

“Jauna dārzena - edamame audzēšanas tehnoloģijas izstrāde bioloģiskajā ražošanā”

LAD projekta Nr. 17-00-A01620-000004



KOPSAVILKUMS-ATSKAITE

Projekta izstrādātājs, informācijas sagatavotājs:

Dārzkopības institūts

Projekta partneri:

Liena Muceniece

Dzintars Šmits

ZS “Atvases”

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

SATURS

Ievads	5
Materiāli un metodes	8
Lauka eksperimenti	8
Sēklaufzēšanas metožu izpēte	13
Uzturvērtības noteikšana un pirmapstrāžu metožu izstrāde	14
Rezultāti un to izvērtējums	18
Svaiga pākšu raža	18
Veģetatīvie parametri	27
Sēklaufzēšanas metožu izvērtējums	31
Uzturvērtība un pirmapstrādes realizācijas termiņa pagarināšana	32
Secinājumi	45
Literatūra	47
Publicitāte	50
Pielikumi	53

1. INFORMĀCIJAS SAGATAVOTĀJS

Dārzkopības institūts

2. PROJEKTA KOORDINATORS UN TĀ KONTAKTINFORMĀCIJA

Dārzkopības institūts

Tālrunis: + 371 26185596

E-pasts: liga.lepse@llu.lv

Adrese: Graudu iela 1, Ceriņi, Krimūnu pagasts, Dobeles nov.

3. SADARBĪBAS PARTNERI UN TO KONTAKTINFORMĀCIJA

Liena Muceniece

Tālrunis: +371 22338082

E-pasts: lm@lienamedus.lv

Adrese: "Putēni", Lielvārdes pag., Lielvārdes nov., LV – 5070

Dzintars Šmits

Tālrunis: +371 29471113

E-pasts: damuki@inbox.lv

Adrese: "Mežzīles", Cēres pag., Kandavas nov., LV-3122

ZS "Atvases"

Tālrunis: + 371 29558332

E-pasts: andris.mangulis@inbox.lv

Adrese: "Atvases", Ķekavas pag., Ķekavas nov., LV-2123

4. PROJEKTA ĪSTENOŠANAS PERIODS

01.03.2018. līdz 28.02.2021.

5. KOPĒJĀS PROJEKTA IZMAKSAS

97 660.69 euro

6. PROJEKTA PAMATJĒDZIENS

Projekta pamatjēdziens ir izstrādāt līdz šim Latvijā neaudzēta dārzena – edamame, jeb dārzena sojas, audzēšanas tehnoloģiju bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā.

7. DARBĪBAS UN PROJEKTA KOPSAVILKUMS

Šobrīd nav atrodamā pilnīga informācija par edamames audzēšanas tehnoloģiju bioloģiskā ražošanas sistēmā Latvijā. Arī Eiropā tā līdz šim nav bijusi zināma kā populārs dārzenis. Līdz ar to tās ieviešanai ražošanas apstākļos vēl ir daudz neskaidru jautājumu - kāda ir optimālā sējas biežība un sējas vai stādīšanas laiks, vai augi labāk ražo sējot tieši laukā, vai stādot ar dēstu, kādas augu aizsardzības problēmas var parādīties audzējot lielākā platībā, u.c. Tā kā Eiropā nav iegādājamas edamames sēklas, ir nozīmīgi izpētīt arī sēklaudzēšanas iespējas. Lai risinātu šos jautājumus, Dārzkopības institūts sadarbībā ar zemniekiem realizēja šo projektu ar mērķi izstrādāt jauna, līdz šim Latvijā neaudzēta dārzena - edamames, jeb dārzenu sojas, audzēšanas tehnoloģiju bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā, dažādojot pākšaugu sortimentu/daudzveidību gan pārtikā, gan augu sekā.

Projekta uzdevumi:

1. Veikt edamames audzēšanas tehnoloģisko posmu optimizācijas pētījumus, lai noskaidrotu optimālāko edamames audzēšanas tehnoloģiju atklātā laukā.
2. Edamames sēklaudzēšanas iespēju izpēti vietējā sēklu materiāla ieguvei.
3. Noskaidrot edamames uzturvērtību un izstrādāt pirmapstrādes tehnoloģiju realizācijas perioda pagarināšanai.
4. Veikt datu apkopojumu un analīzi, gatavot publikācijas, prezentēt rezultātus konferencēs.
5. Pamatojoties uz pētījuma gaitā iegūtajiem rezultātiem, projekta noslēgumā sagatavot informāciju lauksaimniekiem, lai nodrošinātu pētījuma rezultātu praktisko izmantošanu.

