

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte

*Latvia University of Life Sciences and Technologies
Faculty of Agriculture*

SOLVITA ZEIPIŅA

**AGROEKOLOĢISKO FAKTORU IETEKME UZ RETI
AUDZĒTU DĀRZEŅU RAŽU UN KVALITĀTI**

***INFLUENCE OF AGROECOLOGICAL FACTORS ON
RARELY-GROWN VEGETABLE YIELD AND QUALITY***

Promocijas darba KOPSAVILKUMS

zinātniskā doktora grāda zinātnes doktors (Ph.D.) iegūšanai
lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnēs, mežzinātnē

SUMMARY

*of the Doctoral Thesis for the Doctoral degree Doctor of Science
(Ph.D.) in Agriculture, Forestry and Fisheries*

paraksts / *signature*

Jelgava, 2021

Darba zinātniskās vadītājas / Scientific supervisors:

Dr.biol. **Ina Alsiņa**
Dr.agr. **Līga Lepse**

Darba recenzenti / Reviewers:

Dr.biol. **Edīte Kaufmane**
Dr.agr. **Arta Kronberga**
Dr.agr. **Gunita Bimšteine**

Promocijas darba aizstāvēšana paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes, mežzinātnes ar specializāciju “Lauksaimniecība” promocijas padomes atklātajā sēdē 2021. gada 17. septembrī plkst. 10.00, LLU, 123. auditorijā (vai attālināti), Lielā iela 2, Jelgava.

The defence of the thesis will be held in an open session of the Promotion board of Agriculture, Forestry and Fisheries with specialization “Agriculture” on 17 September 2021 at 10.00. in room 123 (or remotely). Latvia University of Life Sciences and Technologies, Liela street 2, Jelgava, Latvia.

Ar promocijas darbu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Jelgava, Lielā iela 2.

The thesis is available at the Fundamental Library of Latvia University of Life Sciences and Technologies, Liela street 2, Jelgava, Latvia.

Atsauksmes lūdzu sūtīt Lauksaimniecības un zivsaimniecības zinātnes nozares, mežzinātnes specializācijas “Lauksaimniecība” promocijas padomes sekretārei Ingridai Augšpolei, Lielā iela 2, Jelgava, LV – 3001.

References are welcome to be sent to Ingrida Augšpole, the Secretary of the Promotion Board, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Liela street 2, Jelgava, LV – 3001, Latvia.

SATURS

IEVADS	4
IZMĒĢINĀJUMA APSTĀKĻI UN METODES	6
IZMĒĢINĀJUMA REZULTĀTI UN TO ANALĪZE	9
Agroekoloģisko faktoru ietekme uz svaigu nātru ražu	9
Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru bioķīmisko sastāvu	12
Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku ražu	14
Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku galviņu bioķīmisko sastāvu..	16
Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas pākšu ražu	18
Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas pupiņu bioķīmisko sastāvu	22
Praktiskie novērojumi un ieteikumi	22
SECINĀJUMI	24
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA/APPROBATION OF THE SCIENTIFIC ACTIVITIES	25
INTRODUCTION	29
MATERIALS AND METHODS.....	30
RESEARCH RESULTS AND ANALYSIS	34
Influence of agroecological factors on fresh nettle yield	34
Influence of agroecological factors on biochemical content of nettles	35
Influence of agroecological factors on the artichoke yield	37
Influence of agroecological factors on biochemical content of artichokes heads	38
Influence of agroecological factors on vegetable soya pods yield.....	40
Influence of agroecological factors on biochemical content of vegetable soya beans.....	41
Practical recommendations	41
CONCLUSIONS	43

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 Dārzeņi nodrošina cilvēkus ar šķiedrvielām, antioksidantiem, vitamīniem, polifenoliem un minerālvielām. Jo daudzveidīgāks dārzeņu klāsts tiek lietots uzturā, jo pilnvērtīgāks tas ir. Jaunu vai neierastu dārzeņu lietošana uzturā daudzveidotu ikdienas uzturu, nodrošinot patērētājus ar dārzeņiem, kas ir bagāti ar daudzveidīgiem bioloģiski aktīviem savienojumiem. Arvien biežāk vērojama iedzīvotāju interese un vēlme pašiem izaudzēt sev dažādus augus 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 saimniecības³, kas bieži vien nodrošina patērētājiem daudzveidību dārzeņu piedāvājumā, īpaši sekmējot jaunu vai retu dārzeņu audzēšanu. Mazizplatītu dārzeņu 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.

Arvien vairāk pārtikā izmanto arī savvaļā augošus augus. Tomēr to izplatība un pieejamība laika gaitā mainās, tādēļ ir jādome arī par šo augu apzinātu, mērķtiecīgu kultivēšanu. Turklāt savvaļā augušiem augiem nav izsekojama to uzturvērtība, pretstatā kultivētajiem augiem (Radman et al., 2015).

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 dārzeņis. 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, jāpārzina nozīmīgākie to attīstību un ražību ietekmējošie faktori: augsne, temperatūra, mitrums, gaisma un audzēšanas tehnoloģija ir vieni no galvenajiem. Visbiežāk Latvijā ir pēti laukaugu vai augļaugu raža un kvalitāte dažādu faktoru ietekmē, bet maz ir veikti pētījumi dārzeņkopībā.

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.]

Lai gan šie trīs dārzeni 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 faktoros un meteoroloģiskos apstākļus augstas un kvalitatīvas ražas ieguvei dāržiem, kas līdz šim vēl nav plaši audzēti Latvijā.

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

Darba uzdevumi:

- izvērtēt lielās nātres, lodveida artišoka un dāržu sojas augšanu un attīstību dažādu agrotehnisko faktoru ietekmē un atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem;
- izvērtēt izvēlēto dāržu iegūstamo ražu dažādu agrotehnisko faktoru ietekmē un atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem;
- noteikt un novērtēt biokīmisko 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 dāržu sojas ražu un ražas kvalitāti. Visiem šiem dāržiem ir augsts potenciāls patērētāju uztura dažādošanai.

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

Zinātniskais nozīmīgums: iegūtie rezultāti ir aktuāli dārženkopības nozarē, un ļauj izprast reti audzētu dāržu ražas veidošanos un bioloģiski aktīvo savienojumu izmaiņas dažādu agrotehnisko faktoru un meteoroloģisko apstākļu ietekmē.

Pētījuma rezultāti iegūti, pateicoties projektiem:

1. “Jauna dārža - edamame audzēšanas tehnoloģijas izstrāde bioloģiskajā ražošanā” (2018–2019)
2. Latvijas Zinātnes padomes projektā Nr.519/2012 „Metodes fizioloģiski aktīvo savienojumu paaugstināšanai Latvijā audzētos dāržos mainīga klimata apstākļos” (2014–2016).

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

Zinātniskā darba aprobācija. Par šī pētījuma rezultātiem ir sniegti četri mutiskie ziņojumi un divi stenda referāti starptautiskās zinātniskās konferencēs un pieci mutiskie ziņojumi un viens stenda referāts Latvijas mēroga zinātniski praktiskajās konferencēs. Publicēti četri raksti zinātniskos rakstu krājumos, kuri indeksēti Scopus datubāzē, seši raksti citos zinātniskos rakstu krājumos, kā arī astoņas zinātnisko konferenču tēzes.

IZMĒGINĀJUMA APSTĀKĻI UN METODIKA

Lauka izmēģinājumu ierīkošana. Pētījumi veikti laika periodā no 2014. gada līdz 2019. gadam. Lauka izmēģinājumi ierīkoti SIA “Pūres Dārzkopības pētījumu centrs” un APP Dārzkopības institūts izmēģinājuma laukos Tukuma novada Pūres pagastā. Izmēģinājumos pētīti trīs kultūraugi: lodveida artišoks (*Cynara cardunculus* L.), lielā nātre (*Urtica dioica* L.) un dārzeņu soja (*Glycine max* L.).

Lielā nātre. Izmēģinājums tika iekārtots pēc trīsfaktora izmēģinājuma shēmas, četros atkārtojumos (2015.–2017. gads), kur

- faktors A – klons (klons I – A₁, klons II – A₂, klons III – A₃, klons IV – A₄);
- faktors B – mēslojums (bez mēslojuma – B₁, ar mēslojumu (kūdras – kūtsmēsļu kompostu 4 kg m²) – B₂);
- faktors C – ražas vākšanas biežums (divas reizes veģetācijas periodā, kad dzinumi bija garāki par 10 cm – C₁, četras reizes veģetācijas periodā, kad dzinumi nepārsniedza 10 cm – C₂).

Lodveida artišoks. Izmēģinājums bija iekārtots pēc divfaktora izmēģinājuma shēmas, četros atkārtojumos (2015.–2016., 2018. gads), kur

- faktors A – augsne (kultūraugsne – A₁, reliktkarbonātiska brūnaugsne – A₂);
- faktors B – dīgstu apstrādes veids (nejarovizēti – B₁, jarovizēti – B₂).

Dārzeņu soja. Izmēģinājums tika iekārtots pēc trīsfaktora izmēģinājuma shēmas, četros atkārtojumos (2017.–2019. gads), kur:

- faktors A – šķirne (‘Chiba Green’ – A₁, ‘Midori Giant’ – A₂);
- faktors B – audzēšanas veids (sējot tieši laukā – B₁, ar dēstu – B₂);
- faktors C – augu biežība (13 augi m² – C₁, 20 augi m² – C₂).

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums pētīto augu kontekstā.

Nātres. Kopumā 2015.–2017. gadu periods bija piemērots nātru audzēšanai. 2015. gada pavasaris bija vispiemērotākais regulāras ražas ieguvei, jo bija vienmērīgs un regulārs mitruma nodrošinājums. 2016. gadā maija pirmā un trešā dekāde bija bez nokrišņiem, kas negatīvi ietekmēja ražas veidošanos, bet otrajā dekāde bija 57 mm nokrišņu. Savukārt 2017. gada pavasaris bija ar ilgāku sausuma periodu, kā rezultātā starplaiks starp ražas vākšanas reizēm bija lielāks. Maijā kopējais nokrišņu daudzums bija tikai 12 mm. Visagrāk pirmā raža tika ievākta 2017. gadā.

