterization, biomass and pharmaceutical compounds in Italian globe artichoke genotypes. *Industrial Crops and Products,* Vol. 49, p. 326–333.
49. Colla G., Rouphael Y., Cardarelli M., Svecova E., Rea E., Lucini L. (2012). Effects of saline stress on mineral composition, phenolic acids and flavonoids in leaves of artichoke and cardoon genotypes grown in floating system. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* Vol. 93, No. 5, p 1119–1127.
50. Coria – Cayupans Y.S., Sanchez De Pinto M.I., Nazareno M.A. (2009). Variations in bioactive substance contents and crop yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated in soils with different fertilization treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* Vol. 57, Issue 21, p. 10122–10129.
51. Correa V.G., Tureck C., Locateli G., Peralta R.M., Koehnlein E.A. (2015). Estimate of consumption of phenolic compounds by Brazilian population. *Brazilian Journal of Nutrition,* Vol. 28, Issue 2, p. 185–196.

52. Costa A.R., Meredith S., Baso S., Grando M.F., Cravero V.P. (2014). Phenotypic variability in a population of globe artichoke. *Ciencia Rural, Santa Maria,* Vol. 44, No. 11, p. 2003–2009.
53. Čirkovs, J. (1978). *Lauksaimniecības meteoroloģijas pamati*. Rīga: Zvaigzne. 186 lpp.
54. Dabbou S., Dabbou S., Flamini G., Pandino G., Gacso L., Helal A.N. (2016). Phytochemical compounds from the crop by-products of Tunisian globe artichoke cultivars. *Chemistry & Biodiversity,* Vol. 13, Issue 11, p. 1475–1483.
55. Dabbou S., Dabbou S., Flamini G., Peireti P.G., Pandino G., Helal A.N. (2017). Biochemical characterization and antioxidant activities of the edible part of globe artichoke cultivars grown in Tunisia. *Journal of Food Properties,* Vol. 20, Issue 1, p. 1–24.
56. Dash P.K., Rabbani G., Mondal F. (2013). Effect of variety and planting date on the growth and yield of okra. *International Journal of Bioscience,* Vol. 3, No. 9, p. 123–131.
57. Davey M.W., Van Montagu M., Inze D., Sanmartin M., Kanellis A., Smirnoff N., Benzie I.J.J., Strain J.J., Fletcher J. (2000). Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* Vol. 80, Issue 7, p. 825–860.
58. Dosi R., Daniele A., Guida V., Ferrara L., Severino V., DiMaro A. (2013). Nutritional and metabolic profiling of the globe artichoke (*Cynara scolymus* L. 'Capuanella' heads) in province of Caserta, Italy. *Australian Journal of Crop Science,* Vol. 7, Issue 12, p. 1927–1934.
59. Dugje I.Y., Omoigui L.O., Ekeleme F., Bandyopadhyay R., Lava Kumar P., Kamara A.Y. (2009). *Farmers' guide to soybean production in northern Nigeria.* Nigeria: International Institute of Tropical Agriculture, 23 p.
60. Duma M., Alsina I., Zeipina S., Lepse L., Dubova L., (2014). Vegetables as source of phytochemicals. ***In:*** *FOODBALT 2014,* 9th Baltic Conference on Food and Science Technology "Food for consumers well-being": conference proceedings, Jelgava, LLU, May 8–9, p. 262–265.
61. Dumičic G., Vikobratovič M., Vukobratovič Ž., Urlič B., Žanko M., Kudič H. (2013). Effect of fertilization on cabagge yield characteristics. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,* Vol. 2, p. 399–403.
62. Dupong L.M, Hatterman-Valenti H. (2005). Yield and quality of vegetable soybean cultivars for productin in North Dakota. *HortTechnology,* Vol. 15, Issue 4, p. 896–900.
63. Durazzo A., Foddai M.S., Temperini A., Azzini E., Eugenia V., Lucarini M., Finotti E., Maiani G., Crino P., Saccardo F., Maiani G. (2013). Antioxidant properties of seeds from lines of artichoke, cultivated cardoon and wild cardoon. *Antioxidant,* Vol. 2, Issue 2, p. 52–61.
64. Durovič S., Pavlič B., Šorgič S., Popov S., Savič S., Petronijevič M., Radojkovič M., Cvetanovič A., Zekovič Z. (2017). Chemical composition of stinging nettle leaves obtained by different analytical approaches. *Journal of Functional Foods*. Vol. 32, p. 18–26.
65. Eggersdorfer M., Wyss A. (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics,* Vol. 652, p. 18–26.
66. Emami-Bistghani Z., Siadat S.A., Torabi M., Bakhshande A., Alami S., Shiresmaeili H. (2012). Influence of plant density on light absorption and light extinction coefficient in sunflower cultivars. *Research on Crops,* Vol. 13, Issue 1, p. 174–179.
67. Ereifej K.I., Feng H., Rababah T., Almajwal A., Aludatt M., Gammoh S.I., Oweis L.I. (2015). Chemical composition, phenolics, anthocyanins concentrations and antioxidant activity of ten wild edible plants. *Food and Nutrition Sciences,* Vol. 6, p. 581–590.

68. Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies,* Vol. 331, Issue 5, p. 372–379.
69. Fathi A., Tari D.B. (2016). Effect of drought stress and its mechanisms in plants. *International Journal of Life Sciences.* Vol. 10, Issue 1, p. 1–6.
70. Fattahi S., Zabihi E., Abedian Z., Pourbagher R., Ardekani A.M., Mostafazadeh A., Akhavan-Niaki H. (2014). Total phenolic and flavonoid contents of aqueous extract of stinging nettle and in vitro antiproliferative effect on Hela and BT-474 cell lines. *Internation Journal of Molecular and Cellular Medicine,* Vol. 3, No. 2, p. 102–107.
71. Fernandez J., Curt M.D. (2005). State-of-the-art of *Cynara cardunclus* as an energy crop. ***In:*** *Proceedings of the 14th European Biomass Conference, Biomass for energy, Industry and Climate Protection.* France, Paris, October 17–21, p. 22–27.
72. Fernandez J., Curt M.D., Aguado P.L. (2006). Industrial applications of *Cynara cardunculus* L. for energy and other uses. *Industrial Crops and Products,* Vol. 24, Issue 3, p. 222–229.
73. Flavonoids in Health and Disease (2003). Edit by: A. Catherine. E. Rice, P. Lester. 2nd editation, CRC Press. 504 p.
74. Fratianni F., Tucci M., Palma M., Pepe R., Nazzaro F. (2007). Polyphenolic composition in different parts of some cultivar of globe artichoke (*Cynara cardunculus L.* var. *scolymu* (L.) Fiori). *Food Chemistry,* Vol. 104, Issue 3, p. 1282–1286.
75. Garcia S.M., Cointry E.L. (2010). Vernalization of seed and plantlets and development of globe artichoke. *International Journal of Vegetable Science,* Vol. 16, p. 184–190.
76. Garcia S.M., Cointry E.L., Firpo I.T., Anido Lopez F.S., Cravero V.P., Asprelli P. (2004). Vernalization of seed-grown artichoke. *Acta Horticulturae,* Vol. 660, p. 443–447.
77. Gardener C.M., Gardener C., Training C. (n.a). *Plant growth factors: water*. CMG Garden Notes Vol. 144, p. 1–4.
78. Gatto A., Paola D., Bagnoli F., Vendramin G.G., Sonnante G. (2013). Population structure of *Cynara cardunculus* complex and the origin of the conspecific crops artichoke and cardoon. *Annals of Botany,* Vol. 112, p. 855–865.
79. Gentili R., Ambrosini R., Montagnani C., Caronni S., Citterio S. (2018). Effect of soil pH on the growth, reproductive investment and pollen allergencity of *Ambrosia artemisiifolia* L. *Frontieris in Plant Science,* Vol. 9, p. 1–12.
80. Ghaima K.K., Hashim N.M., Ali S.A. (2013). Antibacterial and antioxidant activities of ethyl acetate extract of nettle (*Urtica dioica)* and dandelion (*Taraxacum officinale*). *Journal of Applied Pharmaceutical Science,*Vol. 5, Issue 5, p. 96–99.
81. Gichuhi P.N., Mortley D., Bromfield E., Bovell-Benjamin A.C. (2009). Nutritional, physical, and sensory evaluation of hydroponic carrots (*Daucus carota* L.) from different nutrient delivery systems. *Food Science,* Vol. 74, Issue 9, p. 403–412.
82. Gominho J., Curt M.., Lourenco A., Fernandez J., Pereira H. (2018). *Cynara cardunculus* L. as a biomass and multi-purpose crop: A review of 30 years of research. *Biomass and Bioenergy,* Vol. 109, p. 257–275.
83. Gosa S.C., Lupo Y., Moshelion M. (2019). Quantitative and comparative analysis of whole-plant performance for functional physiological traits phenotyping: New tools to support pre-breeding and plant stress physiology studies. *Plant Science,* Vol. 282, p. 49–59.
84. Graifenberg A., Marchetti L., Curadi M., Ceccarelli N., Picciarelli P. (2013). Total phenolic compounds and antioxidant activity in the heads of globe artichoke tuscany cultivars. *Acta Horticulturae,* Vol. 983, p. 421–426.
85. Grierson W. (2002). Role of temperature in the physiology of crop plants: pre-and postharvest. ***In:*** Handbook of Plant Crop Physiology. Ed. by. M. Pessarakli. Boca Rotan: CRC Press, p. 13–35.