Projekta realizācijas rezultātā tika izstrādāta edamames audzēšanas tehnoloģija Latvijas agroklimatiskajos apstākļos (1.pielikums), noskaidrota tās uzturvērtība un uzglabāšanas laika pagarināšanas iespējas.

Ievads

Pēc Slimību profilakses un kontroles centra ieteikumiem dārzeņiem no cilvēka ikdienas uztura būtu jāsastāda 1/3. Arvien vairāk patērētāju domā par veselīgu un sabalansētu uzturu, taču to nav viegli nodrošināt visa gada garumā tikai ar ierastajiem, tradicionāliem dārzeņiem. Jaunu vai neierastu dārzeņu lietošana uzturā bagātinātu cilvēku ikdienas uzturu, nodrošinot iedzīvotājus ar dārzeņiem, kas ir bagātīgi ar bioloģiski aktīviem savienojumiem.

Lai dažādotu Latvijā audzējamo dārzeņu klāstu, Dārzkopības institūts ar sadarbības partneriem realizēja projektu, kura **mērķis** bija izstrādāt jauna, līdz šim Latvijā neaudzēta dārzeņa - dārzeņu sojas jeb edamame, audzēšanas tehnoloģiju bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā, dažādojot pākšaugu sortimentu/daudzveidību gan pārtikā, gan augu sekā.

Soja (*Glycine max* (L.) Merr. ir viengadīgs tauriņziežu dzimtas pākšaugš. Dārzeņu soja pēc botāniskās nomenklatūras ir tā pati soja, kas tiek izmatota graudu ieguvei. Atšķirībā no graudu sojas lieto, nobriedušas pupiņas, ko ievāc, kad tās sasniegušas apmēram 80% gatavību (BBCH 77 – 79 augu attīstības stadija), kad pākstis tik tikko sāk krāsoties dzeltenas (1. attēls).



1.attēls. Dārzeņu sojas, jeb edamame pākstis tehnoloģiskās gatavības stadijā

Dārzeņu soja ir īpaši izdalīta sojas genotipu kopa ar lielākām sēklām, kam ir patīkama garša pirms sēklu nobriešanas. Pupiņas satur ļoti daudz olbaltumvielu, tās ir bagātas ar vitamīniem, šķiedrvielām, kalciju, mangānu, dzelzi un cinku (Basavaraja et al.,

2005; Hu et al., 2006; Battistini et al., 2018). Dārzeņu sojā kalcijs ir uz pusi vairāk, un divas reizes vairāk fosfora un kālija nekā zaļajos zirņos. Arī nātrijs, dzelzs, vitamīnu B₁ un B₂ saturs ir augstāks nekā zirņos. Edamame pupiņās ir augsts C vitamīna saturs (Mentreddy et al., 2002; Krinsky, 2005). Klīniskos pētījumos pierādījis, ka tajā esošie izoflavonoīdi samazina holesterīna līmeni, tādējādi mazinot risku saslimt ar sirds un asinsvadu slimībām, tāpat novērš dažas vēža formas, mazina diabētu, osteoporozi un samazina menopauzes simptomus (Mentreddy et al., 2002; Battistini et al., 2018). Ņemot vērā dārzeņu sojas uzturvērtību un labās garšas īpašības, arvien vairāk patērētāju interesējas par iespēju iegādāties Latvijā audzētas dārzeņu sojas pupiņas, jo tā tiek ieviesta uzturā arvien biežāk.

Tradicionāli dārzeņu sojas pupiņas uzturā lieto pēc 3 – 7 minūšu novārīšanas sālsūdenī. Tām ir salda, nedaudz rūgtena garša, ko reizēm raksturo kā riekstu garšu (Pao et al., 2008).