Artišoki. Artišoku audzēšanai mitruma un temperatūras ziņā piemērotākie bija 2015. un 2016. gads. 2018. gadā vasaras mēnešos bija visaugstākā vidējā gaisa temperatūra, bet vismazākais nokrišņu daudzums.

Dārzeņu soja. Dārzeņu sojas audzēšanai visos pētījuma gados arī bija labvēlīgi laikapstākļi, raugoties uz veģetācijas periodu kopumā. Tomēr atsevišķos periodos bija vērojamas arī krasas novirzes no vēlamiem un ilggadīgi novērotiem apstākļiem. 2019. gads bija vissiltākais, kad atsevišķos periodos

vidējā gaisa temperatūra sasniedza pat 30 °C robežas. Noteikti jāatzīmē, ka vislielākā problēma, ar ko nācās saskarties, jo īpaši 2018. un 2019. gadā, bija nepietiekams nokrišņu daudzums maijā, kad tas ir ļoti nozīmīgi dārzenų sojas veiksmīgai sadīgšanai.

Izmēģinājuma laikā veiktie novērojumi un analīzes. Visiem trīs izmēģinājumā iekļautajiem dārzeniem veikti augu morfoloģiskie mērījumi, veikta ražas uzskaite un noteikts bioloģiski aktīvo savienojumu daudzums tajos.

Artišokiem pirmajā ražas uzskaitē visiem augiem lauciņā mērīts auga augstums un lapu rozetes diametrs; katrā ražas vākšanas reizē visām artišoku galviņām noteikts to diametrs un masa; aprēķināta kopējā auga raža gramos no auga visā veģetācijas periodā; noteikts pigmentu, fenolu, flavonoīdu, C vitamīna saturs un antiradikālā aktivitāte artišoku galviņās katrā ražas vākšanas reizē.

Nātrēm katrā ražas vākšanas reizē noteikts 10 augu augstums un masa. Ražas uzskaitē no katra eksperimentālā lauciņa nogriezti visi augi, tie nosvērti, raža pārrēķināta uz g m^{-2} . Pigmentu, fenolu, flavonoīdu, C vitamīna saturs un antiradikālā aktivitāte nātru lapās noteikts laboratoriski, katrā ražas ievākšanas reizē.

Dārzenų sojai ražas laikā no katra lauciņa analizēti 10 augi: tika mērīts augu augstums, attālums no sakņu kakliņa līdz pirmajai pākstij, auga masa, pākšu skaits un to masa no auga. Ražas uzskaitē veikta no katra eksperimentālā lauciņa, novācot visas augu pākstis, pākšu raža nosvērta, raža pārrēķināta uz t ha^{-1} .

Biokīmiskās analīzes veiktas Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes Augsnes un augu zinātņu institūtā. Savukārt Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā noteica kopproteīna saturu edamames pupiņās pēc Kjeldāla metodes.

- *Hlorofila un karotinoīdu* saturs noteikts spektrofotometriski etanola šķīdumā, šķīduma gaismas absorbcija nolasīta pie 665 nm, 649 nm un 440 nm viļņu garumiem. To saturu augu materiālā izteica $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ svaigas masas (Linchtenthaler, Buschmann, 2001).
- *Askorbīnskābes* saturs noteikts titrimetriski, filtrātu titrējot ar 0.001 n jodu līdz zilai krāsai, pirms titrēšanas paraugā iepilināja 1% cieti. To saturu augu materiālā izteica $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ svaigas masas (Moor et al., 2005).
- *Antociānu* saturs noteikts spektrofotometriski, šķīduma gaismas absorbcija nolasīta pie viļņu garuma 535 nm. To saturu augu materiālā izteica $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ svaigas masas (Moor et al., 2005).
- *Fenolu* saturs noteikts spektrofotometriski, šķīduma gaismas absorbcija nolasīta pie viļņu garuma 320 nm. To saturu augu materiālā izteica $\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ svaigas masas (Singleton et al., 1999).
- *Flavonoīdu* noteikts spektrofotometriski, šķīduma gaismas absorbcija nolasīta pie viļņu garuma 415 nm. To saturu augu materiālā izteica $\text{mg KE}100 \text{ g}^{-1}$ svaigas masas (Kim et al., 2003).

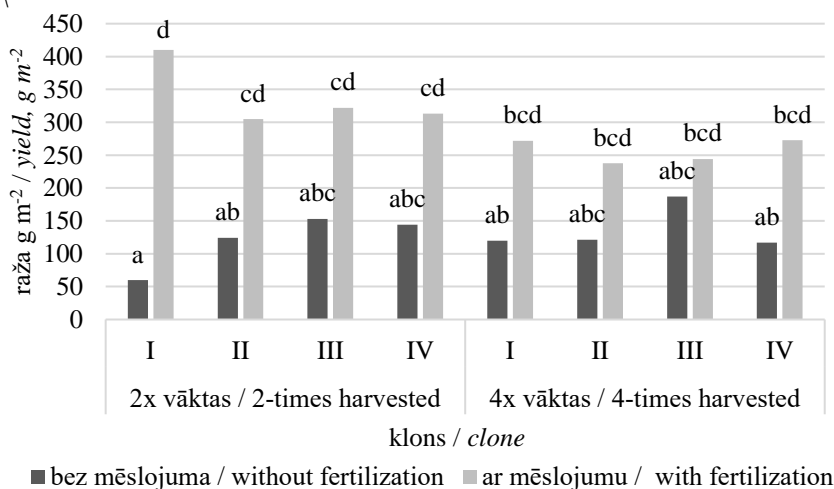
- *Antiradikālā* aktivitāte noteikta spektrofotometriski, šķīduma gaismas absorbcija tika nolasīta pie viļņu garuma 517 nm, izteikta % (Barros et al., 2007).

Datu matemātiskās apstrāde veikta izmantojot Microsoft Excel 2016 un STATISTICA TM 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. Rādītāju atšķirības būtiskuma noteikšanai izmantoja 95% ticamības pakāpi.

IZMĒĢINĀJUMA REZULTĀTI UN ANALĪZE

Agroekoloģisko faktoru ietekme uz svaigu nātru ražu

Pirmajā nātru ražas vākšanas gadā iegūtā raža pa variantiem variēja vidēji no 60 līdz 410 g m⁻² (1. att.). Statistiski būtiskas atšķirības konstatētas tikai mēslojuma ietekmē ($p = 0.000$). Citiem faktoriem (klons, vākšanas biežums), un faktoru mijiedarbībai nav konstatēta statistiski būtiska ietekme uz nātru ražu. Lielākās atšķirības starp mēslojuma variantiem konstatētas, ražu vācot divas reizes sezonā. Būtiski augstāka raža ievākta lauciņos, kur lietots mēslojums. Variantā, kur raža 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 atsaucīgākais uz mēslojumu. Variantos, kur nebija lietots mēslojums, no kvadrātmetra iegūti 60 līdz 187 gramu, bet mēslojotajā variantā – no 238 līdz 410 gramu.



1. att. Nātru raža 2015. gadā, g m⁻²/

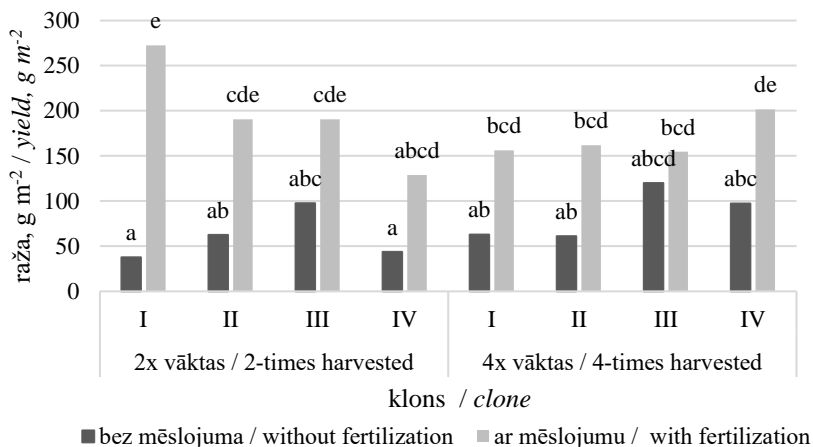
Fig. 1. Nettle yield in 2015, g m⁻²

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$) / values marked by different letters have significant difference (Duncan's criteria, $p < 0.05$)

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. Variantā, kur raža vākta

četras reizes, 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%). Savukārt divas reizes vācot ražu, pirmajā ražas vākšanas reizē tā sastādīja 65 līdz 82% un attiecīgi otrajā ražas vākšanas reizē tie bija 18 līdz 35% kopražas.

Otrajā ražas vākšanas gadā konstatēta līdzīga kopējā tendence kā pirmajā gadā – statistiski būtiska ietekme uz ražību konstatēta tikai mēslojuma lietojumam ($p = 0.000$). Vidējā raža no variantiem variēja robežās no 38 līdz 273 g m⁻² (2. att.).



2. att. Nātru raža 2016. gadā, g m⁻²/

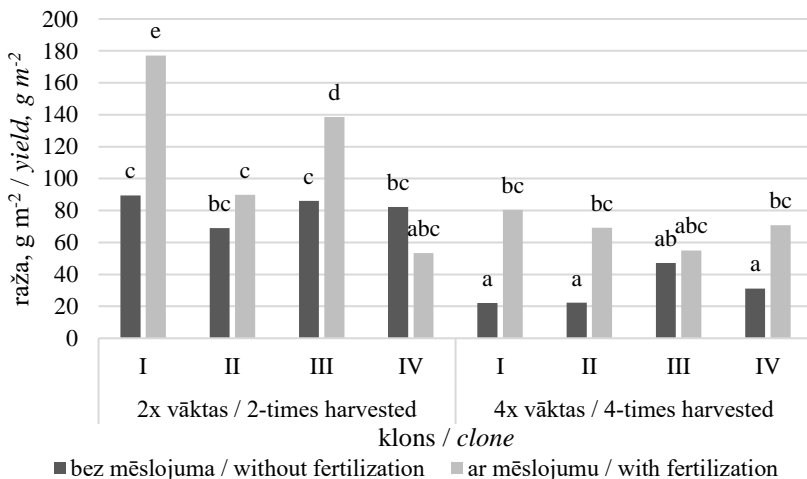
Fig. 2. *Nettle yield in 2016, g m⁻²*

*Ielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$) / values marked by different letters have significant difference (Duncan's criteria, $p < 0.05$)

2016. gadā, līdzīgi kā 2015. gadā, augstāka raža ievākta variantā, kur lietots mēslojums, un no laucīņiem, kuros 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. Apstiprinās I klona tendence visizteiktāk reaģēt uz barības vielu nodrošinājumu. 2016. gada pavasaris – vasaras sākums raksturojās ar mazāk nokrišņiem, kas ietekmēja augu biomasas veidošanās intensitāti un līdz ar to arī ražu – ražas vākšanas periods bija garāks nekā pirmajā gadā. Raža tika vākta no 17. aprīļa līdz 8. maijam. Vācot ražu četras reizes, atkarībā no klona lielākā raža iegūta otrajā un trešajā ražas vākšanas reizē variantā bez mēslojuma

un pirmajā vai otrajā ražas vākšanas reizē mēslotajā variantā. Savukārt, vācot ražu divas reizes, pirmajā ražas vākšanas reizē ievāktas 3/4 no kopējā ražas (69–75%).