86. Guil-Guerrero J.L., Rebolloso-Fuentes M.M., TorijaIsasa M.E. (2003). Fatty acids and carotenoids from stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis,* Vol. 16, Issue 2, p. 111–119.
87. Gull A., Lone A.A., Wani N.I. (2019). Biotic and abiotic stresses in plants. ***In:*** *Abiotic and Biotic Stress in Plants.* Ed. by A. de Oliveira. IntechOpen. p. 1–6.
88. Hailemichael G., Catalina A., Gonzalez M.R., Martin P. (2016). Relationships between water statuss, leaf chlorophyll content and photosynthetic performance in Tempranillo vineyards. *South African Journal of Enology and Viticulture,* Vol. 37, No. 2, p. 149–156.
89. 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.
90. Hejazi S., Mirhadi M.J., Nourmohammadi G., Dehghanzadeh H. (2013). The effect of planting date, organic and nitrogen manures on morphological traits and chlorogenic acid of artichoke (*Cynara scolymus* L.). *International Journal of Agronomy and Plant Production,* Vol. 4, Issue 1, p. 45–49.
91. Hendawy S.F., Hussein M.S., Amer H.M., El-Gohary A.E., Soliman W.S. (2017). Effect of soil type on growth, productivity, and essential oil constituents of rosemary, *Rosmarinus officinalis. Asian Journal of Agriculture & Biology,* Vol. 5, Issue 4, p. 303–311.
92. Hojnik M., Škerget M., Knez Ž. (2007). Isolation of chlorophylls from stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *Separation and Purification Technology,* Vol. 57, Issue 1, p. 37–46.
93. Hu Q., Zhang M., Mujumdar A.S., Xiao G, Jincai S. (2006). Drying of edamame by hot air and vacuum microwave combination. *Journal of Food Engineering,* Vol. 77, Issue 4, p. 977–982.
94. Hughes R.E., Ellery P., Harry T., Jenkins V., Jones E. (1980). The dietary potential of the common nettle. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* Vol. 31, Issue 12, p. 1279–1285.
95. Humphrey A. M. (1980). Chlorophyll. *Food Chemistry,* Vol. 5, p. 57–67.
96. Hussain B. (2015). Modernizatipn in plant breeding approaches for improving biotic stress resistance in crop plants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry,* Vol. 39, p. 515–530.
97. Hussain I., Khan L., Khan M.A., Khan F.U., Ayaz S., Khan F.U. (2010). UV spectrophotometric analysis profile of ascorbic acid in medicinal plants of Pakistan. *World Applied Sciences Journal,* Vol. 9, Issue 7, p. 800–803.
98. Ieviņš Ģ. (2016). Augu fizioloģija. Funkcijas un mijiedarbība ar vidi. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 607 lpp.
99. Yao L.H., Jiang Y.M., Shi, J., Tomas-Barberan F.A., Datta N., Singanusong R., Chen S.S. (2004). Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*, Vol. 59, Issue 3, p. 113–122.
100. Jae-Yeun S., Gil-Hwan A., Chul-Jai K. (2003). Color, texture, nutrient contents, and sensory values of vegetable soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] as affected by blanching. *Food Chemistry,* Vol. 83, Issue 1, p. 69–74.
101. Jankauskiene Z., Gruzdeviene E. (2010). Investigation of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) in Lithuania. *Latgales Tautsaimniecības pētījumi. Sociālo zinātņu žurnāls,* Nr.1(2), 176.–186. lpp.
100. Jankauskiene Z., Gruzdeviene E. (2013). Investigations of changes of stinging nettle's (*Urtica dioica* L.) crop density. ***In:*** *Environment. Technology. Resources,* Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference, Rezekne, RTA, June 20–22, 2013. Vol. 1, p. 116–121.

101. Jankauskiene Z., Gruzdeviene E. (2015). Changes in the productivity of wild and cultivated stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as influenced by the planting density and crop age. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 102, No.1, p. 31–40.
102. Jimenez-Aguilar D.M., Grusak M.A. (2017). Minerals, vitamin C, phenols, flavonoids and antioxidant activity of *Amaranthus* leafy vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 58, p. 33–39.
103. Johnson D., Wang S., Suzuki A. (1999). Edamame: a vegetable soybean for Colorodo. ***In***: *Perspectives on new crops and new uses*. Ed. by. J. Janic. VA, Alexandria: ASHS Press, p. 385–387.
104. Kahlon T.S., Chi M.C., Chapman M.H. (2008). Steam cooking significantly improves in vitro bile acid binding of collard greens, kale, mustard greens, broccoli, green bell pepper, and cabbage. *Nutrition Research*, Vol. 8, Issue 6, p. 351–357.
105. Kai H., Iba K. (2014). Temperature stress ir plants. ***In:*** *eLS.* John Wiley & Sons, p. 1–6.
106. Kanovsky J., Lumpkin T.A., MeClary D. (1994). Edamame: the vegetable soybean. ***In:****Understanding the Japanese Food and Agrimarket: a multifaceted opportunity*. Binghamton: Haworth Press, p. 173–181.
107. Karbasiun A., Soleymani A. (2015). effect of planting density and row spacing on light extinction coefficient, light interception and grain yield of corn (single cross704) in Esfahan. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, Vol. 10, Issue 9, p. 146–152.
108. Karki. R., Tagert M.L.M., Paz J.O. (2018). Evaluating the nutrient reduction and water supply benefits of an on-farm water storage (OFWS) system in East Mississippi. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 265, p. 476–487.
109. Kavalali G. (2003a). An introduction to *Urtica* (botanical aspects*).* ***In:*** *Urtica: the genus Urtica*. UK, Oxford: Taylor and Francis, p. 1–11.
110. Kavalali G. (2003b). The chemical and pharmacological aspects of *Urtica*. ***In:*** *Urtica: the genus Urtica*. UK, Oxford: Taylor and Francis, p. 25–39.
111. Khayatnezhad M., Gholami R., Jamati-e-Somarin S., Zabihi-e-Mahmoodabad R. (2011). The leaf chlorophyll content and stress resistance relationship considering in Corn cultivars (*Zea mays). Advances in Environmental Biology*, Vol. 5, Issue 1, p. 118.–122.
112. Khayatnezhad M., Gholamin R. (2012). The effect of drought stress on leaf chlorophyll content and stress resistance in maize cultivars (*Zea mays). African Journal of Microbiology Research*, Vol. 6, Issue 12, p. 2844–2848.
113. Khan A., Wang L., Ali S., Tung S.A., Hafeez A., Yang G. (2017). Optimal planting density and sowing date can improve cotton yield by maintaining reproductive organ biomass and enhancing potassium uptake. *Field Crop Research*, Vol. 2014, p.164–174.
114. Khoo H., Prasad K.N., Kong K., Jiang Y., Ismail A. (2011). Carotenoids and their isomers: color pigments in fruits and vegetables. *Molecules*, Vol. 16, p. 1710–1738.
115. Khoo H.E., Azlan A., Tang S.T., Lim S.M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, Vol. 61, p. 1–21.
116. Kim. D., Jeong S.W., Lee C.Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, Vol. 81, p. 321–326.
117. Kim J.E., Rensing K.H., Douglas C.J. (2010). Chromoplasts ultrastructure and estimated carotene content in root secondary phloem of different carrot varieties. *Planta*, Vol. 3, Issue 231, p. 549–558.

118. Kim M.H., Kim J.M., Yoon K.Y. (2013). Effects of blanching on antioxidant activity and total phenolic content according to type of medicinal plants. *Food Science Biotehnology,* Vol. 22, Issue 3, p. 817–823.
119. Kołodziej B., Winiarska S. (2010). The effect of irrigation and fertigation in artichoke (*Cynara cardunculus* L. ssp. *flavescens* Wikl.) culture. *Kerva Polonica,* Vol. 56, No 3, p. 7–14.
120. Kolodziej B., Winiarska S. (2012). The effect of selected cultivation methods on yield and quality of artichoke (*Cynara scolymus* L.) raw material. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus,* Vol. 11, Issue 1, p. 171–182.
121. Koning L.A., Veste M., Freese D., Lebzien S. (2015). Effects of nitrogen and phosphate fertilization on leaf nutrient content, photosynthesis, and growth of the novel bioenergy crop *Fallopia sachalinensis* cv. 'Igniscum Candy'. *Journal of Applied Botany and Food Quality,* Vol. 88, p. 22–28.
122. Kopytko Y.F., Lapisnkaya E.S., Sokolskaya T.A. (2012). Medical plants: application, chemical composition, and standardization of nettle raw material and related drugs (review). *Fharmaceutical Chemistry Journal,* Vol. 45, No 10, p. 622–631.
123. Krinsky B.F. (2005). *The development of a lexicon for frozen Vegetable soybeans and effect of blanching time on sensory and quality parameters of vegetable soybeans during frozen storage*: master thesis. North Carolina State University. North Carolina. 110 p.
124. Kukric Z.Z., Topalic-Trivunovic L.N., Kukavica B.M., Matoš S.B., Pavičic 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.
125. Kumar A., Verma J.P. (2018). Does plant-microbe interaction confer tolerance in plants: a review? *Microbiological Research,* Vol. 207, p. 41–52.
126. Kumar, S., Pandey, A.K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Scientific World Journal*, Vol. 39, p. 1–16.
127. Kutlu T., Guber A.K., Rivers M.L., Kravchenko A.N. (2018). Moisture absorption by plant residue in soil. *Geoderma,* Vol. 316, p. 47–55.
128. Lara L.M., Wilson S.A., Chen P., Atungulu A.A. (2019). The effect on infrared trearment on physicochemical characterists of vegetable soybean. *Heliyon*. Vol. 5, Issue 1, p. 1–12.
129. Lavanya D., Kulkarni P.K., Dixit M., Raavi P.K., Vamsi Krishna L.N (2011). Sources of cellulose and their applications – a review. *International Journal of Drug Formulations and Research,* Vol. 2, Issue 6, p. 19–38.
130. Leis L., Lepik A. (2001). Macro and micronutrients in white cabbage and carrot. *Horticulture and Vegetable growing,* Vol. 20, No. 3, p. 300–307.
131. Lekič S., Stojadinovic J., Todorovic G., Jevdjovic R., Draganic R., Djukanovic L. (2011). Effects of substrate and temperatures on *Cynara cardunculus* L. seed germination. *Romanian Agricultural Research,* No 28, p. 223–227.
132. Lev-Yadun S., Gould K.S. (2009). Role of anthocyanins in plant defence. ***In:*** *Anthocyanins.* Ed.by. Gould K et.al. Springer Science+Business Media, p. 21.–48.
133. Lichtenthaler H.K., Buschmann C. (2001). Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current Protocols in Food Analystical Chemistry,* Vol. 1, No. 1, p. 1–8.
134. Lipiec J., Usowicz B. (2018). Spatial relationships among cereal yields and selected sol physical and chemical properties. *Science of the Total Environment,* Vol. 633, p.1579–1590.
135. Liu X., Ardo S., Bunning M., Parry J., Zhou K., Stuhnoff C., Stinoker F, Yu L., Kendall P. (2007). Total phenolic content and DPPH radical savenging ativity of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in Colorado. *Food Science and Tehnology,* Vol. 40, Issue 3, p. 552–557.