Latvijā sojas popularitāte aug lēni dažādu iemeslu dēļ, lai gan Latvijā soja nav jauns un nepazīstams augs. Ar sojas ieviešanu un kolekcionēšanu jau pagājušā gadsimta sākumā nodarbojās Pēteris Dindonis. Viņš bija izveidojis vairākas graudu sojas šķirnes: 'Dindoņa I', 'Dindoņa II', 'Skrīveru tumšā', 'Saulaines baltā' un 'Skrīveru gaišā', kas joprojām tiek uzturētas/saglabātas ģenētisko resursu kolekcijā. Viens no iemesliem, kādēļ sabiedrība ir atturīga sojas ieviešanā, ir fakts, ka bieži patērētājiem soja asociējas ar ģenētiski modificētiem organismiem. Te jāsaprot, ka dārzeņu sojas kontekstā, nav runa par ģenētiski modificētu organismu. Līdz šim piedāvājumā esošās sojas šķirnes ir tradicionāli veidotas, neizmantojot ģenētisko modifikāciju.

Intereses par dārzeņu sojas pupiņām pieaug. Visticamāk, tas ir saistīts ar tās uzturvērtību un garšu. Dārzeņu soja satur ne tikai neaizvietojamās aminoskābes, bet to var uzskatīt arī par pilnvērtīgu olbaltumvielu avotu. Vidējā uzturvērtība 155 g porcijā (viena glāze) ir 189 kalorijas, 8 g tauku, 16 g ogļhidrātu, 3 g cukura un 17 g olbaltumvielu (Lara et al. 2019). Ir zināms, ka pupiņas ātri bojājas un tām ir īss uzglabāšanas termiņš, tāpēc ir liels izaicinājums saglabāt to kvalitāti un pagarināt izmantošanas periodu pēc ražas novākšanas (Xu et al. 2012). Pareizos un piemērotos uzglabāšanas apstākļos pupiņas var saglabāt savu garšu un labu vizuālo izskatu līdz divām nedēļām. Parasti edamame tiek blanšēta pirms sasaldēšanas un uzglabāšanas. Edamame blanšē 2-5 minūtes karstā ūdenī 70-100 °C temperatūrā (Lara et al. 2019). Ir svarīgi pievērst uzmanību tam, ka nepareiza dārzeņu sojas blanšēšana var ietekmēt produkta kvalitāti,

mīkstinot tekstūru, veidojot brūnu krāsu un samazinot uzturvērtību (Saldivar et al. 2010). Edamames pupiņu termiskā apstrāde novērš to bojāšanos, ko izraisa mikroorganismi, tomēr pazemina uzturvērtību un inaktīvā lipoksigenāzes enzīmus, kas rada tās aromātu, krāsu un struktūru (Czaikoski et al. 2012).

Ozona lietošana uzlabo dažādu pārtikas produktu mikrobioloģisko drošību un pagarina derīguma termiņu, būtiski nemainot to uzturvērtību, ķīmiskās un fizikālās īpašības (Brodowska et al. 2018). Turklāt to var droši izmantot dārzeņu, augļu, gaļas, zivju, kā arī garšaugu, garšvielu un dzērienu rūpniecībā. Vairāki pētījumi norāda uz ozonēta ūdens pozitīvu ietekmi uz svaigu vai sagrieztu salātu glabāšanas laika pagarināšanu. Šī apstrādes metode spēj samazināt produkta mikrobiālo piesārņojumu, negatīvi neietekmējot tā vizuālo, strukturālo un uztura kvalitāti, ja to uzglabā zemā temperatūrā, vidēji pie +4 °C temperatūras (Glowacz et al. 2015; Yucel Sengun and Kendirci 2018). Pētījumi par ozonēta ūdens izmantošanu dažādu svaigu lapu salātu, spinātu un pētersīļu apstrādē neliecina par negatīvu ietekmi uz bioloģiski aktīvo vielu (fenolu, C vitamīna, hlorofila) satura izmaiņām paraugos salīdzinājumā ar nemazgātām lapām (Karaca et al., 2014).

Mūsdienās ēšanas paradumi arvien biežāk raksturojas ar tendenci ēst svaigus vai minimāli pagatavotus produktus. Šajā kategorijā visbiežāk ietilpst mizoti, tvaicēti vai blanšēti dārzeņi, kurus var izmantot dažādu salātu pagatavošanā bez turpmākas apstrādes. Tajos bieži izmantota sastāvdaļa ir edamame. Tādēļ viens no projekta uzdevumiem bija noteikt ozonēta ūdens, kas tiek izmantots blanšētas dārzeņu sojas atdzesēšanai, ietekmi uz pupiņu kvalitātes izmaiņām uzglabāšanas laikā.