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 ($p = 0.000$). 2017. gadā vidēji visos variantos nātru raža variēja no 22 līdz 177 g m⁻² (3. att.).



3. att. Nātru raža 2017. gadā, g m⁻²/

Fig. 3. Nettle yield in 2017, g m⁻²

*lielumi, kas, apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$) / values marked by different letters have significant difference (Duncan's criteria, $p < 0.05$)

Trešajā ražas gadā, lai arī ir saglabājusies tendence augstāku ražu iegūt mēslotajā variantā, atšķirības starp mēslojuma variantiem ražu vācot divas reizes, 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 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 mitruma trūkuma dēļ nātres pēc katras ražas vākšanas reizes atauga arvien lēnāk un ražas vākšana turpinājās līdz pat 20. jūnijam. Ražu vācot četras reizes sezonā, augstākā kopražā vidēji visos variantos bija trešajā ražas vākšanas reizē (30–41%). Savukārt, divreiz vācot ražu, abās vākšanas reizēs raža ir bijusi samērā līdzīga lielākajā daļā variantu. Pirmajā ražas vākšanas reizē tā sastādīja 55 līdz 64% no kopražas.

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 ($p = 0.000$). 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 mēslotajā variantā.

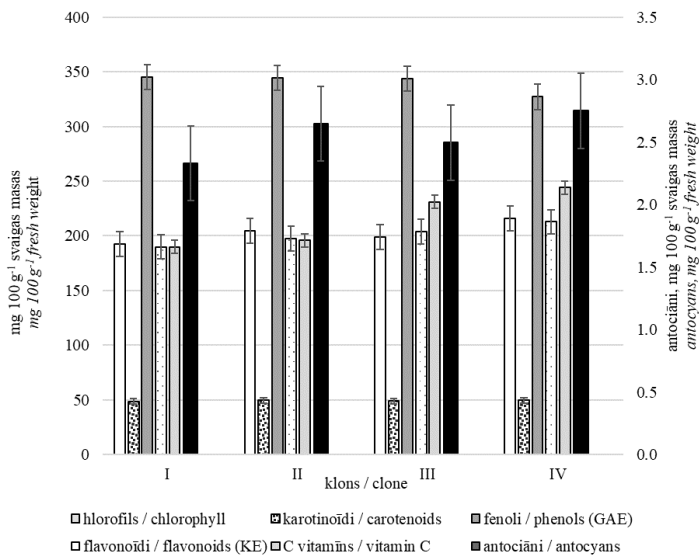
Agroekoloģisko faktoru ietekme uz nātru bioķīmisko sastāvu

Kopumā, nosakot **hlorofila** saturu izmēģinājuma trīs gados, konstatēts, ka būtiska ietekme uz tā saturu nātru lapās ir bijusi trim 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. Ar atsevišķiem izņēmumiem, kopumā katrā nākamajā gadā hlorofila saturs ir bijis augstāks, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem. Izanalizējot visa izmēģinājuma laikā dažādos variantos augušās nātres, konstatēts, ka vidēji augstākais hlorofila saturs bija IV klonam (216 mg 100 g⁻¹ svaigas masas), bet viszemākais – I klonam (193 mg 100 g⁻¹ svaigas masas) (4. att.).

Analizējot **karotinoīdu** saturu, konstatēts, ka būtiska ietekme uz to 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. Iegūtie rezultāti neuzrāda skaidri izteiktu tendenci karotinoīdu satura izmaiņām nātru augos. Tāpat arī nav novērota izteikta kāda klona reakcija uz mēslojumu. Karotinoīdu vismazāk bija I klonam, visvairāk IV klonam, bet atšķirības bija nebūtiskas (48–50 mg 100 g⁻¹ svaigas masas).

Būtiska ietekme uz **antociānu** saturu nātru lapās 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. Kopumā augstāks antociānu saturs bija nemēslotajā variantā. Tāpat kā karotinoīdu, arī antociānu vismazāk bija I klonam un visvairāk IV klonam, to saturs pa kloniem variēja no 2.3 līdz 2.8 mg 100 g⁻¹ svaigas masas.

Izmēģinājuma trīs gados, analizējot **fenolu** saturu, konstatēts, ka būtiska ietekme uz tā saturu 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 galluskābes ekvivalenta (GAE) 100 g⁻¹ svaigas masas. Ar atsevišķiem izņēmumiem un atkarībā no klona, kopumā konstatēts, ka augstāks fenolu saturs bija variantā, kur iestrādāts mēslojums, pie abām ražas vākšanas shēmām. Augstākais fenolu saturs nātru lapās bija I klonam (345 mg GAE 100 g⁻¹ svaigas masas), bet zemākais – IV klonam (327 mg GAE 100 g⁻¹ svaigas masas).



4. att. Bioķīmisko rādītāju atšķirības starp kloniem, mg 100 g⁻¹ svaigas masas /

Fig. 4. Biochemical differences between clones, mg 100 g⁻¹ fresh weight

Analizējot **flavonoīdu** saturu, konstatēts, ka būtiska ietekme bija 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. Kopumā izmēģinājumā konstatēta tendence, ka ar katru ražas vākšanas gadu flavonoīdu daudzums nātru lapās palielinājās. Flavonoīdu saturs augstāks bija IV klonam.

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. Pie abām ražas vākšanas shēmām kopumā konstatēta tendence, ka augstāks C vitamīna saturs bija variantos, kur veikta mēslošana. C vitamīna saturs būtiski augstāks bija IV klonam (244 mg 100 g⁻¹ svaigas masas), pārējiem kloniem tas variēja no 190 līdz 231 mg 100 g⁻¹ svaigas masas.

Izmēģinājuma trīs gados novērtējot **antiradikālo aktivitāti**, konstatēts, ka būtiska ietekme bija visiem pētāmajiem faktoriem ($p < 0.05$). Izvērtējot visu variantu vidējos rādītājus, antiradikālā aktivitāte vidēji pa visām ražas vākšanas reizēm variēja no 27 līdz 46%.

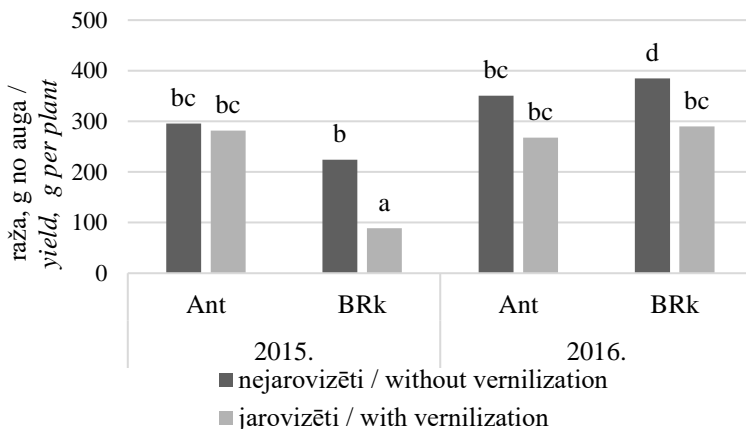
Izvērtējot gada, mēslojuma un ražas vākšanas biežuma ietekmi un atšķirības starp kloniem, konstatēts, ka antociānu, flavonoīdu, C vitamīna saturu un

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 secināms, ka visvērtīgākais bioķīmisko savienojumu ziņā bija IV klons.

Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišķoku ražu

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. Šis novērojums ļauj spriest, ka, izstādot augus uz lauka maija beigās, ir notikusi dabiska to jarovizācija – augi ir bijuši pakļauti dabīgai zemas temperatūras iedarbībai pēc izstādīšanas, kad vairākas dienas pēc kārtas nakts stundās vidējā gaisa temperatūra bija zem 5 °C un diennakts vidējā temperatūra divas nedēļas nepārsniedza 15 °C robežu.

Novērtējot vidēji no viena auga visā veģetācijas periodā iegūto ražu, konstatēta būtiska atšķirība gan starp izmēģinājuma gadiem, gan arī abām augsnēm ($p = 0.000$), dīgstu apstrādes veidam (jarovizēti vai nejarovizēti) nav bijusi būtiska ietekme uz ražas lielumu ($p = 0.07$). Starp visām faktoru kombinācijām ir novērota būtiska mijiedarbība, izņemot gads \times sēklu diedzēšanas veids ($p = 0.18$). Iegūtā raža pa variantiem variēja no 89 līdz 385 gramiem no auga (5. att.)



ANt – kultūraugsne / *strongly altered by cultivation soil*

BRk – reliktkarbonātiska brūnaugsne / *brown soil with residual carbonates*

5. att. **Artišoku galviņu raža 2015.–2016. gadā, g no auga/**
Fig. 5. Yield of artichoke in 2015 – 2016, g per plant

* lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku starpību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$) / *values marked by different letters have significant difference (Duncan's criteria, $p < 0.05$)*

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 netika konstatēta būtiska ietekme uz ražu. Salīdzinot abus gadus, augstāka raža bijusi 2016. gadā, kad bija augstāka vidējā gaisa temperatūra un labāks mitruma nodrošinājums. Augustā, kad sākās ražas periods, 2015. gadā HTK bija tika 0.3, bet 2016. gadā – 1.4. 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, bet tās bija lielākas nekā 2015. gadā (66–293 grami). Visi pētījuma faktori būtiski ietekmējuši gan auga augstumu, gan lapu rozetes diametru ($p < 0.05$). Veiktajā eksperimentā visu trīs gadu periodā vidējais augu augstums pa variantiem variēja no 29 līdz 57 cm, bet lapotnes diametrs bija robežās no 58 līdz 88 cm.