136. Līpenīte I., Kārkliņš A. (2011). Augsnes kvalitāte zemes izmantošanas maiņas kontekstā II. Augsnes fizikālās un agroķīmiskās īpašības. *Latvijas Lauksaimniecības universitātes raksti,* Nr.26 (321), 18.–32. lpp.
137. Lombardo S., Pandino G., Mauromicale G., Knodler M., Carle R., Schieber A. (2010). Influence of genotype, harvest time and plant part on polyphenolic composition of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Food Chemistry,* Vol. 119, Isue 3 p. 1175–1181.
138. Lombardo S., Restuccia C., Pandino G., Licciardello F., Muratore G., Mauromicale G. (2015). Influence of an O_3-atmosphere storage on microbial growth and antioxidant contents of globe artichoke as affected by genotype and harvest time. *Innovative Food Science and Emerging Technologies,* Vol. 27, p.121–128.
139. Luczaj L., Pieroni A.,Tardio J., Pardo-de-Santayana M., Soukand R., Svanger I., Kalle R. (2012). Wild food plant use in 21st century Europe: the disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae,* Vol. 81, Issue 4, p. 359–370.
140. Luna T. (2001). Propagation protocol for stinging nettle (*Urtica dioica*). *Native Plants Journal,* Vol. 2, No. 2, p. 110–111.
141. Mabeau S., Baty-Julien C., Chodosas O., Surbled M., Metra P., Durand D., Morice G., Chesné C., Mekideche K. (2007). Antioxidant activity of artichoke extracts and by-products. *Acta Horticulturae,* Vol. 774, p. 431–438.
142. Macua J.I., Lahoz I., Garnica J. (2005). The influence of irrigation water quantities on the production and quality of the "Blanca de Tudela" artichoke. *Acta Horticulturae,* Vol. 681, p. 257–262.
143. Maleki M., Ghorbanpour M., Kariman K. (2017). Physiological and antioxidative responses of medicinal plants exposed to heavy metals stress. *Plant Gene,* Vol. 11, p. 247–254.
144. Mangena P. (2018). Water stress: morphological and anatomical changes in soybean (*Glycine max* L). ***In:*** *Plant, Abiotic stress and Responses to Climate Change.* Ed. by. V. Andjelkovic. IntechOpen, p. 9.–31.
145. Marchetti N., Bonetti G., Brandolini V., Cavazzini A., Maietti A., Meca G., Manes J. (2018). Stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a functional food additive in egg pasta: enrichment and bioaccessibilitt of lutein and β-carotene. *Journal of Functional Foods*. Vol. 47, p. 547–553.
146. Marrelli M., Menichini F., Statti G.A., Bonesi M., Duez P., Menichini F., Conforti F. (2012). Changes in the phenolic and lipophilic composition, in the enzyme inhibition and antiproliferative activity of Ficuscarica L. cultivar Dottato fruits during maturation. *Food and Chemical Toxicology,* Vol. 50, p. 726–733.
147. Martin J., Navas M.J., Jimenez-Moreno A.M., Asuero A.G. (2017). Anthocyanin pigments: importance, sample preparation and extraction. ***In:*** *Phenolic Compounds: Natrual Sources, Importance and Applications.* Ed.by M. Soto-Hernandez. IntechOpen, p. 117.–152.
148. Matejkova J., Petrikova K. (2010). Variation in content of carotenoids and vitamin C in carrots. *Notulae Scientia Biologicae,* Vol. 2, Issue 4, p. 88–91.
149. McCance K., Flanigan P.M., Quick M.M., Niemeyer E.D. (2016). Influence of plant maturity on anthocyanin concentrations, phenolic composition, and antioxidant properties of 3 purple basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Journal of Food Copmposition and Analysis,* Vol. 53, p. 30–39.
150. McQuistan T.J., Simonich M.T., Pratt M.M., Pereira C.B., Hendricks J.D., Dashwood R.H., Williams D.E., Bailey G.S. (2012). Cancer chemopreventation by dietary chlorophylls: A 12,000-animal dose-dose matrix biomarker and tumor study. *Food and Chemical Toxicology,* Vol. 50, Issue 2, p. 341–352.

151. Melilli M.G., Scalisi C., Argento S., Raccuia S.A. (2013). Healthy compounds in globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. subsp. *scolymus* (L.) Hegi) heads as affected by genotype and harvest time. *Acta Horticulturae,* Vol. 983, p. 439–444.
152. Mentreddy S.R., Mohamed A.I., Joshee N., Yaav A.K. (2002). Edamame: a nutritious vegetable crop. ***In:*** *Trends in new crops and new uses*. VA, Alexandria: ASHS Press, p. 432–438.
153. 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 proeperties and rice yield in low-productivity paddy soil. *Geoderma,* Vol. 320, p. 23–29.
154. Misra A.N., Misra M., Singh R. (2012). Chlorophyll fluorescence in plant biology. ***In:*** *Biophysics*. Ed. by. A.N. Misra. OpenTech, p. 171–192.
155. Mlodzinska E. (2009). Survey of plant pigments: molecular and environmental determinants of plant colors. *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica,* Vol. 51, Issue 1, p. 7–16.
156. Mohnen D. (2008). Pectin structure and biosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology,* Vol. 11, p. 266–277.
157. Moor U., Karp K., Põldma P., Pae A. (2005). Cultural systems affect content of anthocyanins and vitamin C in strawberry fruits. *European Journal of Horticultural Science,* Vol. 70, Issue 4, p. 195–201.
158. Naidu K.A. (2003). Vitamic C in human health and disease is still a mystery? An overview. *Nutritional Journal,* Vol. 2, p. 1–10.
159. Nakabayashi R., Yonekura-Sakakibara K., Urano K., Suzzuki K., Yamada Y., Nishizawa T., Matsuda F., Kojima M., Sakakibara H., Shinozaki K., Michael A.J., Tohge T., Yamazaki M., Saito K. (2014). Enhancement of oxidative and drought tolerance in Arabidopsis by overaccumulation of antioxidant flavonoids. *The Plant Journal,* Vol. 77, Issue 3, p. 367–379.
160. Nakagawa C.S.A., Itoyama H., Ariyoshi Y., Ario N., Tomita Y., Iwaya-Inoue M., Ishibashi Y. (2018). Drought stress during soybean seed filling affects storage compounds throught regulation of lipid and protein metabolism. *Acta Psysiologiae Plantarum,* Vol. 40, p. 1–8.
161. Nencu I., Istudor V., Ilies D.C., Radulescu V. (2013). Preliminary research regarding the therapeutic uses of *Urtica dioica* L. Note II. The dynamics of accumulations of total phenolic compounds and ascorbic acid. *Farmacia,* Vol. 61, Issue 2, p. 276–283.
162. Netto A.T., Campostrini E., Oliveira J.G., Bressan-Smith R.E. (2015). Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD–502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae,* Vol. 104, p. 199–209.
163. Nievola C.C., Carvalho C.P., Carvalho V., Rodrigues E. (2017). Rapid responses of plants to temperature changes. *Temperature (Austin),* Vol. 4, No. 4, p. 371–405.
164. Oh M.M., Carey E.E., Rajashekar C.B (2011). Antioxidant phytochemicals inlettuce grown in high tunnels and open field. *Horticultural, Environment,and Biotechnology,* Vol. 55, Issue 2, p. 133–139.
165. Oliveira S.M., Silva C.L.M., Brandao T.R.S. (2016). Pigments in fruit and vegetables. ***In:*** *Methods in Food Analysis.* Ed. by. R.M.S. Cruz, I. Khmelinskii, M. Vieira. CRC Press, p. 110.–141.
166. Oliver S., Vittorio O., Cirillo G., Boyer C. (2016). Enhancing the therapeutic effects of polyphenols with macromolecules. *Polymer Chemistry,* Issue 8, p. 1529–1544.
167. Olsen C. (1921). Ecology of *Urtica dioica* L. *Journal of Ecology,* Vol. 9, p. 1–18.
168. Onaga G., Wydra K. (2016). Advances in plant tolerance to biotic stresses. ***In:*** *Plant Genomics,* Ed. by. I.Y. Abdurakhmonov. IntechOpen, p. 229–272.
169. Onyango C.M., Harbinsosn J., Imungi J.K., Shibairo S.S., Kooten O. (2012). Influence of organic and mineral fertilization on germination, leaf nitrogen, nitrate accumulation and yield of vegetable amaranth. *Journal of Plant Nutrition,* Vol. 35, p. 342–365.