Turklāt bez augstās uzturvērtības, soja veic arī agroekoloģisku pakalpojumu. Kā tauriņziedis tā piesaista atmosfēras slāpekli. Tā kā Latvijas augsnēs dabīgi nav sastopamas gumiņbaktērijas, kas veido gumiņus uz sojas saknēm (*Bradyrhizobium japonicum*) un veic atmosfēras slāpekļa piesaisti, sojas sēklas pirms sējas jāapstrādā ar īpaši sojai paredzētu gumiņbaktēriju inokulantu. Gumiņbaktērijām ir liela nozīme produktīvā tauriņziežu augu augšanā, attīstībā un ražas veidošanā (Soya beans..., 2010; Mangena, 2018).

Dārzeņu soja ir ideāli piemērots augs bioloģiskajai lauksaimniecībai - tā labi iekļaujas augu sekā, veic pakalpojumauga funkcijas, piesaistot atmosfēras slāpekli, atbilst ilgtspējības principiem, papildina bioloģisko saimniecību produkcijas klāstu.

Dārzeņu sojas audzēšanā nelieli priekšizmēģinājumi tika veikti pāris gadus pirms šī projekta uzsākšanas, lai noskaidrotu, vai tā aug Latvijas klimatiskajos apstākļos, un ir iespējams iegūt nozīmīgu ražu. Šo priekšizmēģinājumu gaitā noskaidrojās, ka dārzeņu sojas audzēšana ir iespējama, bet nepieciešams noskaidrot optimālus agroekoloģiskos apstākļus komerciāli nozīmīgas ražas ieguvei.

Projektā tika izvirzīts mērķis izstrādāt audzēšanas sistēmu reālos bioloģisko saimniecību apstākļos, pārbaudot dažādu dārzeņu sojas šķirņu piemērotību konkrētiem apstākļiem. Izvērtējot dažādus sējas veidus un augu biežību, izstrādātas tehnoloģijas dārzeņu sojas sekmīgai ieviešanai ražošanā (1.pielikums). Lauka izmēģinājumos tika pētīti nozīmīgākie agrotehnoloģiskie faktori dārzeņu sojas audzēšanai Latvijā: sējas/stādīšanas tehnoloģija (līdzens lauks vai vagas), augu biežība, kopšanas darbi un izstrādāta efektīvākā novākšanas tehnoloģija, ražība trijos atšķirīgos agroklimatiskajos apstākļos (Lielvārdes, Kandavas, Tukuma un Ķekavas novados), kā arī noteikta tās uzturvērtība un pirmapstrādes iespējas – blanšēšana un saldēšana realizācijas perioda pagarināšanai.

Materiāls un Metodes

Lauka eksperimenti

Dārzkopības institūta izmēģinājuma lauki atradās Tukuma novada Pūres pagastā (57°02'22.1"N 22°55'24.7"E).

Dārzkopības institūtā katru gadu tika ierīkoti lauku izmēģinājumi, pētot tādos faktorus kā šķirne, augu biežība (13 un 20 augi m²) un audzēšanas veids (sējot tieši laukā un audzējot no iepriekš izaudzētiem dēstiem). Izmēģinājumu lauciņi bija ierīkoti četros atkārtojumos.

Izmēģinājumos izmantotās šķirnes:

- 'Midori Giant' (MG) – šķirnei raksturīgs salīdzinoši īss veģetācijas periods, 80 – 95 dienas. Lielas, koši zaļas pupiņas. Augi sasniedz 50 – 60 cm augstumu, ļoti zaroti un izturīgi, nav nepieciešami balsti. Šķirne piemērota gan mazdārziņiem, gan komercstādījumiem. Japānas izcelsmes šķirne.¹

¹ https://www.kitazawaseed.com/seed_578-8.html

- ‘Chiba Green’ (CG) – šķirnei raksturīgs īsāks veģetācijas periods kā šķirnei ‘Midori Giant’ –70 – 80 dienas. Augi ražīgi, lielas pupiņas. Augi sasniedz 50 – 60 cm augstumu, kompakti. Pupiņas nobriest vienmērīgi. Japānas izcelsmes šķirne.²

- ‘Green Shell’ (GS) - ‘Green Shell’ šķirnei raksturīgs īss veģetācijas periods 85 – 95 dienas, vidēji augstas temperatūras prasības (vislabāk augs pie 20 – 27 °C intervāla) un zemas prasības attiecībā uz uzturvielām. Augi sasniedz 50 – 100 cm augstumu. Par šķirnes izcelsmi tiek minēta Ķīna, Japāna, DR Āzija.^{3,4}

- Hibrīds ASR90.001 (B), izveidots Beļģijā, kandidē uz šķirnes reģistrāciju.