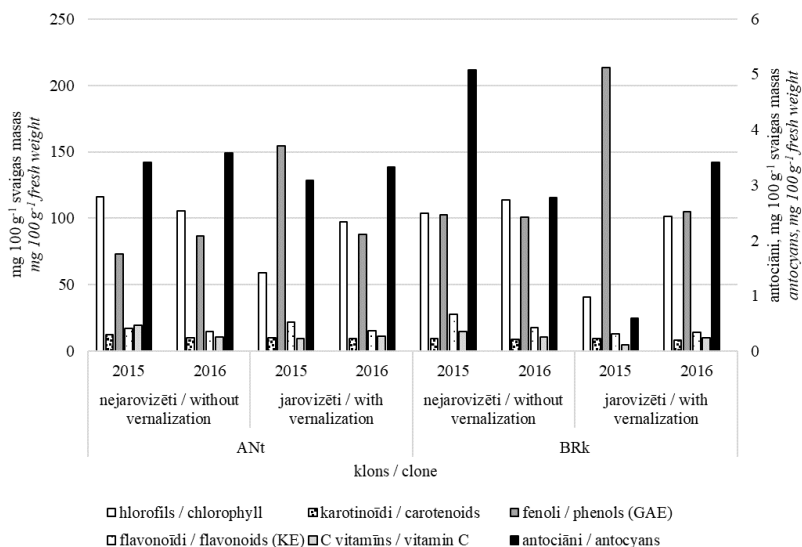
Izmēģinājuma gaitā konstatēts, ka ir daudz neskaidrību par artišoku audzēšanu un ražas ieguvu ne vien Latvijā, bet arī citviet pasaulē. Turklāt valstīs, kur tos audzē visvairāk, artišoki tiek audzēti vairākus gadus pēc kārtas, kas apgrūtina to salīdzināšanu ar Baltijas valstu reģiona pieredzi un iespējām,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

Agroekoloģisko faktoru ietekme uz artišoku galviņu bioķīmisko sastāvu

Abus ražas gadus novērtētas bioķīmiskās atšķirības starp visiem variantiem. Novērtējot vidējo **hlorofila** saturu artišoku galviņās vairākas reizes veģetācijas periodā, tas būtiski atšķīrās gada ietvaros ($p = 0.000$) un atkarībā no sēklu diedzēšanas veida ($p = 0.000$). Augsne, kādā augi tika audzēti, to būtiski neietekmēja ($p = 0.37$). Abos gados hlorofila daudzums vidēji visos eksperimenta variantos bija no 41 līdz 114 mg 100 g⁻¹ svaigas masas (6. 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.

Novērtējot vidējo **karotinoīdu** saturu visa veģetācijas perioda garumā 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 ($p = 0.13$). Abos gados karotinoīdu daudzums vidēji visos eksperimenta variantos svārstījās no 8.3 līdz 12.3 mg 100 g⁻¹ svaigas masas. Abos gados konstatēta kopīga tendence, ka karotinoīdu saturs nebūtiski augstāks bija kultūraugsnē augušajiem augiem, izņemot 2015. gadā variantu ar nejarovizētiem dīgļiem, kad starp augsnēm bija būtiskas atšķirības.

Tā kā artišoku šķirnēm raksturīga liela ģenētiskās mainība, vizuāli bija novērojamas atšķirības starp augiem antociānu radītās zilās nokrāsas intensitātē. **Antociānu** saturu visa veģetācijas perioda garumā artišoku galviņās būtiski ietekmēja tikai pielietotais sēklu diedzēšanas veids ($p = 0.000$). Abos gados antociānu daudzums vidēji visos eksperimenta variantos bija no 0.6 līdz 5.1 mg 100 g⁻¹ svaigas masas robežās. Izmēģinājuma rezultātiem nav konstatētas vienotas likumsakarības antociānu veidošanās daudzumā atkarībā no pētītajiem faktoriem visu izmēģinājuma gadu griezumā.



ANt – kultūraugsne / *strongly altered by cultivation soil*

BRk – reliktkarbonātiska brūnaugsne / *brown soil with residual carbonates*

6. att. Bioķīmiskie rādītāji artišoku galviņās, mg 100 g⁻¹ svaigas masas/ Fig. 6. Biochemical values in heads of artichoke, mg 100 g⁻¹ fresh weight

Abos izmēģinājuma gados **fenolu** daudzums pa variantiem variēja no 73 līdz 213 mg GAE 100 g⁻¹ svaigas masas. Visiem pētījuma faktoriem bija būtiska ietekme ($p = 0.00$) uz fenola saturu artišoku galviņās. 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.

Izmēģinājumā statistiski būtiskas atšķirības **flavonoīdu** saturā artišoku galviņās bija konstatētas starp izmēģinājuma gadiem, kā arī starp dīgstu apstrādes veidu ($p = 0.000$). Augsne, kādā augi tika audzēti, to būtiski neietekmēja. Izmēģinājumā iegūtās vērtības variēja robežās no 13 līdz 28 mg KE 100 g⁻¹ svaigas masas. Abu ražas gadu rezultātos konstatēta kopīga tendence, ka augiem, kas, audzēti bez jarovizācijas, augstāks flavonoīdu saturs bija reliktkarbonātiskā brūnaugsnē (būtiski tikai 2015. gadā), savukārt variantā ar jarovizētām sēklām tie vairāk sintezējās augos, kas auga kultūraugsnē (būtiski tikai 2015. gadā).

Novērtējot **C vitamīna** saturu atšķirības artišoku galviņās starp dažādiem pētāmo faktoru variantiem, novērotas būtiskas atšķirības starp visiem faktoriem ($p < 0.05$). 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. 2015. gadā būtiski augstāks C vitamīna saturs bija augiem, kas audzēti no nejarovizētiem dīgstiem, abās augsnēs. Savukārt 2016. gadā nav konstatētas būtiskas atšķirības.

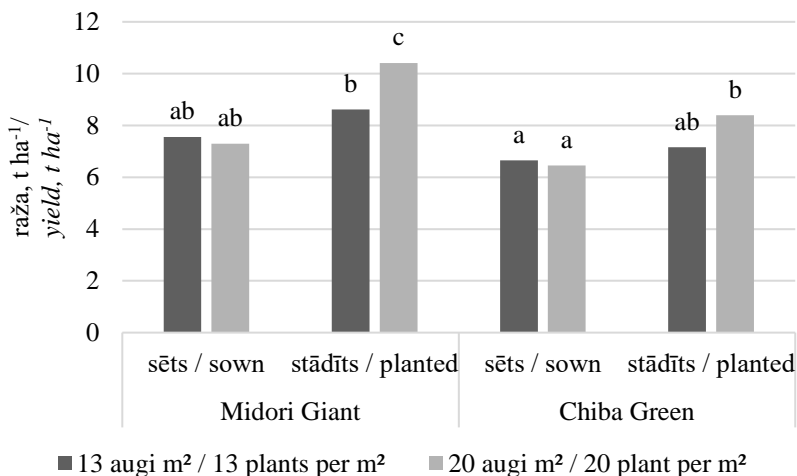
Ierīkotajā izmēģinājumā abu gadu periodā **antiradikālā aktivitāte** vidēji variēja no 41 līdz 68%. Pēc iegūtajiem rezultātiem, konstatēts, ka būtiskas atšķirības bijušas gan starp izmēģinājuma gadiem ($p = 0.000$), gan arī starp augsnēm ($p = 0.01$), savukārt sēklu apstrādes veids nav to statistiski būtiski ietekmējis ($p = 0.57$). Kopumā novērojama tendence, ka augstāka antiradikālā aktivitāte bija augiem, kas auguši reliktkarbonātiskā brūnaugsnē, bet kopumā atšķirības bijušas nebūtiskas. 2016. gadā starp nevienu faktoru nav konstatētas būtiskas atšķirības.

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 augsnes, ne sēklu diedzēšanas variantiem.

Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas pākšu ražu

Izmēģinājuma trīs gadu periodā no 2017. līdz 2019. gadam katru gadu atsevišķi vērtēta dārzeņu sojas pupiņu pākšu raža katrā izmēģinājuma lauciņā, pēc tam to pārreķinot 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 šķirne ($p = 0.002$). Augu biežībai netika konstatēta būtiska ietekme uz ražu ($p = 0.10$). 2017. gadā raža variēja no 6.5 līdz 10.4 t ha⁻¹ (7. att.).

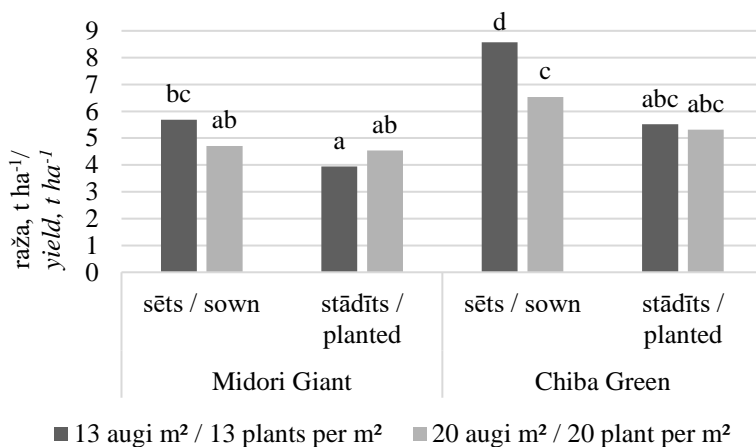


7. att. Dārzenų sojas pākšu raža 2017. gadā, t ha⁻¹
 Fig. 7. Yield of vegetable soybeans pod in 2017, t ha⁻¹

*lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$) / values marked by different letters have significant difference (Duncan's criteria, $p < 0.05$)

Augstākā raža 10.4 t ha⁻¹ iegūta šķirnei 'Midori Giant', to audzējot no dēstiem, pie augstākās augu biežības. Savukārt zemākā raža ievākta šķirnei 'Chiba Green', arī lielākās augu biežības variantā, sējot tieši laukā. Abām šķirnēm novērots, ka, sējot tieši laukā, augstāka raža iegūta pie zemākās augu biežības, bet, audzējot no stādiem, augstāka raža iegūta pie lielākās augu biežības. Tas būtu skaidrojams ar to, ka, sējot tieši laukā, augi bija kuplāki, līdz ar to, pie lielākas augu biežības 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 biežības mijiedarbībai ($p = 0.03$). Abos audzēšanas veidos un biežībās, kā ražīgākā šķirne 2017. gadā bija 'Midori Giant'.