170. Onyekachi O.K., Boniface O.O., Gelmack N.F., Nicholas N. (2019). The effect of climate changes on abiotic plant stress: a review. ***In:*** *Abiotic and Biotic Stress in Plants.* Ed. by A. de Oliveira. IntechOpen, p. 1–13.
171. Onwuka B., Mang B. (2018). Effect of soil temperature on some soil properties and plant growth. *Advances in Plants & Agriculture Research,* Vol. 8, Issue 1, p. 34–37.
172. Otles S., Yalcin B. (2012). Phenolic compounds analysis of root, stalk and leaves of nettle. *The Scientific World Journal*, Vol. 2012, p. 1–12.
173. Ozcan M.M., Akbulut M. (2007). Estimation of minerals, nitrate and nitrite contents of medicinal and aromatic plants used as spices, condiments and herbal tea. *Food Chemistry*, Vol. 106, p. 852–858.
174. Ozcan T., Bayizit-Akpinar A., Yilmaz-Ersan L., Delikanli B. (2014). Phenolics in human health. *International Journal of Chemical Engineering and Applications,* Vol. 5, Issue 5, p. 393–396.
175. Ozola B., Augspole I., Duma M. (2019). Pigments content in different processed edible wild plants. ***In:*** *FOODBALT 2019:* 13th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food. Nutrition. Well-being.": conference proceedings. Jelgava: LLU, May 2 – 3, 2019, p. 204.–209.
176. Pandino G., Lombardo S., Mauromicale G. (2011). Chemical and morphological characteristics of new clones and commercial varieties of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus*). *Plant Food and Human Nutrition,* Vol. 66, Issue 3, p. 291–297.
177. Pandino G., Lombardo S., Monaco A., Mauromicale G. (2013). Choice of time of harvest influences the polyphenol profile of globe artichoke. *Journal of Functional Foods,* Vol. 5, Issue 4, p.1822–1828.
178. Pandino G., Lombardo S., Williamson G., Mauromicale G. (2012). Polyphenol profile and content in wild and cultivated *Cynara cardunculus* L. *Italian Journal of Agronomy,* Vol. 7, p. 254–261.
179. Panigrahi P., Srivastava A.K. (2017). Water and nutrient management effects on water use and yield of drip irrigated citrus in vertisol under a sub-humid region. *Journal of Integrative Agriculture,* Vol. 16, Issue 5, p. 1184–1194.
180. Pao S., Eitinger M.R., Khalid M.F., Mebrahtu T., Mullins C. (2008). Microbiological quality of frozen „edamame" (vegetable soybean). *Journal of Food Safety,* Vol. 28, p. 300–313.
181. Parchin R.A., Shaban M. (2014). Study on protein changes in wheat under drought stress. *International Journal of Advanced Biological and Biochemical Research,* Vol. 2, Issue 2, p. 317–320.
182. Passioura J.B. (1991). Soil structure and plant growth. *Australian Journal of Soil Research,* Vol. 29, Issue 6, p. 717–728.
183. Pauly M., Gille S., Liu L., Mansoori N., de Soiuza A., Schultink, Xiong G. (2013). Hemicellulose biosynthesis. *Planta,* Vol. 228, p. 627–642.
184. Perez-Esteve E., Salata A., Barat J.M., Stepniowska A., Lopez-Galarza S., Nurzynska-Wierdak R. (2018). Polyphenolic composition of spanish cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *Scolymus* (L.) Fiori. *Hortorum Cultus*: *Acta Scientiarum Polonorum,* Vol. 17, Issue 2, p. 177–184.
185. Phippen W.B., Simon J.E. (1998). Anthocyanins in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agriculture Food Chemistry,* Vol. 46, p. 1734–1738.
186. Piccaglia R., Marotti M., Baldoni G. (2002). Factors influencing anthocyanin content in red cabbage (*Brassica oleracea* var. *capiata* L. f. *rubra*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 82, p. 1504–1509.
187. Pokluda L. (2008). Content of dry matter, carotenoids and reducing sugars in selected vegetables. *Horticultura,* Vol.18, Issue 1, p 1–9.

188. Quan M., Liang J. (2017). The influence of four types of soil on the growth, physiological and biochemical characteristics of *Lycoris aurea* (L'Her.) Herb. *Scientific Reports,* No. 7, p. 1–9.
189. Rabara R.C., Behrman G., Timbol T., Rushton P.J. (2017). Effect of spectral quality of monochromatic LED lights on the growth of artichoke seedlings. *Frontieris in Plant Science,* Vol. 8, No. 190, p. 1–20.
190. Raccuia S.A., Cavallaro V., Melilli M.G. (2004). Intraspecific variability in *Cynara Cardunculus* L. var. s*ylvestris* Lam. Sicilian populations: seed germination under salt and moisture stresses. *Journal of Arid Environments,* Vol. 56, Issue 1, p.107–116.
191. Radman S., Zutic I., Coga L., Fabek S., Benko B., Toth N. (2016). Yield and mineral content of stinging nettle as affected by nitrogen fertilization. *Journal of Agricultural Science and Technology,* Vol. 18, Issue 4., p. 1117–1128.
192. Radman S., Žutic I., Fabek S., Šic Žlabur J., Benko B., Toth N., Čoga L. (2015). Influence of nitrogen fertilization on chemical composition of cultivated nettle. *Emirates Journal of Food and Agriculture,* Vol. 27, Issue 12, p. 889–896.
193. Rahbarian R., Khavari-Nejad R., Ganjeali A., Bagheri A., Najafi F. (2011). Drought stress effect on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica,* Vol. 53, No. 1, p. 47–56.
194. Rahman M.M., Hosain M.M. (2011). Plant density effects on growth, yield and yield components of two arrangement. *Asian Journal of Plant Sciences,* Vol. 10, p. 278–286.
195. Ramos P., Herrera R., Moya-Leon M.A. (2014). Anthocyanins: food sources and benefits to consumer's health. ***In:*** *Handbook of Anthocyanins.* Nova Science Publishers, p. 373–394.
196. Randall C. (2003). Historical and modern uses of *Urtica*. ***In:*** *Urtica: the genus Urtica*. UK, Oxford: Taylor and Francis, p. 1–11.
197. Rangarajan A., Ingall B.A., Zeppelin V.C. (2000). Vernalization strategies to enhance production of annual globe artichoke. *HortTechnology,* Vol. 10, Issue 3, p. 585–588.
198. Riahi J., Nicoletto C., Bouzaein G., Sambo P., Khalfallah K.K. (2017). Effect of vegetative propagation materials on globe artichoke production in semi-arid developing countries: agronomic, marketable and qualitative traits. *Agronomy,* Vol. 7, p. 1–18.
199. Rinķis G., Ramane H. (1989). *Kā barojas augi.* Rīga: Avots. 150 lpp.
200. Robinson S. (2001). Plant light stress. ***In:*** *Encyclopedia of Life Sciences.* Wiley, p. 1–5.
201. Ruckenbauer 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.
202. Rutto L.K., Xu Y., Ramirez E., Brandt M. (2013). Mineral properties and dietary value of raw and processed stinging nettle (*Urtica dioica* L.). *International Journal of Food Science,* Vol. 2013, p. 1–9.
203. Salata A., Gruszecki R., Dyducg J. (2012). Morphological and qualitative characterization of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) cutivars 'Symphony' and 'Madrigal' on depending of the heads growth. *Acta Science Polonorum Hortorum Cultus,* Vol. 11, Issue 5, p. 67–80.
204. Salata A., Gruszecki R., Dyduch J. (2013). The effect of gibberellic acid GA_3 on morphological features of artihoke (*Cynara scolumus* L.). *Modern Phytomorphology,* Vol. 4, p. 87–90.
205. Saleh S.A. El-Shal Z.S., Fawzy Z.F., El-Bassiony A.M. (2012). Effect of water amounts on artichoke productivity irrigated with brackish water. *Australian Journal of Applies Sciences,* Vol. 6, Isue 5, p. 54–61.

206. Saleniece K. (2010). *Augu bioloģiski aktīvo vielu darbības molekulāro mehānismu pētījumi:* disertācijas zinātniskais referāts madicīnas Dr. grāda ieguvei. Latvijas Universitātes Medicīnas fakultāte. Rīga. 104. lpp.
207. Sardhara K., Mehta K. (2018). Effects of abiotic and biotic stress on the plant. *Academic Journal of Botanical Sciences,* Vol. 1, Issue 1, p. 5–9.
208. Sarker U., Oba S. (2018). Response of nutrients, minerals, antioxidant leaf pigments, vitamins, polyphenol, flavonoid and antioxidant activity in selected vegetable amaranth under four soil water content. *Food Chemistry,* Vol. 252, p. 72–83.
209. Satklifs Dž. (1965). Minerālvielu uzņemšana augos. Rīga: Liesma. 205 lpp.
210. Saxena I.M., Malcolm Brown R. (2005). Cellulose biosynthesis: current views and evolving concepts. *Annals of Botany,* Vol. 96, p. 9–21.
211. Schadel C., Richter A., Blochl A., Hoch G. (2010). Hemicellulose concentration and composition in plant cell walls under extreme carbon source-sink imbalances. *Physiologia Plantarum,* Vol. 139, p. 241–255.
212. Schoefs B. (2004). Determination of pigments in vegetables. *Journal of Chromatography A,* Vol. 1052, p. 217–226.
213. Sepehri A., Golparvar A.R. (2011). The effect of drought stress on water relations, chlorophyll content and leaf area in canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Electronic Journal of Biology,* Vol. 7, Issues 3, p. 49–53.
214. Septembre-Malaterre A., Remize F., Poucheret P. (2018). Fruits and vegetables, as a source of nutritional compounds and phytochemicals: changes in bioactive compounds during lactic fermentation. *Food Research International,* Vol. 104, p. 86–99.
215. Shaheen A.M., Fatma A., Rizk A.M., Elbassiony A.M., El-Shal Z.S.A. (2007). Effect of ammonium sulphate and agricultural sulphur on the artichoke plant growth, heads yield and its some physical and chemical properties. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences,* Vol. 3, Issue 2, p. 82–31.
216. Shahid M., Pinelli E., Dumat C. (2018). Tracing trends in plant physiology and biochemistry: need of databases from genetic to kingdom level. *Plant Physiology and Biochemistry,* Vol. 127, p. 630–635.
217. Shinohara T. (2008). *Development of managment pratices for artichoke production in southwest Texas:* master thesis. Tokyo University of Agriculture. Japan. 149 p.
218. Shinohara T., Agehara S., Yoo K.S., Leskovar D.I. (2011). Irrigation and nitrogen managment of artichoke: yield, head quality, and phenolic content. *HortScience,*Vol. 46, Issue 3, p. 377–386.
219. Singleton V.L., Orthofer R.M., Lamuela-Raventos R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioksidants by means of Folin – Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology,*Vol. 299, p. 152–178.
220. Sirisomboon P., Pornchaloempong P., Romphophak T. (2007). Physical properties of green soybean: criteria for sorting. *Journal of FoodEngineering.* Vol. 79, p. 18–22.
221. Syamsia, Idhan A., Noerfitryani, Nadir M., Reta, Kadir M. (2018). Paddy chlorophyll concentrations in drought stress condition and endophytic fungi application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* Vol. 156, p. 1–6.
222. Skalozubova T.A., Reshetova V.O. (2013). Leaves of common nettle (*Urtica dioica* L.) as a source of ascorbic acid (vitamin C). *World Applied Sciences Journal,* Vol. 28, Issue 2, p. 250–253.
223. Smith R., Baameur A., Bari M., Cahm M., Giraud D., Natwick E., Takele E. (2008). Artichoke production in California. *Division of Agriculture and Natural Resources,* No. 7221, p. 1–6.
224. *Soya beans production guideline* (2010). Pretoria: Deparment of Agriculture, Forestry and Fisheries, 32 p.