Šķirnes ‘Midori Giant’ un ‘Chiba Green’ audzēja visos eksperimentālos variantos 2018.–2020. gada veģetācijas periodā. Šīs abas šķirnes uzsākot, eksperimentu bija tās, kas bija pieejamas tirdzniecībā un tika pasūtītas no Amerikas Savienotajām Valstīm (bioloģiski audzēta sēkla) (Wannamaker Seeds). Šķirne ‘Green Shell’ eksperimentos tika iekļauta tikai 2020. gadā, kad parādījās iespēja iegādāties dārzeņu sojas sēklas arī Eiropā. To piedāvāja Vācijas sēklu kompānija “Bingenheimer Saatgut”. Hibrīds ASR90.001 arī izmēģinājumos tika iekļauts tikai 2020. gadā un tikai vienā eksperimentālā variantā – audzējot no dēstiem, pie biežības 13 augi m².

Tā kā sojas augi strauji veido lielu sakņu sistēmu, tad stādi audzēti dziļajās dēstu kasetēs (9 cm), tilpums 140 cm³ (2. attēls).



2.attēls. Dārzeņu sojas dēstu audzēšana dziļajās dēstu kasetēs

² https://www.kitazawaseed.com/seed_431-8.html

³ <https://www.amazon.de/-/en/Seedeo%C2%AE-Soybean-Glycine-Approx-30-Seeds/dp/B07DCR19LT>

⁴ <https://www.bingenheimersaatgut.de/en/organic-seeds/vegetables/beans/edamame-soybean/edamame-green-shell-g724>

Dārzeņu sojas izmēģinājumi tika izvietoti laukā, kas tiek raksturots kā reliktkarbonātiska brūnaugsne ar smilšmāla granulometrisku sastāvu, pHKCl 6.2, P₂O₅ – 224 mg kg⁻¹, K₂O – 300 mg kg⁻¹ un organiskā viela 3.5%. Laukā, kur auga dārzeņu soja, kā priekšaug bija dažādi dārzeni. Tā kā Latvijas augsnēs nav sastopamas sojai specifiskās gumiņbaktērijas *Bradyrhizobium japonicum*, sēklas pirms sējas apstrādātas ar A/S “Litagra” piedāvāto, preparātu *Bactolive Legume* (2018. un 2019. g.). Savukārt 2020. gadā inokulants “HyStick” tika pasūtīts no Polijas. Veģetācijas periodā ravēšana/rušināšana veikta trīs līdz piecas reizes ar rokām. Mēslošana un ķīmiskā kaitīgo organismu ierobežošana nav veikta.

Katru gadu veikta laistīšana, atkarībā no nokrišņu daudzuma: 2018. un 2020. gadā trīs reizes, bet 2019. gadā piecas reizes – 10 L m⁻² katrā laistīšanas reizē.

Izmēģinājumā katru gadu veģetācijas periods atšķīrās atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem un šķirņu īpatnībām (1. tabula).

1.tabula

Dārzeņu sojas fenoloģiskais raksturojums 2018. līdz 2020. gados
Dārzkopības institūtā

Gads		2018. g.	2019. g.	2020. g.
Sēja tieši laukā	Sēja uz lauka	16. maijs -> 26. jūnijs**	15. maijs -> 7. jūnijs	8. maijs -> 26. maijs
	Ražas vākšana	18. oktobris	23. septembris (CG*) 1. oktobris (MG)	15./16. septembris
	Veģetācijas periods	114 dienas	107 – 117 dienas	107 dienas
Sēja kasetēs	Sēja kasetēs	7. maijs	29. aprīlis	28. aprīlis
	Izstādīšana uz lauka	1. jūnijs	22. maijs	22. maijs
	Ražas vākšana	4. septembris (CG) 6. septembris (MG)	16., 20. augusts (CG) 21. augusts (MG)	1./2.septembris (CG, MG) un 7./8. septembris (GS,B)
	<i>Veģetācijas periods (bez dēstu izaudzēšanas)</i>	<i>95 – 97 dienas</i>	<i>88 – 93 dienas</i>	<i>100 – 107 dienas</i>