Arī 2018. gadā konstatēts, ka ražu būtiski ietekmēja gan audzēšanas veids ($p = 0.000$), gan arī genotips ($p = 0.002$), bet augu biežībai netika konstatēta būtiska ietekme uz ražu ($p = 0.07$). Šajā gadā raža variēja no 3.9 līdz 8.6 t ha⁻¹ (8. att.).

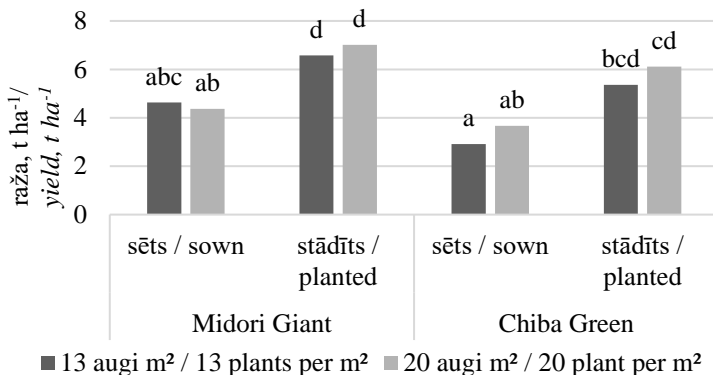


8. att. Dārzeņu sojas pākšu raža 2018. gadā, t ha⁻¹
 Fig. 8. Yield of vegetable soybeans pod in 2018, t ha⁻¹

*(lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$) / values marked by different letters have significant difference (Duncan's criteria, $p < 0.05$)

Augstākā raža (8.6 t ha⁻¹) iegūta šķirnei 'Chiba Green', sējot tieši laukā zemākajā augu biežībā. Savukārt zemākā raža konstatēta šķirnei 'Midori Giant', arī pie zemākās augu biežības, bet audzējot ar dēstiem. Lai arī ne tik izteikti kā iepriekšējā izmēģinājuma gadā, arī 2018. gadā konstatēts, ka, sējot tieši uz lauka, augstāka raža iegūta pie zemākās augu biežības, bet, audzējot no dēstiem, augstāka raža iegūta pie lielākās augu biežības. Šī tendence gan neparādās šķirnei 'Chiba Green', kur stādītajā variantā pie lielākās augu biežības raža bija nebūtiski zemāka (par 0.2 t ha⁻¹) nekā pie zemākās augu biežības. Tāpat kā pirmajā eksperimenta gadā, arī otrajā gadā vienīgā faktoru mijiedarbības būtiskā ietekme konstatēta audzēšanas veidam × biežība ($p = 0.02$). 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 biežībai netika novērota būtiska ietekme uz ražību ($p = 0.30$). Šajā gadā raža svārstījās robežās no 2.9 līdz 7.0 t ha⁻¹ (9. att.). Augstākā raža – 7.0 t ha⁻¹ iegūta šķirnei 'Midori Giant', to audzējot ar dēstiem pie augstākās augu biežības. Savukārt zemākā raža konstatēta šķirnei 'Chiba Green' pie zemākās augu biežības varianta, sējot tieši laukā.



9. att. Dārzeņu sojas pākšu raža 2019. gadā, t ha⁻¹
 Fig. 9. Yield of vegetable soybeans pod in 2019, t ha⁻¹

*(lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem parāda statistiski būtisku atšķirību (Dunkana kritērijs, $p < 0.05$) / values marked by different letters have significant difference (Duncan's criteria, $p < 0.05$)

Visos variantos augu biežība 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 biežību. 2019. gadā būtiska faktoru mijiedarbība netika konstatēta nevienam faktoru pārim. Šajā gadā no abām pārbaudītajām šķirnēm, ražīgākā bija 'Midori Giant'.

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 biežībai ($p = 0.54$) netika konstatēta būtiska ietekme uz ražību. Trīs gadu periodā parādījās vairākas būtiskas faktoru mijiedarbības: gads \times audzēšanas veids ($p = 0.000$), gads \times šķirne ($p = 0.000$), gads \times biežība ($p = 0.04$) un audzēšanas veids \times biežība ($p = 0.004$). 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 tādām faktoram kā augu biežība. Atsevišķi pa gadiem un visu gadu kopvērtējumā augu biežība 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 biežību.

Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas pupiņu bioloģisko sastāvu

Sojas pupiņas, salīdzinājumā ar citiem pākšaugiem, ir īpaši vērtīgas augstā olbaltumvielu satura dēļ. Izmēģinājumā ievāktajām pupiņām olbaltumvielu saturs variēja no 29.60 līdz 35.26% svaigas masas (1. tab.).

1. tabula / Table 1

Kopproteīna saturs svaigās dārzeņu sojas pupiņās, % svaigas masas / *Protein content on fresh vegetable soy beans, % FM*

Gads / Year	Šķirne / Variety	Audzēšanas veids / Type of growing	
		sēts / sown	stādīts / planted
2017	'Midori Giant'	31.9	32.9
	'Chiba Green'	31.8	33.5
2018	'Midori Giant'	35.3	31.7
	'Chiba Green'	35.1	29.6
2019	'Midori Giant'	31.3	31.5
	'Chiba Green'	32.9	31.5

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. Latvijā ir iespējams iegūt augstu un kvalitatīvu dārzeņu sojas ražu. Dārzeņu sojai ir augsts potenciāls kļūt par ekonomiski nozīmīgu dārzeni.

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 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 vislielā 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 dārzenų 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. Koppoteīna saturs edamames pupiņās svārstījās no 30 līdz 35%.
8. Meteoroloģiskie apstākļi ietekmēja dārzenų sojas ražas veidošanos. Sēklu dīdzību negatīvi ietekmēja mitruma trūkums dīģšanas laikā. Dārzenų soja ir jutīga arī pret pazeminātu temperatūru ražas ienākšanās laikā, kas ietekmē pākšu kvalitāti – tās iegūst violetu krāsojumu.

ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA / APPROBATION OF SCIENTIFIC ACTIVITIES

Zinātniskās publikācijas / *Scientific publications*

Datu bāzēs *Scopus* un *Web of Science* indeksētās / *Indexed in databases Scopus and Web of Science*

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 / *Other scientific publications*

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: Zinātniski praktiskā konference – līdzsvarota lauksaimniecība – 2020, 61 – 69. lpp.
7. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2019). Nātru audzēšana ražas ieguvei. Rakstu krājums: Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2019, 110.–114. lpp.
8. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2017). Dāržeņu sojas (edamame) šķirņu salīdzināšanas rezultāti. Rakstu krājums: Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2017, 115.–118. lpp.
9. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2016). Dāržeņu soja - edamame. Rakstu krājums: Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2016, 148.–151. lpp.

10. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I., M. Dūma (2015). Artišoku raža un tās kvalitāte viengadīgā stādījumā. Rakstu krājums: Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2015, 144.–149. lpp.

Tēzes / Abstracts

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. Abstract 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. (2020). Agroekoloģisko faktoru un audzēšanas tehnoloģiju ietekme uz nātru biokīmisko sastāvu. Tēzes: Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2020, 35. lpp.
7. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2019). Nātru audzēšana ražas ieguvei. Tēzes: Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2019, 42. lpp.
8. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. (2017). Dārzenų sojas (edamame) šķirņu salīdzināšanas rezultāti. Tēzes: Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2017, 43. lpp.

Mutiskie referāti konferencēs / *Oral presentation in the conferences*

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 nātru bioķīmisko sastāvu. Zinātniski praktiskā konference – līdzsvarota lauksaimniecība – 2020. Jelgava, Latvija, 2020. gada 20. februāris.
6. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Nātru audzēšana ražas ieguvei. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2019. Jelgava, Latvija, 2019. gada 21. februāris.
7. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Dārzeņu sojas (edamame) šķirņu salīdzināšanas rezultāti. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2017. Jelgava, Latvija, 2017. gada 23. februāris.
8. Zeipiņa S., Lepse L., Alsiņa I. Dārzeņu soja – edamame. Zinātniski praktiskā konference – Līdzsvarota lauksaimniecība – 2016. Jelgava, Latvija, 2016. gada 25 – 26. februāris.
9. 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 / *Poster presentations in the conferences*

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.

INTRODUCTION

More and more consumers are taking care about healthy and balanced diet, but it is not easy to provide it during all year around with traditional vegetables. According to the recommendations of the Ministry of Health of the Republic of Latvia, 0.5 kg of vegetables should be included in daily diet.¹ Vegetables are rich of fibre, antioxidants, vitamins, polyphenols and minerals. The wider the range of vegetables used in the diet, the more nutritious it is. The consumption of new or rare vegetables would diversify the daily diet by providing consumers with vegetables rich with biologically active compounds. There is an increasing interest and desire of population to grow their own fruits and vegetables. According to official data 8.0 – 8.4 thousand hectares are occupied by open field vegetables in Latvia.² 1/3 – 1/4 of this area are kitchen gardens or small farms³, which often provide themselves or consumers with a broad range of vegetables, often encouraging owners to grow new or rare vegetables. Harvesting of rare-vegetables is mostly done by hands. Therefore, mainly small farms are interested in growing new or rare vegetables.

The interest in using wild plants in food is increasing rapidly. However, their distribution and availability are seasonal and changeable over the year. Therefore, it is necessary to elaborate cultivation technologies for these plants. In addition, wild plants have no stable and predictable nutritional value, as compared to cultivated plants (Radman et al., 2015).