225. Soleymani A. (2017). Light response of sunflower and canola as effected by plant density, genotype and N fertilizaton. *Journal of Photochemistry & Photobiology,* Vol. 173, p. 580–588.
226. Soleymani A. (2018). Corn (*Zea mays* L.) yield and yield components as affected by light properties in response to plant parameters and N fertilization. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology,* Vol. 15, p. 173–180.
227. Song J., Liu C., Li D., Gu Z. (2013). Evaluation of sugar, free amino acids, and organic acid compositions of different varieties of vegetable soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Industrial Crops and Products,* Vol. 50, p. 743–749.
228. Staugaitis G., Viškelis P. (2001). Quality assessment of leafy vegetables, vitamin C and nitrates. *Sodininkyste ir Darzininkyste,* Vol. 20, No. 4, p. 61–69.
229. Straumīte E. (2012). *Bioloģiski aktīvās vielas pārtikas produktos*. Jelgava: Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas tehnoloģijas fakultāte. 280 lpp.
230. Sun X., Wang Y., Sui N. (2018). Transcriptional regulation of bHLH-during plant response to stress. *Biochemical and Biophysical Research Communications,* Vol. 503, Issue 2, p. 397–401.
231. Szymanska R., Šlesak I., Orzechowska A., Kruk J. (2017). Physiological and biochemical responses to high light and temperature stress in plants. *Environmental and Experimental Botany,* Vol. 139, p. 165–177.
232. Tahna S.R., Ghasemnezhad A., Babaeizad V. (2014). A study on the effect of endophyte fungus, Piriformospora indica, on the yield and phytochemical changes of globe artichoke (*Cynara Scolymus* L.) leaves under water stress. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research,* Vol. 2, Issue 6, p. 1907–1921.
233. Taibi K., Taibi F., Ait Abderrahim L., Ennajah A., Belkhodja M., Mulet J.M. (2016). Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidant defence system in *Phaseolus vulgaris* L. *South African Journal of Botany,* Vol. 15, p. 306.–312.
234. Taiz L., Zeiger E. (2006). *Plant physiology*. Sunerland, MA: Sinauer Associates. 764 p.
235. Torabi M., Halim R.A., Mokhtarzadeh A., Miri Y. (2013). *Physiological and biochemical responses of plant in saline environment.* ***In:*** *Crop Biology and Agriculture in Harsh Environments.* Ed. by. R. Roychowdhury. Lambert Academic Publisher, p. 47–80.
236. Turbin V.A., Sokolov A.S., Kosterna E., Rosa R. (2014). Effect of plant density on the growth, development and tield of brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. var. *Gemmifera* L.). *Acta Agrobotanica,* Vol. 67, Issue 4., p. 51–58.
237. Turkiewicz I.P., Wojdybo A., Tkacz K., Nowicka P., Hernandez F. (2019). Antidiabetic, anticholinesterase and antioxidant activity vs. terpenoids and phenolic compounds in selected new cultivars and hybrids of artichoke *Cynara scolymus* L. *Molecules,* Vol. 24, No. 1222, p. 1–15.
238. Tutt M., Kikas T., Olt J. (2013). Influence of harvesting time on biochemical composition and glucose yield from hemp. *Agronomy Research,* Vol. 11, Issue 1, p. 215–220.
239. Upton R. (2013). Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): extraordinary vegetable medicine. *Journal of Herbal Medicine,* Vol. 3, Issue 1, p. 9–38.
240. Upton R., Graff A., Jolliffe G., Langer R., Williamson E. (2011). *American Herbal Pharmocopoeia: Botanical Pharmacognosy – Microscopic Characterization of Botanical Medicines.* UK, Oxford: Taylor and Francis. 800 p.
241. Usowicz B., Lipiec J. (2017). Spatial variability of sol properties and cereal yield in a cultivated field on sandy soil. *Soil & Tillage Research,* Vol.174, p. 241–250.
242. Vajič U.J., Grujič-Milanovič, Živkovič J., Šavikin K., Godevac D., Miloradovič Z., Bugarski B., Mihailovič-Stanojevič N. (2015). Optimization of extraction of stinging

nettle leaf phenolic compounds using response surface methodology. *Industrial Crops and Products,* Vol. 74, p. 912–917.
243. Vannimen I., Pinto D.M., Nissinen A.I., Johansen N.S., Shipp L. (2010). In the light of new greenhouse technologies: 1.plant-mediated effects of artificial lighting on arthropods and tritrophic interactions. *Annals of Applied Biology,* Vol. 157, p. 393–414.
244. Velez Z., Camphino M.A., Guerra A.R., Garcia L., Ramos P., Guerreiro O., Felicio L., Schmit F., Duarte M. (2012). Biological characterization of *Cynara cardunculus* L. methanolic extracts: antioxidant, anti-proliferative, anti-migratory and anti-angiogenic activities. *Agriculture,* Vol. 2, Issue 4, p. 472–492.
245. Virdis A., Motzo R., Giunta F. (2014). The phenology of seed-propagated globe artichoke. *Annals of Applied Biology,* Vol. 164, p. 128–134.
246. Virgilio N., Papazoglou E., Jankauskiene Z., Lonardo S., Praczyk M., Wielgusz K. (2015). The potential of stinging nettle (*Urtica dioica* L.) as a crop with multple uses. *Industrial Crops and Products,* Vol. 68, p. 42–49.
247. Vogl C.R., Hartl A. (2003). Production and processing of organically grown fiber nettle (*Urtca dioica* L.) and its potential use in the textile industry: a review. *American Journal of Alternative Agriculture,* Vol 18, No 3, p. 119–128.
248. Voragen G.J., Coenen G.J., Verhoef R.P., Schols H.A. (2009). Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cel walls. *Structural Chemistry,* Vol. 20, p. 263–275.
249. Walia A., Gupta A.K., Sharma V. (2019). Role of bioactive compounds in human health. *Acta Scientific Medical Sciences,* Vol. 3, Issue 9, p. 25–33.
250. Wei X., Wang Z., Liao X., Guo W., Wen J., Qin T., Wang S. (2020). Efficacy of vitamin C in patient with sepsis: an updated meta-analysis. *European Journal of Fharmacology,* Vol. 868, p. 1–9.
251. Wenqing Z., You W., Rizwan., You-hua W., Yi-na M, Bing-lin C., Ya-li M., Zhi-guo Z. (2018). Effects of planting dates and shading on carbohydrate content, yield, and fiber quality in cotton with respect to fruiting positions. *Journal of Integrative Agriculture,* Vol 17, Issue 5, p. 1106–1119.
252. Went F.W. (1953). The effect of temperature on plant growth. *Annual Review of Plant Physiology,* Vol. 4, p. 347–362.
253. Westervelt P.M. (2003). *Greenhouse production of Rosmarinus Officinallis* L: master thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia. 59 p.
254. Wetherilt H. (2003). Nutritional evalution of *Urtica* species. ***In:*** *Urtica: the genus Urtica*. UK, Oxford: Taylor and Francis, p. 56–64.
255. Wolska J., Czop M., Jakubczyk K., Janda K. (2016). Influence of temperature and brewing time of nettle (*Urtica dioica* L.) infusions on vitamin C content. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny,* Vol. 67, Issue 4, p. 367–371.
256. Wszelaki A.L., Delwiche J.F., Walker S.D., Liggett R.E., Miller S.A., Kleinhenz M.D. (2005). Consumer liking and descriptive analysis of six varieties of organically grown edamame-type soybean. *Food Quality and Preference,* Vol. 16, Issue 8, p. 651–658.
257. Wu F., Hanzawa Y. (2014). Photoperiodic control of flowering in plants. ***In:*** *Handbook of Plant and Crop Physiology.* Ed. by M. Pessarakli. CRC Press, p. 121–139.
258. Xu R., Hu W., Zhao Y., Zhang X., Xu S., Guo Q., Qi P., Chen L., Yang X., Zhang F., Liu L., Qiu L., Wang J. (2020). Use of near-infraed spectroscopy for the rapid evaluation of soybean (*Glycine max* (L.) Merri) water soluble protein content. *Spectrochimia Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy,* Vol. 224, p. 1–8.
259. Yilmaz C., Gokmen V. (2016). *Chlorophyll*. ***In:*** Encyclopaedia of Food and Health. Ed. by. B. Caballero et al. Elsevier, p. 37–41.

260. Zervoudakis G., Salahas G., Kaspiris G., Konstantopoulou E. (2012). Influence of light intensity on growth and physiological characterists of common sage (*Salvia officinalis* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology,* Vol. 55, No. 1, p. 89–95.
261. Zhang Q., Gao Q., Herbert J., Li Y., Hashemi A.M. (2010). Influence of sowing date on phenological stages, seed growth and marketable yield of four vegetable soybean cultivars in north-eastern USA. *African Journal of Agricultural Research,* Vol. 5, Issue 18, p. 2556–2562.
262. Zhang Q.Y., Hashemi M., Hebert S.J., Li Y.S. (2013). Different responses or preemergence and early seedling growth to planting depth between vegetable soybean and grain soybean. *Legume Research,* Vol. 36, Issue 6, pp. 515–521.
263. 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.
264. Zhang Q., Li Y., Chin K.L., Qi Y. (2017). Vegetable soybean: seed composition and production research. *Italian Journal of Agronomy,* Vol. 11, Issue 3. p. 1–20.
265. Zhao C., Li Y., Meng X., Li S., Liu Q., Tang G., Gan R., Li H. (2018). Insight into the roles of vitamin C and D against cancer: myth or truth? *Cancer Letters,* Vol. 431, p. 161–170.
266. Zhao Y., Li X., Jia J., Chen Y, Hua Z. (2014). Antioxidant capacities and main reducing substance contents in 100 fruits and vegetables eaten in China. *Food and Nutrition Sciences,* Vol. 5, p. 293–307.
267. Zlotek U., Świeca M., Jakubczyk A. (2014). Effect of abiotic elicitation on main healt-promoting coumpounds, antioxidant activity and commercial quality of butter lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Food Chemistry,* Vol. 148, p. 253–260.
268. Žnidarčič D., Ban D., Šircelj H. (2011). Carotenoid and chlorophyll composition of commonly consumed leafy vegetables in Mediterranean countries. *Food Chemistry,* Vol. 129, Issue 3, p. 1164–1168.