*(CG) - Chiba Green; (MG) - Midori Giant

** atkārtotās sējas datums

Eksperimenta gaitā veikti novērojumi, kas palīdzētu izstrādāt dārzeņu sojas audzēšanas tehnoloģiju:

- Augu morfoloģiskie novērojumi – ražas laikā no katra lauciņa analizēti 10 augi. Tika mērīts augu augstums, attālums no sakņu kakliņa līdz pirmās pāksts piestiprināšanās vietai, pākšu skaits no auga;
- Ražas uzskaitē – no katra eksperimentālā lauciņa tika novākti visi augi, pākšu raža nosvērta, raža pārrēķināta $t\ ha^{-1}$.

Liena Muceniece projekta realizācijas gaitā (2019. gadā) nomainīja sākotnēji projektā iesaistījušos partneri **Māru Birznieci** no Tumes pagasta, Tukuma novada, kura realizēja projektu 2018. gada veģetācijas sezonā. Projekta partneru nomaina bija nepieciešama sakarā ar to, ka M. Birzniece 2018. gadā neieguva nozīmīgus projekta rezultātus, un neredzēja iespēju kvalitatīvi realizēt projektā plānotos uzdevumus turpmākajā projekta periodā. 2018. gada sezonā M. Birznieces saimniecībā bez postošas sausuma ietekmes, daļu edamames augu izpostīja meža dzīvnieki (stirnas). Izvērtējot kritiski savas iespējas ierobežot projektā plānoto teritoriju, M. Birzniece neredzēja iespēju turpināt dalību projektā.

Lienas Mucenieces izmēģinājumu lauki atradās Lielvārdes novada Lielvārdes pagastā (56°42'25.5"N 24°54'09.0"E). Divus atlikušos projekta gadus dārzeņu soja tika izsēta maija trešajā dekādē. Dārzeņu sojas sēkla tika izsēta gan uz līdzena lauka, gan vagās. Eksperimenti veikti trijām šķirnēm: 'Chiba Green' un 'Midori Giant' 2019. gadā un 2020. gadā vēl pievienojot šķirni 'Green Sheel', augi audzēti dažādos augu biezības variantos. Lai izvērtētu slāpekļa papildmēslojuma lietderību veģetācijas sākumā daļā lauku lietoja bioloģiski sertificētu mēslošanas līdzekli "Raskil". Lai cīnītos ar nezāļu ierobežošanu, vairākas reizes sezonā veikta vagošana un ravēšana. Pēc 2019. gada sausā pavasara, kad dārzeņu soja ļoti slikti sadīga, 2020. gadā dārzeņu sojas laukā tika ierīkota pilienvēda laistīšana.

ZS "Atvases" izmēģinājumu lauki atradās Ķekavas novada, Ķekavas pagastā (56°48'28.9"N 24°16'03.3"E). Visus trīs gadus dārzeņu soja laukā izsēta maija trešajā dekādē, jūnija pirmajā dekādē. Dārzeņu soja tika izsēta gan tieši uz lauka, gan audzēta no iepriekš izaudzētiem dēstiem. Eksperimenti veikti trijām šķirnēm 'Chiba Green' un 'Midori Giant' 2018. un 2019. gadā un 2020. gadā vēl pievienota šķirne 'Green Shell'. Augi audzēti dažādos augu biezības variantos. Saimniecībā dārzeņu soja audzēta ar līdzīgu tehnoloģiju kā krūmu pupiņas. Laukos, kur tika sēta dārzeņu soja, kā priekšaugi auguši

sīpolaugi. Augsnes apstrāde veikta pēc bezaršanas tehnoloģijas. Lai saglabātu mitrumu, pirms sējas veikta augsnes kultivēšana un ecēšana. Sēšanai uz lauka izmantoja ķiploku stādāmo mašīnu. Sēklas sēja 3 cm dziļumā.