Three vegetables that could potentially be grown in Latvia for the enrichment of the range of vegetables are assumed - stinging nettle, globe artichoke and vegetable soybean. There are more than 1000 plants of the *Urtica* family in the world, but only two species are growing in Latvia, and the stinging nettle is the only one used in food. In terms of nutritional value, the stinging nettle is a very valuable leafy vegetable and the earliest spring-harvest vegetable. Around 10 different species of artichoke are known worldwide, but only the globe artichoke is cultivated mainly for food. Vegetable soya is a special type of soya with larger seeds and a pleasant taste in the pre-maturation phase (about 80% maturity, the pods are just starting to turn yellow) when it is used for food.

To ensure successful cultivation of these plants it is necessary to know most important factors influencing the development and yield of these plants: soil, temperature, humidity, light and cultivation method are among the most important. Most research in Latvia has focused on the yield and quality of the field and fruit crops under influence of various factors, but only few investigations have been carried out on vegetable production.

Although these three vegetables are widely grown in other parts of the world, there is necessity to find the most suitable growing conditions for the local agroclimatic conditions. Therefore, experiments were established to find out the most suitable agrotechnical factors and meteorological conditions for obtaining

high yield of good quality of selected three vegetables not yet widely grown in Latvia.

Aim of the thesis: to evaluate the influence of agroecological factors on the yield and quality of rarely-grown vegetable species: stinging nettle (*Urtica dioica* L.), globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) and vegetable soya (*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 changes in nutritional value of selected vegetables under various agrotechnical factors and meteorological conditions.

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

Work hypothesis: ensuring suitable agrotechnical factors and reducing the influence of unsuitable meteorological conditions can increase yield and the content of biologically active compounds in investigated vegetables.

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

The results of the research were obtained in the scope of the following projects:

1. Development of new vegetable – edamame growing technology in organic production (2018–2019)
2. Latvian Council of Science project No.519/2012 „Methods of increasing the content of physiologically active compounds in vegetables grown in Latvia under changing climatic conditions” (2014–2016)

Acknowledgment to the ESF project No. 8.2.2.0/20/I/001 “LLU transition to the new doctoral funding model”.

Approbation of research results. The results of the research were presented in 4 oral reports and 2 posters at international conferences, and 5 oral reports and 1 poster in local scientific practical conferences. The results of the study are published in four scientific proceedings indexed in Scopus database, six scientific papers in other proceedings, and eight abstracts.

MATERIALS AND METHODS

Field experiments. The research was carried out for the six years period between 2014 and 2019. The field trials were performed in the experimental plots at the Pūre Horticultural Research Centre and Institute of Horticulture, in Pūre municipality, Tukums district. Three vegetables were studied in the trials: globe artichoke (*Cynara cardunculus* L.), stinging nettle (*Urtica dioica* L.) and vegetable soybean (*Glycine max* L.).

Stinging nettle. The trial was set up in a three-factorial design, in four replications (2015–2017), where

- factor A – clone (clone I – A₁, clone II – A₂, clone III – A₃, clone IV – A₄);
- factor B – fertiliser (without fertiliser – B₁, with fertiliser (peat – manure compost 4 kg m²) – B₂);
- factor C – frequency of harvesting (two times during the growing season when the shoots were longer than 10 cm – C₁, four times during the growing season when the shoots were below 10 cm length – C₂).

Globe artichoke. The trial was set up in a two-factorial design, with four replications (2015–2016, 2018), where

- factor A – soil (strongly altered by cultivation soil – A₁, brown soil with residual carbonates – A₂);
- factor B – type of treatment of germinating seeds (without vernalisation – B₁, with vernalisation – B₂).

Vegetable soybean. The trial was set up in a three-factorial design, in four replications (2017–2019), where:

- factor A – variety ('Chiba Green' – A₁, 'Midori Giant' – A₂);
- factor B – method of cultivation (direct sowing in the field – B₁, by seedlings – B₂);
- factor C – plant density (13 plants m² – C₁, 20 plants m² – C₂).

Description of meteorological conditions.

Nettles. In general, the period 2015-2017 was suitable for nettle cultivation. The spring of 2015 was the most suitable for a regular harvest, due to a steady and regular precipitation. In 2016, the first and third decades of May were without rainfall, which had a negative effect on the formation of the yield, while the second decade had 57 mm of precipitation. The spring of 2017 was characterised by a longer draught period, resulting in longer intervals between harvest times. In May, the total precipitation was only 12 mm. The earliest first harvest was in 2017.

Artichoke. The years 2015 and 2016 were the best years for growing artichokes in terms of humidity and temperature. In 2018, the summer months had the highest average temperatures, but the lowest precipitation.

Vegetable soybean. The vegetation period of all three years of trial had favourable meteorological conditions for vegetable soybean growing and development. However, there were also some periods with notable differences from the optimal and long-term observed meteorological conditions. 2019 was the warmest year, in some periods average air temperature reached up to 30 °C. The main problem, especially in 2018 and 2019, was insufficient precipitation in May, when soil moisture is very important for the successful germination of vegetable soybean seeds.

Observations and analyses. Plant morphological measurements were performed for all three vegetables species included in the trials, yield measured and the level of bioactive compounds determined.

For artichokes, plant height and leaf rosette diameter were measured for all plants in the experimental plot at the first harvest of the season. Diameter and weight were determined for all artichoke heads at each harvest time. Total yield in grams per plant was calculated for each harvest through the season. The content of pigments, phenols, flavonoids, vitamin C and antiradical activity in artichoke heads were determined at each harvest.

For nettles, the height and weight of 10 plants were determined at each harvest. For yield accounting, all plants were cut from each experimental plot, weighed and the yield was recalculated to g m⁻². The content of pigments, phenols, flavonoids, vitamin C and antiradical activity in nettle leaves was determined in the laboratory at each harvest.

For vegetable soya, 10 plants from experimental plot were analysed at each harvest time: plant height, distance the first pod height from the soil surface, plant weight, number of pods and their weight per plant were measured. Yield accounted from each experimental plot, the pod yield weighed and the yield recalculated to t ha⁻¹.

Biochemical analyses were performed at the Institute of Soil and Plant Sciences, Faculty of Agriculture, Latvia University of Life Sciences and Technologies. The crude protein content of edamame beans was determined by the Kjeldahl method at the Biotechnology Research Laboratory.

- The chlorophyll and carotenoid contents were determined spectrophotometrically in ethanol, the light absorbance of the solution was read at 665 nm, 649 nm and 440 nm wavelengths. The content of chlorophyll and carotenoid in the plant material was expressed as mg 100 g⁻¹ fresh weight (Linchtenthaler, Buschmann, 2001).
- The ascorbic acid content was determined titrimetrically using by titration of the filtrate with 0.001 M iodine to blue colour, 1% starch was added to the sample before titration. The content of ascorbic acid in the plant material was expressed as mg 100 g⁻¹ fresh weight (Moor et al., 2005).
- The anthocyanin content was determined spectrophotometrically and the light absorbance of the solution was read at 535 nm. The content of

anthocyanin in the plant material was expressed as mg 100 g⁻¹ fresh weight (Moor et al., 2005).

- The phenolic content was determined spectrophotometrically; the light absorbance of the solution was read at 320 nm. The content of phenols in the plant material was expressed as mg gallic acid equivalent 100 g⁻¹ fresh weight (Singleton et al., 1999).
- Flavonoids were determined spectrophotometrically; the light absorbance of the solution was read at 415 nm. Flavonoids content in the plant material was expressed as mg catechin equivalent 100 g⁻¹ fresh weight (Kim et al., 2003).
- Antiradical activity was determined spectrophotometrically, the light absorbance of the solution was read at 517 nm, expressed as % (Barros et al., 2007).

Mathematical data processing was performed using Microsoft Excel 2016 and STATISTICA TM. The data were processed using single factor, two factor and multifactorial dispersion analysis, correlation and regression analysis, descriptive statistics. Duncan's criterion was used to assess the significance of the data, which is indicated in the graphs and the least significant difference (LSD) between individual factor values is indicated in some of the graphs. A 95% confidence level was used to determine the significance of the difference between the variables.

RESEARCH RESULTS AND ANALYSIS

Influence of agroecological factors on fresh nettle yield

In the first year nettle yield per m² in average from all experimental variants ranged between 60 and 410 g (Fig. 1). Statistically significant influence was observed only for fertilisation ($p = 0.000$). Other factors (clone and frequency of harvesting) and the factors interaction did not have a statistically significant effect on the nettle yield. The largest differences between fertilisation variants were found when yield harvested for two times per season. Significantly higher yield was harvested in the fertilized plots. Statistically significant influence of fertiliser on the yield was not observed in the variant with four harvest times per season. Clone III had the highest yield and clone I the lowest in the variant without fertiliser. In the variant with fertiliser, the highest yield was obtained from clone I. This indicates that this clone was the most responsive to fertiliser. In the variants without fertiliser, yield ranged between 60 to 187 g m⁻², while in variant with fertiliser, yield ranged between 238 to 410 g m⁻².

In the first year plants were well developed and grew vigorously, even in short drought periods yield was harvested regularly with relatively equal intervals between harvest times - on average every two weeks. The harvesting period was lasting from April 17 to May 15. In the variant with four harvest times, the highest yield was obtained at the second harvest time, between 29 % and 51 % of the total yield. A similar percentage of the total harvest was obtained at the first harvest time (22-43%). At the third and fourth harvest times the yield was similar (11-21%). However, in the variant with two harvest times yield was 65-82% and 18-35% of the total harvest at the first and second harvest time, respectively.

In the second year yield formation tendency was observed similar as in the first year. Statistically significant influence on the yield was observed only for fertiliser application ($p = 0.000$). Yield per m² from all experimental variants in average ranged between 38 and 273 g (Fig. 2). In 2016, similarly as in 2015, higher yield was obtained in the variant with fertiliser and from experimental plots where yield was harvested two times during vegetation period, although in this year the yield differences between harvest frequency was not found significant. This suggests that intensive harvesting weakens the plants: already after the first year in the variant with more intensive harvesting, weaker plant development was observed the following year, which was reflecting in the yield. In the second harvest year, similarly as in the first year, the highest yields were obtained from clone III and the lowest from clone I in the variant without fertiliser. The tendency of clone I to react on nutrient supply was confirmed as well. In 2016, there was less rainfall in spring and early summer, which affected the intensity of plant biomass formation and therefore the amount of yield. The harvesting period was longer than in the first year, it lasted from April 17 to May

8. When nettle was harvested for four times per season, depending on the clone, the highest yield was obtained in the second and third harvests in the non-fertilised variant and in the first or second harvest in the fertilised variant. In the variant with two harvests, 3/4 of the total yield (69–75%) was harvested in the first harvest.