PIELIKUMI

1. pielikums

Meteoroloģiskie apstākļi izmēģinājumu veikšanos gados

1. tabula

Kopsavilkums par 2014. gada veģetācijas periodu

Mēneši	**Gaisa temperatūra, ºC**									**Augsnes temperatūra, ºC**			**Nokrišņu daudzums, mm**		
	dekādes vidējā			**dekādes maksimālā**			**dekādes minimālā**			**dekādes vidējā**			**summa pa dekādēm**		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Aprīlis	3.9	8.1	10.2	12.6	20.1	22.1	-8.0	0.0	-3.0	4.9	7.1	10.3	26.1	5.3	0.0
Maijs	6.8	13.1	15.8	17.8	25.4	29.8	-4.5	0.0	6.5	8.4	12.1	15.3	15.8	7.8	12.8
Jūnijs	16.5	13.1	12.6	25.6	22.8	20.8	3.7	4.9	3.8	15.6	15.0	14.5	16.1	30.5	48.4
Jūlijs	18.9	18.9	22.0	29.4	26.5	31.9	8.3	10.3	12.0	19.0	20.4	22.0	9.9	25.1	41
Augusts	22.7	16.4	13.6	33.4	27.2	20.6	12.4	10.7	5.5	22.2	18.3	15.2	10.5	42.2	55.9
Septembris	13.9	13.4	10.9	23.9	21.1	18.9	3.1	1.0	2.6	14.7	14.7	12.4	1.0	0.5	5.1
Oktobris	9.5	8.3	4.0	16.9	16.5	15.2	-5.8	-3.5	-5.8	10.6	10.1	5.9	2.9	15.1	2

1.pielikuma turpinājums
2. tabula

Kopsavilkums par 2015. gada veģetācijas periodu

Mēneši	Gaisa temperatūra, ºC									Augsnes temperatūra, ºC			Nokrišņu daudzums, mm		
	dekādes vidējā			dekādes maksimālā			dekādes minimālā			dekādes vidējā			summa pa dekādēm		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Aprīlis	4.0	5.8	8.7	14.7	18.8	18.8	-1.0	-1.4	-2.5	4.2	5.8	8.0	6.2	22.5	5.7
Maijs	10.0	9.3	11.7	19.7	20.7	21.3	-1.5	0.3	0.4	9.3	9.4	11.5	5.9	28.9	4.0
Jūnijs	14.1	14.4	14.4	26.2	25.8	24.3	0.1	2.0	4.7	13.9	15.1	15.8	1.9	1.1	2.0
Jūlijs	18.0	15.4	16.6	30.4	23.2	24.0	6.3	6.2	6.0	19.3	17.3	17.3	21.4	12.6	47.3
Augusts	19.3	17.0	17.8	32.3	30.2	30.8	6.3	3.2	4.4	19.0	19.4	18.6	4.9	0.2	10.2
Septembris	13.5	15.1	11.0	20.6	26.6	22.4	3.0	3.7	-1.0	15.7	15.6	13.1	9.1	13.6	10.4
Oktobris	7.8	4.9	4.7	21.1	13.0	15.0	-4.6	-6.9	-7.5	10.5	7.4	6.7	0.1	0.2	3.2

1. pielikuma turpinājums
3. tabula

Kopsavilkums par 2016. gada veģetācijas periodu

Mēneši	Gaisa temperatūra, ºC									Augsnes temperatūra, ºC			Nokrišņu daudzums, mm		
	dekādes vidējā			dekādes maksimālā			dekādes minimālā			dekādes vidējā			summa pa dekādēm		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Aprīlis	6.6	6.6	5.3	16.5	14.2	16.7	-4.3	-5.5	-2.2	6.2	7.1	6.5	7.5	5.0	25.7
Maijs	13.4	11.4	16.4	27.3	22.5	27.3	0.1	0.9	2.3	10.9	12.1	15.9	0.0	51.7	0.0
Jūnijs	14.7	15.2	21.2	29.5	27.7	33.0	1.6	1.9	7.8	17.3	16.1	21.4	1.9	25	11.1
Jūlijs	17.7	17.8	19.5	29.6	26.2	30.7	8.3	9.6	11.8	20.0	19.5	20.0	30.1	23.2	21.9
Augusts	17.0	14.8	17.9	24.2	25.1	28.3	9.1	4.5	8.2	18.6	16.7	18.4	37.3	28.8	3.5
Septembris	15.8	13.3	11.2	27.6	24.8	20.0	6.1	1.9	3.3	16.6	15.5	13.0	11.4	0.2	6.8
Oktobris	8.6	3.0	4.0	17.4	11.8	10.7	0.7	-1.0	-1.3	10.6	6.3	5.7	35.0	0.3	25.4

1. pielikuma turpinājums
4. tabula

Kopsavilkums par 2017. gada veģetācijas periodu

Mēneši	**Gaisa temperatūra, ºC**									**Augsnes temperatūra, ºC**			**Nokrišņu daudzums, mm**		
	dekādes vidējā			**dekādes maksimālā**			**dekādes minimālā**			**dekādes vidējā**			**summa pa dekādēm**		
	I	.II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Aprīlis	7.3	2.0	4.5	19.5	9.6	13.0	-2.1	-8.2	-4.8	7.1	4.9	5.7	0.7	4.9	29.8
Maijs	8.0	11.9	13.9	22.2	32.3	26.4	-4.9	-5.1	2.3	8.6	10.5	13.5	0.6	10.1	1.1
Jūnijs	13.4	16.7	14.9	27.6	28.6	24.5	-0.4	4.5	3.9	15.0	17.8	16.7	19.7	19.2	6.1
Jūlijs	15.2	16.3	18.6	23.4	26.9	27.7	3.6	5.2	6.0	16.9	17.7	19.7	1.2	14.5	4.5
Augusts	18.1	17.9	15.1	27.5	31.7	27.1	6.3	6.6	4.1	19.1	19.3	16.4	2.7	1.2	8.4
Septembris	13.7	12.8	11.7	20.5	20.9	22.4	2.4	4.3	0.5	15.3	14.1	13.0	58.7	108.7	6.5
Oktobris	8.3	5.0	5.3	13.6	10.2	9.8	3.9	-2.3	-2.1	10.2	10.0	5.8	50.8	23.6	25.2

1. pielikuma turpinājums
5. tabula

Kopsavilkums par 2018. gada veģetācijas periodu

Mēneši	Gaisa temperatūra, ºC									Augsnes temperatūra, ºC			Nokrišņu daudzums, mm		
	dekādes vidējā			dekādes maksimālā			dekādes minimālā			dekādes vidējā			summa pa dekādēm		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Aprīlis	5.7	9.7	11.3	21.4	20.1	22.1	-4.9	-1.5	0.2	2.9	8.5	9.5	36.9	11.5	9.2
Maijs	13.7	17.5	19.0	25.7	30.1	33.7	1.1	1.6	4.5	11.9	14.0	16.2	7.4	1.8	0.0
Jūnijs	16.7	17.9	16.0	31.5	30.2	30.3	1.1	5.2	7.4	18.4	19.1	17.7	0.6	2.2	15.3
Jūlijs	16.4	23.4	23.6	29.4	33.8	33.5	10.0	13.2	13.4	17.7	22.5	23.3	9.5	22.6	10.5
Augusts	22.9	18.1	16.2	34.5	27.2	29.3	11.3	7.9	4.8	22.9	19.7	18.3	1.8	14.5	41.3
Septembris	17.6	15.1	12.1	28.3	25.7	28.4	7.8	5.9	3.1	17.8	15.5	12.9	1.3	8.9	22.1
Oktobris	9.6	11.3	9.2	18.6	17.4	10.7	-1.6	0.0	-4.0	10.7	11.8	7.7	12	0.1	0.0

1. pielikuma nobeigums

6. tabula

Kopsavilkums par 2019. gada veģetācijas periodu

Mēneši	Gaisa temperatūra, ºC									Augsnes temperatūra, ºC			Nokrišņu daudzums, mm		
	dekādes vidējā			dekādes maksimālā			dekādes minimālā			dekādes vidējā			summa pa dekādēm		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Aprīlis	4.7	4.9	13.2	16.0	18.1	25.2	-4.7	-5.8	0.5	4.3	5.7	12.1	2.3	0.3	5.8
Maijs	6.8	13.3	13.6	18.5	27.0	27.2	-2.0	3.6	-0.4	8.8	14.0	16.7	8.6	5.8	16.3
Jūnijs	18.7	18.9	17.3	30.6	30.9	28.0	2.7	8.8	6.2	20.6	21.0	22.5	12.4	36.7	3.0
Jūlijs	13.7	15.2	18.8	21.8	25.2	28.4	6.9	4.5	6.6	17.1	19.2	21.7	67.9	14.7	42.3
Augusts	14.6	17.3	18.7	22.8	26.1	28.2	3.0	8.1	8.6	17.5	18.2	19.4	12.5	6.1	2.5
Septembris	16.4	10.9	9.2	27.2	18.9	18.4	7.6	-1.1	-2.0	16.9	11.8	9.7	9.3	36.3	5.1
Oktobris	5.5	11.2	8.1	13.6	14.2	10.3	-3.7	6.2	-1.7	6.9	10.6	8.4	10.8	52.2	27.3

2. pielikums

Nātru raža no eksperimentu lauciņiem (3.5 m^2) 2015.–2017. gadā

1. tabula

Ražas apjoms, ražu vācot divas reizes sezonā, grami

Gads	Mēslojuma variants	Klons	1. ražas vākšanas reize				2. ražas vākšanas reize			
			I atk.	II atk.	III atk.	IV atk.	I atk.	II atk.	III atk.	IV atk.
2015. g.	bez mēslojuma	I	82	116	103	293	34	98	34	78
		II	345	371	199	381	57	93	223	72
		III	120	538	719	351	71	208	41	93
		IV	338	200	556	222	157	247	106	196
	ar mēslojumu	I	424	1616	1175	1078	84	714	396	256
		II	957	928	905	546	211	192	376	151
		III	542	798	1189	1176	122	137	306	234
		IV	362	1431	386	740	272	719	206	269
2016. g.	bez mēslojuma	I	22	32	19	45	21	91	109	190
		II	60	275	100	170	34	87	80	70
		III	241	365	30	390	80	122	10	130
		IV	125	99	44	190	42	33	15	63
	ar mēslojumu	I	302	815	973	629	156	347	385	210
		II	472	391	823	315	157	130	274	105
		III	243	510	783	465	81	170	261	155
		IV	96	746	257	255	32	249	86	85
2017. g.	bez mēslojuma	I	220	250	100	220	160	115	85	102
		II	110	200	113	199	46	127	87	84
		III	300	221	100	150	159	71	44	161
		IV	220	234	110	170	152	104	59	102
	ar mēslojumu	I	334	438	300	350	242	349	224	242
		II	141	149	301	106	102	110	172	178
		III	210	224	465	229	267	221	174	150
		IV	85	181	126	85	60	66	100	43

2. pielikuma nobeigums

2. tabula

Ražas apjoms, ražu vācot četras reizes sezonā, grami

Gads	Mēslojuma variants	klons	1. ražas vākšanas reize				2. ražas vākšanas reize				3. ražas vākšanas reize				4. ražas vākšanas reize			
			atkārtojums				atkārtojums				atkārtojums				atkārtojums			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
2015. g.	bez mēslojuma	I	33	79	90	172	76	159	217	411	22	31	47	86	26	53	71	107
		II	64	106	298	149	110	158	141	143	48	50	124	34	42	75	75	79
		III	91	165	249	392	157	140	188	419	55	85	128	178	55	84	78	157
		IV	74	374	149	100	46	90	167	92	30	75	130	67	37	57	118	31
	ar mēslojumu	I	525	679	104	194	177	328	301	279	251	189	51	85	245	194	98	105
		II	185	629	230	212	272	303	340	124	76	259	98	93	82	211	112	103
		III	109	299	274	187	496	518	324	136	147	294	152	124	62	127	94	76
		IV	516	371	87	313	519	168	476	170	287	175	115	216	182	72	62	87
2016. g.	bez mēslojuma	I	12	18	28	60	12	49	171	116	9	40	113	94	5	30	55	72
		II	18	31	88	40	18	42	67	54	34	36	59	98	50	30	50	142
		III	37	97	110	47	37	69	131	185	68	99	108	190	98	129	84	194
		IV	20	18	97	74	27	42	96	101	73	60	141	112	118	78	186	122
	ar mēslojumu	I	197	439	209	248	165	191	106	167	89	109	76	92	12	27	45	16
		II	100	330	202	191	122	191	284	184	75	120	181	105	28	49	78	25
		III	82	123	133	100	149	261	234	112	110	154	200	113	70	47	165	114
		IV	102	210	123	238	176	215	181	182	143	194	210	170	109	173	239	158
2017. g.	bez mēslojuma	I	7	12	6	8	22	31	43	32	19	8	32	43	4	14	13	16
		II	5	9	30	14	11	9	10	15	16	42	45	24	11	15	38	17
		III	30	38	15	22	10	31	76	57	25	32	68	88	15	42	48	64
		IV	7	6	31	52	17	15	55	26	22	37	66	12	7	19	21	43
	ar mēslojumu	I	57	112	112	91	51	58	55	31	56	184	96	54	66	33	29	41
		II	44	82	89	118	22	54	54	53	44	74	78	94	26	62	41	35
		III	46	41	46	47	25	49	33	11	48	74	92	60	45	62	51	40
		IV	26	102	102	85	26	39	61	25	55	88	74	120	43	51	60	35

3.pielikums

Variantu vidējie bioķīmiskie rādītāji nātru lapās 2015.–2017. gadā

1. tabula

Hlorofila saturs nātru lapās 2015.–2017. gadā (mg 100 g^{-1} svaigas masas)

Gads	Vākšanas laiks	Mēslošana	Klons			
			Klons I	Klons II	Klons III	Klons IV
2015.	2 reizes vāktas I	B_1	138	180	182	199
		B_2	175	180	185	207
	2 reizes vāktas II	B_1	207	202	153	205
		B_2	169	187	174	214
	4 reizes vāktas I	B_1	142	173	139	194
		B_2	168	165	165	188
	4 reizes vāktas II	B_1	188	171	175	175
		B_2	172	176	175	198
	4 reizes vāktas III	B_1	170	175	165	207
		B_2	197	199	213	202
	4 reizes vāktas IV	B_1	188	184	193	204
		B_2	188	192	176	185
2016.	2 reizes vāktas I	B_1	211	200	212	231
		B_2	186	229	199	195
	2 reizes vāktas II	B_1	147	141	164	176
		B_2	153	170	175	128
	4 reizes vāktas I	B_1	151	209	203	191
		B_2	162	197	157	198
	4 reizes vāktas II	B_1	241	243	230	233
		B_2	217	238	225	234
	4 reizes vāktas III	B_1	224	264	219	228
		B_2	200	191	199	210
	4 reizes vāktas IV	B_1	218	219	252	236
		B_2	205	199	202	224
2017.	2 reizes vāktas I	B_1	158	165	172	191
		B_2	195	186	157	206
	2 reizes vāktas II	B_1	244	242	231	292
		B_2	254	272	275	285
	4 reizes vāktas I	B_1	187	139	158	154
		B_2	141	181	125	194
	4 reizes vāktas II	B_1	172	184	196	174
		B_2	227	223	241	230
	4 reizes vāktas III	B_1	250	296	316	320
		B_2	268	284	313	306
	4 reizes vāktas IV	B_1	261	304	285	298
		B_2	240	296	264	320

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

Iekrāsotas vērtības, kas katrā ražas veikšanas reizē B_2 variantā augstākas, vai vienādas, salīdzinājumā ar B_1 variantu.

3. pielikuma turpinājums
2. tabula

Karotinoīdu saturs nātru lapās 2015.–2017. gadā (mg 100 g^{-1} svaigas masas)

Gads	Vākšanas laiks	Mēslošana	Klons			
			Klons I	Klons II	Klons III	Klons IV
2015.	2 reizes vāktas I	B_1	33	45	46	46
		B_2	43	45	43	49
	2 reizes vāktas II	B_1	46	50	40	49
		B_2	44	46	45	49
	4 reizes vāktas I	B_1	40	44	40	52
		B_2	45	44	45	50
	4 reizes vāktas II	B_1	44	43	47	44
		B_2	43	47	45	47
	4 reizes vāktas III	B_1	43	44	43	51
		B_2	51	51	57	57
	4 reizes vāktas IV	B_1	53	48	53	51
		B_2	54	53	46	51
2016.	2 reizes vāktas I	B_1	52	48	51	49
		B_2	44	49	51	43
	2 reizes vāktas II	B_1	63	63	66	63
		B_2	59	52	63	57
	4 reizes vāktas I	B_1	42	49	50	47
		B_2	46	47	44	50
	4 reizes vāktas II	B_1	47	50	51	48
		B_2	45	48	49	45
	4 reizes vāktas III	B_1	49	55	49	50
		B_2	52	53	55	51
	4 reizes vāktas IV	B_1	50	54	60	54
		B_2	51	49	53	52
2017.	2 reizes vāktas I	B_1	45	45	48	51
		B_2	53	53	49	53
	2 reizes vāktas II	B_1	57	52	44	51
		B_2	50	46	50	43
	4 reizes vāktas I	B_1	25	57	26	30
		B_2	66	35	44	35
	4 reizes vāktas II	B_1	46	49	53	50
		B_2	45	51	52	45
	4 reizes vāktas III	B_1	46	44	36	46
		B_2	52	54	37	48
	4 reizes vāktas IV	B_1	57	66	64	62
		B_2	56	65	61	68

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

Iekrāsotas vērtības, kas katrā ražas veikšanas reizē B_2 variantā augstākas, vai vienādas, salīdzinājumā ar B_1 variantu.

Antociānu saturs nātru lapās 2015.–2017. gadā (mg 100 g^{-1} svaigas masas)

Gads	Vākšanas laiks	Mēslošana	Klons			
			Klons I	Klons II	Klons III	Klons IV
2015.	2 reizes vāktas I	B_1	1.4	1.4	1.1	1.8
		B_2	0.8	1.2	1.5	1.7
	2 reizes vāktas II	B_1	1.2	1.0	1.7	2.4
		B_2	0.9	1.4	1.4	1.5
	4 reizes vāktas I	B_1	0.1	0.1	0.1	0.1
		B_2	0.1	0.1	0.1	0.1
	4 reizes vāktas II	B_1	3.4	2.0	1.0	0.9
		B_2	0.6	1.4	1.6	1.4
	4 reizes vāktas III	B_1	0.8	0.9	0.9	0.9
		B_2	0.9	1.5	1.0	0.9
	4 reizes vāktas IV	B_1	1.5	1.1	1.1	1.0
		B_2	0.7	1.3	1.1	1.0
2016.	2 reizes vāktas I	B_1	3.8	5.6	6.2	6.3
		B_2	3.2	5.1	4.5	5.6
	2 reizes vāktas II	B_1	2.1	1.3	1.2	1.6
		B_2	1.8	1.3	1.1	1.0
	4 reizes vāktas I	B_1	7.6	5.2	5.7	6.1
		B_2	3.4	6.3	7.4	6.4
	4 reizes vāktas II	B_1	3.3	3.2	2.2	2.4
		B_2	2.7	3.6	2.2	2.5
	4 reizes vāktas III	B_1	2.1	2.1	2.2	2.1
		B_2	1.9	1.6	1.8	1.6
	4 reizes vāktas IV	B_1	3.4	2.4	2.0	2.3
		B_2	3.7	2.4	2.5	1.4
2017.	2 reizes vāktas I	B_1	4.3	5.0	4.2	5.3
		B_2	3.5	5.7	4.9	5.2
	2 reizes vāktas II	B_1	3.5	3.6	2.8	3.1
		B_2	2.0	2.2	2.1	2.9
	4 reizes vāktas I	B_1	4.1	4.6	4.1	5.1
		B_2	2.2	4.7	4.4	6.2
	4 reizes vāktas II	B_1	3.1	2.3	1.7	2.3
		B_2	1.6	3.0	1.9	1.9
	4 reizes vāktas III	B_1	2.3	2.2	2.3	1.7
		B_2	1.9	1.8	1.8	1.9
	4 reizes vāktas IV	B_1	2.0	1.9	3.5	3.3
		B_2	1.5	1.8	1.8	1.7

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

Iekrāsotas vērtības, kas katrā ražas veikšanas reizē B_2 variantā augstākas, vai vienādas, salīdzinājumā ar B_1 variantu.