In the third harvest year, there was stated the statistically significant effect of the interaction of all factors (clone, harvest frequency and fertiliser application) on nettle yield ($p = 0.003$). Statistically significant differences were also observed for each factor separately ($p = 0.000$). Yield per m^2 from all experimental variants average ranged between 22 and 177 g (Fig. 3). In the third harvest year, the tendency to have the higher yields in the fertilised variant was continued, but the differences between the fertilised variants were less expressed than in the previous years when it was harvested for two times. In the variant without fertiliser application, the previously observed trend of lower yields for clone I and higher yields for clone III was not observed in both harvest frequency variants. This tendency was only observed in the variant with four harvest times per season. 2017 was characterized by the lowest rainfall in the spring-early summer period. The soil warmed up faster than in other years, so that the first harvest took place already on April 12, but the nettles grew more slowly after each harvest due to lack of moisture and harvesting continued until 20 June. With four harvests per season, the highest total yield was obtained at the third harvest (30–41%) in all variants on average. With two harvests per season, very similar yields in most variants was observed in both harvest times. In the first harvest, it was between 55 % and 64 % of the total yield.

All three years of the trial show statistically significant effects for fertiliser ($p = 0.000$), harvest frequency ($p = 0.009$) and harvest year ($p = 0.000$). Yield decreased significantly from year to year, and at higher yielding variants, the yield decreased more rapidly from year to year. The results show that the yield decreased gradually and that the larger decrease in yield per year was in the fertilised variant.

Influence of agroecological factors on biochemical content of nettles

Overall, the three factors (year, harvesting frequency, clone) had a significant effect on the **chlorophyll** content of nettle leaves ($p = 0.000$), but not on fertiliser application ($p = 0.62$). When evaluating the mean values of all variants over a three-year period, the chlorophyll content varied from 162 to 263 $mg\ 100\ g^{-1}$ fresh weight. With a few exceptions, the chlorophyll content was overall higher in each following year compared to the previous years. Analysing the nettles grown in the different variants throughout the trial, it was found that, on average, clone IV had the highest chlorophyll content (216 $mg\ 100\ g^{-1}$ fresh weight) and clone I the lowest (193 $mg\ 100\ g^{-1}$ fresh weight) (Fig. 4).

The **carotenoid** content was significantly affected by factors such as year and frequency of harvest ($p = 0.000$), while clone and fertiliser had no significant effect on the carotenoid content of the plants. Averaged over all treatments, the carotenoid content varied from 40 to 58 mg 100 g⁻¹ fresh weight. The results do not show a clear tendency for the carotenoid content changes in the nettle plants. Also, there was not observed clear response of any clone to the fertiliser application regarding the carotenoid content. Clone I had the lowest carotenoid content, clone IV the highest, but the differences were not significant (48-50 mg 100 g⁻¹ fresh weight).

All factors had a significant effect on the **anthocyanin** content of nettle leaves ($p = 0.000$). The average of all variants showed a range of anthocyanin content from 0.6 to 4.3 mg 100 g⁻¹ fresh weight. In general, the anthocyanin content was higher in the unfertilised variant. Like carotenoids, anthocyanins content was lowest in clone I and highest in clone IV, ranging from 2.3 to 2.8 mg 100 g⁻¹ fresh weight between clones.

In the three years of the trial, the analysis of the **phenols** content showed that all the factors had a significant effect on its content ($p = 0.000$), except fertiliser application ($p = 0.59$). When the results of the averages of all the variants were evaluated separately by clone, the phenolic content ranged between 216 and 523 mg gallic acid equivalent (GAE) 100 g⁻¹ fresh weight. With a few exceptions and depending on the clone, it was generally found that the phenolic content was higher in the fertilised variant at both harvesting regimes. Clone I had the highest phenolic content in nettle leaves (345 mg GAE 100 g⁻¹ fresh weight) and clone IV the lowest (327 mg GAE 100 g⁻¹ fresh weight).

The analysis of **flavonoid** content showed significant effects for all factors ($p = 0.000$). When the averages of all the variants from all harvests were analysed, the flavonoid content varied from 138 to 274 mg catechin equivalent 100 g⁻¹ fresh weight. Overall, there was found a tendency for the amount of flavonoids in nettle leaves to increase with each harvest year. Clone IV had the highest flavonoid content.

Evaluating the **vitamin C** content, all the factors had a significant effect on the vitamin C content of nettle leaves ($p = 0.000$). Averaged over all variants, the vitamin C content varied from 115 to 317 mg 100 g⁻¹ fresh weight. For both harvesting schemes, there was an overall tendency for higher vitamin C content in the fertilised variants. The vitamin C content was significantly higher in clone IV (244 mg 100 g⁻¹ fresh weight), while in the other clones it ranged from 190 to 231 mg 100 g⁻¹ fresh weight.

The three-year evaluation of **antiradical activity** showed significant effects for all factors investigated ($p < 0.05$). On average across all harvests, the antiradical activity was detected between 27 and 46%.

The effects of year, fertiliser and harvesting frequency and the differences between clones were evaluated. It was found that anthocyanin, flavonoid, vitamin C content and antiradical activity were affected by all the factors

investigated. The content of chlorophyll and phenols were influenced by all the factors studied, except fertiliser. Carotenoid content was influenced by the year of the harvest and the frequency of harvesting.

In general, the amount of bioactive compounds in nettles has gradually increased over the years. There was no common tendency observed for higher levels of biologically active compounds in the plants depending on the harvesting scheme. Similarly, no common tendency was found in the influence of fertiliser variant on the level of biologically active compounds in the nettle leaves. From the results obtained, it can be concluded that clone IV was the most valuable regarding biochemical compounds.

Influence of agroecological factors on the artichoke yield

Artichokes were grown for three years in the trial, but yield was obtained only for two years, because in the third year of the experiment, due to unfavourable meteorological conditions the plants did not develop any inflorescence. It should be noted that not only the plants of vernalisation treatment, but also plants grown without vernalisation yielded in both years of harvest. This indicates that natural vernalisation took place – the plants were exposed to a natural period of low temperatures after planting in the field at the end of May, when the average night temperature was below 5 °C for several days and the average daily temperature did not exceed 15 °C for two weeks.

When the average yield per plant over the whole growing period was evaluated, there was stated significant difference in average yield per plant over the whole growing period between the experimental years and between both soils ($p = 0.000$). The sprout treatment (with vernalisation or without vernalisation) had no significant effect on the yield ($p = 0.07$). There was stated a significant interaction between all combinations of factors except year \times type of sprout treatment ($p = 0.18$). The obtained yield varied from 89 to 385 grams per plant across all the variants (Figure 5).

In 2015 there were observed significant differences in yield between soils ($p = 0.002$) and the type of sprout treatment ($p = 0.04$). However, in 2016, no significant effect on the yield was found for all factors. Comparing the both years, the higher artichoke yield was harvested in 2016, when the average air temperature was higher and the moisture conditions was better. It was approved also by calculating the hidrotermical coefficient (HTC) values. In August, when the harvest period started, the HTC was 0.3 in 2015 and 1.4 in 2016. In the evaluation of the intensity of head formation and their size, in 2015 on average between one and six heads were developed per plant and they were not large (47–165 grams), whereas in 2016 only one head per plant was developed in most cases, but they were larger than in 2015 (66–293 grams). All the factors in the experiment had a significant effect on plant height and rosette diameter ($p < 0.05$). In the experiment carried out over the three years, the average plant height

varied between 29 and 57 cm between the treatments, while the diameter of the leaf rosette ranged from 58 to 88 cm.

The trial has shown that there is a lot of confusion about artichoke cultivation and yielding not only in Latvia but also in other parts of the world. In addition, in the countries where they are grown most often, artichokes are grown as perennial plants, which makes it difficult to compare with the experience and possibilities in the Baltic region, due to impossible plants overwintering on the field in our conditions. It is possible to produce artichokes in Latvia, but more research is needed to understand the physiological processes of the plant in relation to agroecological conditions and to develop corresponding growing technology.

Influence of agroecological factors on biochemical content of artichokes heads

Differences in biochemical content of plants between all variants were evaluated in both years of harvest. The average **chlorophyll** content of artichoke heads significantly differed between years ($p = 0.000$) and between seeds treatments ($p = 0.000$) when evaluated several times per season. It was not significantly affected by the soil ($p = 0.37$). In both years, the average chlorophyll content in all experimental variants ranged from 41 to 114 mg 100 g⁻¹ fresh weight (Fig. 6). In the first year, the higher chlorophyll content was in plants grown in the strongly altered by cultivation soil, while in the second year the opposite tendency was observed: the higher chlorophyll content was in the artichoke heads grown in the brown soil with residual carbonates, but it should be stressed that the differences were not statistically significant.

The average **carotenoid** content of artichoke heads over the growing season was significantly different between years ($p = 0.02$) and between soils ($p = 0.01$), but was not significantly affected by the type of seed treatment ($p = 0.13$). In both years, the carotenoid content on average in all experimental variants ranged from 8.3 to 12.3 mg 100 g⁻¹ fresh weight. In both years, there was observed a common tendency for the carotenoid content to be not significantly higher in the cultivated soil, except in 2015 for the variant without vernalization treatment, when there were observed significant differences between the soils.

The high genetic variability of the artichoke varieties resulted in visual differences in the intensity of the blue colour hue produced by the **anthocyanins**. Only the seed treatment had a significant effect on the anthocyanin content in the artichoke heads throughout the growing season ($p = 0.000$). In both years, the anthocyanin content averaged over all experimental variants ranged from 0.6 to 5.1 mg 100 g⁻¹ fresh weight. The experimental results did not show a common tendency for anthocyanin production depending on the factors studied in all the experiment.