3. pielikuma turpinājums

4. tabula

Fenolu saturs nātru lapās 2015.–2017. gadā (mg GAE 100 g^{-1} svaigas masas)

Gads	Vākšanas laiks	Mēslošana	Klons			
			Klons I	Klons II	Klons III	Klons IV
2015.	2 reizes vāktas I	B_1	230	258	250	259
		B_2	252	288	259	249
	2 reizes vāktas II	B_1	201	305	248	276
		B_2	240	280	249	246
	4 reizes vāktas I	B_1	453	460	506	384
		B_2	729	523	517	362
	4 reizes vāktas II	B_1	260	257	257	275
		B_2	251	275	272	263
	4 reizes vāktas III	B_1	186	238	222	211
		B_2	226	238	219	232
	4 reizes vāktas IV	B_1	251	263	279	252
		B_2	255	279	268	268
2016.	2 reizes vāktas I	B_1	460	492	435	436
		B_2	457	460	523	474
	2 reizes vāktas II	B_1	225	257	298	294
		B_2	259	275	303	251
	4 reizes vāktas I	B_1	588	515	727	652
		B_2	594	636	621	723
	4 reizes vāktas II	B_1	517	546	397	504
		B_2	478	543	431	458
	4 reizes vāktas III	B_1	163	133	128	132
		B_2	118	139	128	118
	4 reizes vāktas IV	B_1	408	326	301	273
		B_2	370	344	294	332
2017.	2 reizes vāktas I	B_1	288	310	408	365
		B_2	326	393	396	372
	2 reizes vāktas II	B_1	380	201	150	171
		B_2	135	162	178	158
	4 reizes vāktas I	B_1	375	283	712	621
		B_2	585	497	667	346
	4 reizes vāktas II	B_1	349	265	257	269
		B_2	286	305	246	269
	4 reizes vāktas III	B_1	326	334	322	298
		B_2	320	312	329	344
	4 reizes vāktas IV	B_1	670	889	465	636
		B_2	900	567	552	374

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

Iekrāsotas vērtības, kas katrā ražas veikšanas reizē B_2 variantā augstākas, vai vienādas, salīdzinājumā ar B_1 variantu.

Flavonoīdu saturs nātru lapās 2015.–2017. gadā (mg KE 100 g^{-1} svaigas masas)

Gads	Vākšanas laiks	Mēslošana	Klons			
			Klons I	Klons II	Klons III	Klons IV
2015.	2 reizes vāktas I	B_1	113	128	133	125
		B_2	138	138	118	119
	2 reizes vāktas II	B_1	182	173	142	195
		B_2	148	152	157	173
	4 reizes vāktas I	B_1	96	109	110	109
		B_2	116	107	114	133
	4 reizes vāktas II	B_1	85	132	129	121
		B_2	137	126	123	131
	4 reizes vāktas III	B_1	133	157	150	172
		B_2	172	160	185	165
	4 reizes vāktas IV	B_1	111	170	161	173
		B_2	183	170	145	166
2016.	2 reizes vāktas I	B_1	216	218	239	240
		B_2	174	207	234	213
	2 reizes vāktas II	B_1	158	180	209	206
		B_2	181	193	212	176
	4 reizes vāktas I	B_1	153	214	215	191
		B_2	170	187	174	192
	4 reizes vāktas II	B_1	250	242	245	229
		B_2	204	224	215	233
	4 reizes vāktas III	B_1	201	301	261	269
		B_2	237	219	221	249
	4 reizes vāktas IV	B_1	267	278	305	304
		B_2	265	230	279	258
2017.	2 reizes vāktas I	B_1	200	194	220	208
		B_2	209	231	224	248
	2 reizes vāktas II	B_1	296	268	252	340
		B_2	256	249	269	271
	4 reizes vāktas I	B_1	185	179	171	183
		B_2	187	172	137	235
	4 reizes vāktas II	B_1	238	233	253	257
		B_2	205	203	217	210
	4 reizes vāktas III	B_1	273	227	322	359
		B_2	229	296	309	305
	4 reizes vāktas IV	B_1	234	252	273	276
		B_2	244	236	262	265

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

Iekrāsotas vērtības, kas katrā ražas veikšanas reizē B_2 variantā augstākas, vai vienādas, salīdzinājumā ar B_1 variantu.

3. pielikuma turpinājums
6. tabula

C vitamīna saturs nātru lapās 2015.–2017. gadā (mg 100 g^{-1} svaigas masas)

Gads	Vākšanas laiks	Mēslošana	Klons			
			Klons I	Klons II	Klons III	Klons IV
2015.	2 reizes vāktas I	B_1	141	178	143	209
		B_2	155	129	164	212
	2 reizes vāktas II	B_1	88	67	232	266
		B_2	97	149	257	268
	4 reizes vāktas I	B_1	151	133	238	240
		B_2	180	181	208	226
	4 reizes vāktas II	B_1	453	323	370	191
		B_2	377	185	151	183
	4 reizes vāktas III	B_1	153	115	157	106
		B_2	156	168	123	135
	4 reizes vāktas IV	B_1	309	408	414	379
		B_2	381	404	397	504
2016.	2 reizes vāktas I	B_1	65	233	228	265
		B_2	84	157	220	201
	2 reizes vāktas II	B_1	211	160	236	147
		B_2	209	249	226	156
	4 reizes vāktas I	B_1	248	234	388	330
		B_2	199	268	332	613
	4 reizes vāktas II	B_1	161	213	163	182
		B_2	185	207	146	255
	4 reizes vāktas III	B_1	135	144	169	187
		B_2	145	149	210	242
	4 reizes vāktas IV	B_1	106	122	145	169
		B_2	130	133	192	157
2017.	2 reizes vāktas I	B_1	148	149	220	192
		B_2	139	170	233	228
	2 reizes vāktas II	B_1	333	265	253	345
		B_2	356	226	266	300
	4 reizes vāktas I	B_1	77	97	103	128
		B_2	79	114	105	127
	4 reizes vāktas II	B_1	185	255	286	314
		B_2	290	279	380	315
	4 reizes vāktas III	B_1	298	299	301	327
		B_2	342	315	305	335
	4 reizes vāktas IV	B_1	175	177	180	249
		B_2	141	206	274	252

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

Iekrāsotas vērtības, kas katrā ražas veikšanas reizē B_2 variantā augstākas, vai vienādas, salīdzinājumā ar B_1 variantu.

Antiradikālā aktivitāte svaigās nātru lapās 2015.–2017. gadā (%)

Gads	Vākšanas laiks	Mēslošana	Klons			
			Klons I	Klons II	Klons III	Klons IV
2015.	2 reizes vāktas I	B_1	20	35	34	15
		B_2	42	38	28	34
	2 reizes vāktas II	B_1	50	56	57	48
		B_2	50	42	44	54
	4 reizes vāktas I	B_1	15	19	32	36
		B_2	27	18	34	45
	4 reizes vāktas II	B_1	35	43	25	39
		B_2	39	35	29	33
	4 reizes vāktas III	B_1	48	47	44	59
		B_2	48	51	47	42
	4 reizes vāktas IV	B_1	48	46	44	39
		B_2	54	42	44	44
2016.	2 reizes vāktas I	B_1	40	29	43	36
		B_2	29	30	37	38
	2 reizes vāktas II	B_1	18	21	25	22
		B_2	20	18	23	18
	4 reizes vāktas I	B_1	34	38	37	40
		B_2	36	32	31	33
	4 reizes vāktas II	B_1	39	46	38	27
		B_2	51	45	28	32
	4 reizes vāktas III	B_1	26	27	27	27
		B_2	26	18	21	25
	4 reizes vāktas IV	B_1	37	38	41	37
		B_2	36	36	28	31
2017.	2 reizes vāktas I	B_1	39	34	54	45
		B_2	34	42	52	46
	2 reizes vāktas II	B_1	34	18	34	38
		B_2	22	14	18	20
	4 reizes vāktas I	B_1	53	35	66	68
		B_2	57	63	66	39
	4 reizes vāktas II	B_1	44	36	47	33
		B_2	31	32	29	31
	4 reizes vāktas III	B_1	28	23	31	33
		B_2	21	18	24	26
	4 reizes vāktas IV	B_1	21	22	35	26
		B_2	31	22	25	19

B_1 – bez mēslojuma, B_2 – ar mēslojumu

Iekrāsotas vērtības, kas katrā ražas veikšanas reizē B_2 variantā augstākas, vai vienādas, salīdzinājumā ar B_1 variantu.

4. pielikums

Artišoku ražas ievākšanas apjoms pa atsevišķām ražas vākšanas reizēm, galviņu skaits

Gads	Dīgstu apstrāde	Datums	Kultūraugsne				Reliktkarbonātiska brūnaugsne			
			I atk.	II atk.	III atk.	VI atk.	I atk.	II atk.	III atk.	VI atk.
2015.	B_1	3.08.	0	1	0	0	0	0	0	0
		10.08.	3	1	3	1	4	3	2	0
		14.08.	1	2	2	0	0	0	1	0
		21.08.	3	0	5	3	3	1	0	1
		24.08.	2	0	0	1	0	0	0	0
		28.08.	3	2	3	1	2	3	5	1
		3.09.	4	3	2	1	4	3	2	1
		14.09.	2	2	5	0	0	0	2	2
		23.09.	1	2	3	2	0	1	1	1
		5.10.	0	2	3	1	0	2	1	0
	B_2	3.08.	0	0	1	0	0	0	0	1
		10.08.	0	1	0	0	0	0	0	0
		14.08.	0	0	1	0	0	0	0	0
		21.08.	0	2	0	0	0	0	0	0
		24.08.	0	0	0	0	0	0	0	0
		28.08.	0	1	0	0	0	0	0	0
		3.09.	0	1	1	0	0	0	0	0
		14.09.	0	1	0	0	0	0	0	0
		23.09.	0	0	0	0	0	0	0	0
		5.10.	0	0	0	0	0	0	0	1
2016.	B_1	3.08.	5	3	1	3	2	0	0	2
		15.08.	3	3	2	0	4	1	2	3
		22.08.	4	0	1	4	1	1	0	1
		29.08.	1	0	2	2	2	0	2	1
		5.09.	4	0	1	1	2	3	3	2
		12.09.	2	1	0	3	3	1	3	2
		19.09.	3	1	2	4	1	1	5	0
		26.09.	0	1	4	1	3	3	1	3
		3.10.	0	0	0	0	7	1	3	1
	B_2	3.08.	0	0	2	0	2	0	3	0
		15.08.	1	1	1	1	1	2	4	1
		22.08.	0	1	1	2	4	0	0	0
		29.08.	0	0	2	0	0	0	1	1
		5.09.	1	1	0	2	1	1	0	0
		12.09.	2	0	0	1	1	0	0	1
		19.09.	1	2	0	1	1	2	0	2
		26.09.	1	1	2	0	4	0	0	0
		3.10.	0	0	0	0	2	5	0	2

nejarovizēti – B_1, jarovizēti – B_2