In both years of the trial, the **phenolic** content varied from 73 to 213 mg GAE 100 g⁻¹ fresh weight. All factors in the trial had a significant influence ($p = 0.00$) on the phenolic content of artichoke heads. In both harvest years, there was a common tendency more phenolics to be synthesised in plants growing on brown soil with residual carbonates (differences were not significant). Similarly, in both harvest years, the phenolic content was not significantly higher in the heads of plants grown by vernalisation treatment.

Statistically significant differences in **flavonoid** content of artichoke heads were observed between trial years as well as between type of sprout treatment ($p = 0.000$). The soil type did not have a significant effect. The values of flavonoid content obtained in the trial ranged from 13 to 28 mg catechin equivalent 100 g⁻¹ fresh weight. A common tendency was observed in both crop years: plants grown without vernalization had a higher flavonoid content in brown soil with residual carbonates (significant only in 2015), while in the variant with vernalisation more flavonoids were synthesised in the plants grown in strongly altered by cultivation soil (significantly only in 2015).

The differences in the content of **vitamin C** in artichoke heads were significant between all tested factors ($p < 0.05$). From all harvests of the two years, the average vitamin C content of the heads varied between 5 and 20 mg 100 g⁻¹ fresh weight per variant. In 2015, the content of vitamin C was significantly higher in vernalised plants in both soils. However, no significant differences were observed in 2016.

In both years the average **antiradical activity** varied from 41% to 68%. There were stated significant differences between years ($p = 0.000$) and between soils ($p = 0.01$), while type of seed treatment did not have a statistically significant influence on the antiradical activity ($p = 0.57$). In general, there was observed tendency for higher antiradical activity in plants grown on brown soil with residual carbonates, but overall the differences were not significant. In 2016, there were no significant differences between any factors.

The phenols and content of vitamin C in artichoke heads were significantly influenced by all the factors tested in the trial. The chlorophyll and flavonoid contents were significantly affected by meteorological differences of years and type of seed treatment, while the carotenoid content and antiradical activity were significantly affected by differences of the years and soils. Only the vernalisation had a significant effect on anthocyanin content. Often no significant effect was found for a single factor, but in combination with other factors the effect was significant. There was not observed common tendency for particular conditions to ensure higher level of bioactive compounds in artichokes. For the year 2016, for most biochemical parameters, there was not found significant difference between soil and type of seed treatment.

Influence of agroecological factors on vegetable soya pods yield

During the three years of the trial, from 2017 to 2019, the vegetable soya pod yield was evaluated separately for each year in each of the trial plots, and then recalculated to t ha^{-1} . The yield gradually decreased over the trial years. In 2017, yield was significantly influenced by the method of cultivation (by planting seedlings or direct sowing in the field) ($p = 0.000$) and by the variety ($p = 0.002$). No significant effect on yield was detected for plant density ($p = 0.10$). The yield in 2017 varied between 6.5 and 10.4 t ha^{-1} (Fig. 7). The highest yield was obtained for 'Midori Giant', grown from seedlings at the highest plant density, with a yield of 10.4 t ha^{-1} . The lowest yield was obtained for the variety 'Chiba Green', also at the highest plant density, sown directly in the field. For both varieties, it was observed that when plants are sown directly in the field, the highest yield was obtained at the lowest plant density, while when grown from seedlings, the highest yield was obtained at the highest plant density. This could be explained by the fact that by the sowing directly in the field, the plants were more branched, so that at higher plant density they shaded each other more, thus forming less pods, which reduced the total yield. Also, statistical analysis of the interaction of all factors, highlighted the only significant effect for the interaction of cultivation method and plant density ($p = 0.03$). In both cultivation methods and plant densities, 'Midori Giant' was the highest producing variety in 2017.

In 2018, vegetable soya yield also was significantly affected by the cultivation method ($p = 0.000$) and variety ($p = 0.002$), while plant density had no significant effect on the yield ($p = 0.07$). In this year, yield varied from 3.9 to 8.6 t ha^{-1} (Fig. 8). The highest yield (8.6 t ha^{-1}) was observed for 'Chiba Green' when sown directly in the field at the lowest plant density. The lowest yield was recorded for 'Midori Giant', also at the lowest plant density, but grown by seedlings. Although not as strongly as in the previous trial, also in 2018 it was found that when sown directly in the field, higher yield was obtained at the lowest plant density, while when grown from seedlings, higher yield was obtained at the highest plant density. This tendency is not the case for the variety 'Chiba Green', where the yield at the highest plant density was lower (not significantly, only by 0.2 t ha^{-1}) than at the lowest plant density. As in the first year of the experiment, the only significant effect of the interaction of factors was found for cultivation method \times plant density ($p = 0.02$). In 2018, the most productive variety was 'Chiba Green'.

In 2019, similarly as in the two previous years, yield was significantly influenced by cultivation method ($p = 0.000$) and variety ($p = 0.007$), while plant density had no significant effect on the yield ($p = 0.30$). In this year, yield ranged between 2.9 and 7.0 t ha^{-1} (Fig. 9). The highest yield of 7.0 t ha^{-1} was obtained for 'Midori Giant' when grown by seedlings at the highest plant density. The lowest yield was observed for 'Chiba Green' at the lowest plant density when

sown directly in the field. In all variants, plant density had no statistically significant effect on the yield. In all variants, except for 'Midori Giant' sown directly in the field, it was observed that yield was significantly higher in the variants with higher plant density. In 2019, no significant interaction was found for any combination of factors. In this year, 'Midori Giant' had the highest yield.

Statistical analysis of the data for all three years of the trial showed a statistically significant effect of year ($p = 0.000$) and cultivation method ($p = 0.000$) on the yield, but not significant effect of variety ($p = 0.31$) and plant density ($p = 0.54$). Over the three-year period, several significant interactions between the following factors were found: year \times cultivation method ($p = 0.000$), year \times variety ($p = 0.000$), year \times density ($p = 0.04$) and variety \times density ($p = 0.004$). The data confirm the hypothesis that the effect of a single factor on soybean yield is often not determined by a single factor, but by the interaction of several factors, which, over the years, vary. This is clearly observed for such factor as plant density. Per each year and in total over the years, plant density had not a significant effect on the yield, but in interaction with the other factors a significant effect has been observed. This is also shown by the data in several publications on research on plant density carried out elsewhere.

Influence of agroecological factors on biochemical content of vegetable soya beans

Soya beans are valuable in the human diet for the high protein content. The protein content of the beans in the trial varied from 29.60 to 35.26% fresh weight (Table 1). It was observed that plants grown from seedlings had the highest crude protein content in 2017 (total rainfall during vegetation period was 260 mm and there were several periods of maximum daily temperature close to 30°C), while plants grown by direct sowing in the field had the lowest protein content in 2018 (total rainfall during the vegetation period was only 140 mm, resulting in HTK below 1 for all months). There was not stated significant differences in the crude protein content between varieties. Often, in one variant, the content was very similar between the varieties, differing only by 1%. In Latvia it is possible to obtain a high and good quality yield of vegetable soya. Vegetable soya has a high potential to become an economically important vegetable crop in Latvia.

Practical recommendations

Nettles

- Higher yield can be achieved by harvesting two times per season, furthermore this harvesting frequency reduces labour consumption compared to more frequent harvesting.
- The formation of the yield depends on agrometeorological conditions, especially on the regular and sufficient moisture. This clearly indicates

that irrigation must be provided at planting and during the growing season to secure yield in the case of irregular or lacking rainfall.

- Less intensive harvesting may prolong the production potential of the plantation.
- Weed control prior plantation establishment is an important factor for a successful harvest. It should be controlled regularly during the plantation life, also in the neighbouring fields or field edges.
- The impact of plant density and planting management on the yield could be of interest for future research and development of nettle cultivation technology. Further research could also be developed on genetic, morphological and biochemical differences between clones, as the trial has clearly demonstrated that yield and biochemical parameters strongly correlate with genotype.

Artichokes

- The experiment has shown the high genetic variability of artichokes. Growing artichokes in a commercial scale will not guarantee a reliable yield due to too many physiological nuances affecting the yield. Artichoke cultivation has potential only for small scale farms, to extend the vegetable diversity.

Vegetable soya

- The irrigation system will guarantee a stable yield.
- In the case of lacking the regular irrigation possibilities in the vegetable soya field, an option for the safer yield is to grow vegetable soya from the seedlings.
- Autumn frosts have a negative effect on the appearance of the pods, which is one of the main quality indicators. Growing from the seedlings will provide an earlier harvest.

CONCLUSIONS

1. In all three years of the trial, fertilisation significantly increased nettle yield. In general, there was observed the tendency for higher nettle yielding in the variant of two-times harvesting per season compared to four-times harvesting per season. Fertilisation had the largest effect on the yield increase in the clone I. In the variants without fertiliser, clone III was the most productive.
2. Nettle yields decreased significantly over the years. Meteorological conditions influenced the harvesting period, yield was forming slower under limited moisture, so extending the harvesting period.
3. Four harvests per season ensured the highest yield in the second harvest (40% of the total yield), while two harvests per season produced the highest yields in the first harvest (74%).
4. The amount of biologically active compounds in the nettle leaves increased over the years. There was no found common clear effect of particular agroecological factors on the amount of biologically active compounds in the nettle. Fertiliser mostly positively influenced the content of biologically active compounds in nettles. The highest content of biologically active compounds was observed in clone IV.
5. Artichoke yield varied from year to year. The yield per plant in the trial ranged from 89 to 385 grams. Artichokes will not be suitable for commercial horticulture due to yield instability.
6. No common effect of agronomic factors and meteorological conditions on artichoke yield and the concentration of bioactive compounds in artichoke heads was found.
7. It is possible to reach high yield of good quality for vegetable soya in Latvian agroclimatic conditions, although yield significantly varied from year to year (2.9-10.4 t ha⁻¹). In 2017 and 2019, significantly higher yield was obtained from variety 'Midori Giant' grown from seedlings, while in 2018 significantly better yield was obtained from plants of variety 'Chiba Green' grown by direct sowing in the field. The crude protein content in edamame beans ranged from 30 to 35%.
8. Meteorological conditions influenced the development of vegetable soybean yield. Seed germination was negatively affected by the lack of moisture during germination. Vegetable soy beans are also sensitive to low temperature at maturation period, which affects the quality of the pods, causing colouring into purple hue.