Dēstiem siltumnīcā dārzeņu soja izsēta aprīļa trešajā dekādē. Soja sēta dēstu kastītēs un pēc tam piķēta podiņos. Dēsti izstādīti uz lauka maija 3. dekādē.

Daļa dēstu atstāti augt plēves seguma neapkurināmā siltumnīcā agrākas ražas ieguvei. Tur augi stādīti divrindu slejā, ar attālumu 60 cm starp rindām slejā un 10 līdz 15 cm starp augiem rindā.

Nezāļu ierobežošanai laukā izmantoja tīkla ecēšas. Pirmo reizi to veica pirmās īstās lapas attīstības stadijā. Nezāļu ierobežošanai papildus vēl divas reizes veikta arī ravēšana. Tā kā bija dažādi sējas laiki, raža arī bija vācama pakāpeniski, ražošanas periods kopumā bija no augusta trešās dekādes līdz oktobra pirmajai dekādei, izņemot 2019. gadu, kad augi nosala jau septembra otrajā dekādē, kad temperatūra pazeminājās līdz -7 °C.

Dzintara Šmita izmēģinājuma lauki atradās Kandavas novada Cēres pagastā (57°07'35.5"N 22°50'30.0"E). Saimniecībā tika pētīta audzēšana līdzenā laukā un vagās divām šķirnēm 'Chiba Green' un 'Midori Giant' 2018. un 2019. gadā, pievienojot šķirni 'Green Shell' 2020. gadā. Augi audzēti divās augu biezībās - 7 un 14 augi m². 2018. un 2019. gadā gadā Dz. Šmita saimniecībā dārzeņu soju audzēja vagās, 2020. gadā uz līdzena lauka. Starp rindām bija 0.7 m atstatums. Visus gadus sējumi mēsloti ar bioloģiski sertificētu mēslojumu Physio natur PKS 41– 300 kg ha⁻¹. Pirmajā gadā kā priekšaugi bija kartupeļi, otrajā soja un trešajā facēlija un dārzeni. Pirmajos divos gados dārzeņu soja audzēta laukā, kura augsnes granulometriskais sastāvs bija mālsmilts, bet trešajā gadā – smilšmāls un māls. 2018. gadā sēja veikta jūnija pirmajā dekādē, 2019. un 2020. gadā – maija otrajā un trešajā dekādē. Gadā, kad veikta vēlā sēja bija visīsākais augu veģetācijas periods.

Veģetācijas laikā vagās sētās pupiņas tika vagotas ar vagotāju divas reizes pēc sadīgšanas, kā arī sezonas laikā ravēti vagu skausti. Savukārt līdzenā laukā rindās sētās pupiņas 2020. gada sezonā pēc sadīgšanas ecētas divas reizes, rindstarpas rušinātas ar pieturējamo rušinātāju divas reizes, apravēts ap augiem.

Kā svarīgs faktors ir arī mitruma nodrošinājums, jo īpaši sadīgšanas laikā, lai tās vienmērīgi un strauji sadīgst. 2018. un 2019. gadā tika izmantota pilienlaistīšana.

Sēklaufzēšanas metožu izpēte

Sēklu ieguvei edamames pupiņas tika audzētas plēves seguma neapkurināmā tunelī 120 m² platībā. Segtajās platībās Dārzkopības institūtā trīs gadu periodā sētas divas šķirnes 'Midori Giant' un 'Chiba Green', lai novērtētu sēklaufzēšanas iespējas Latvijas apstākļos. Sēja veikta tieši gruntī, maija 1.–2. dekādē. Sēklas 2018. un 2019. gadā pirms sējas apstrādātas ar A/S "Litagra" piedāvāto preparātu Bactolive Legume, bet 2020. gadā – ar inokulantu "HyStick". Augi audzēti trijās divrindu slejās – attālums starp sleju centriem 1.5 m, starp rindām slejā 0.5 m. Augu biezība 14 augi m⁻². Siltumnīcā ierīkota pilienvēda laistīšana. Laistīšana veikta vadoties pēc nepieciešamības – vienu līdz divas reizes nedēļā. Nezāļu ierobežošana veikta kaplējot. Augu mēslošanai izmantots "Raskil" un virca. Augu fenoloģiskā attīstība segtajā platībā atspoguļota 2. tabulā.

2.tabula

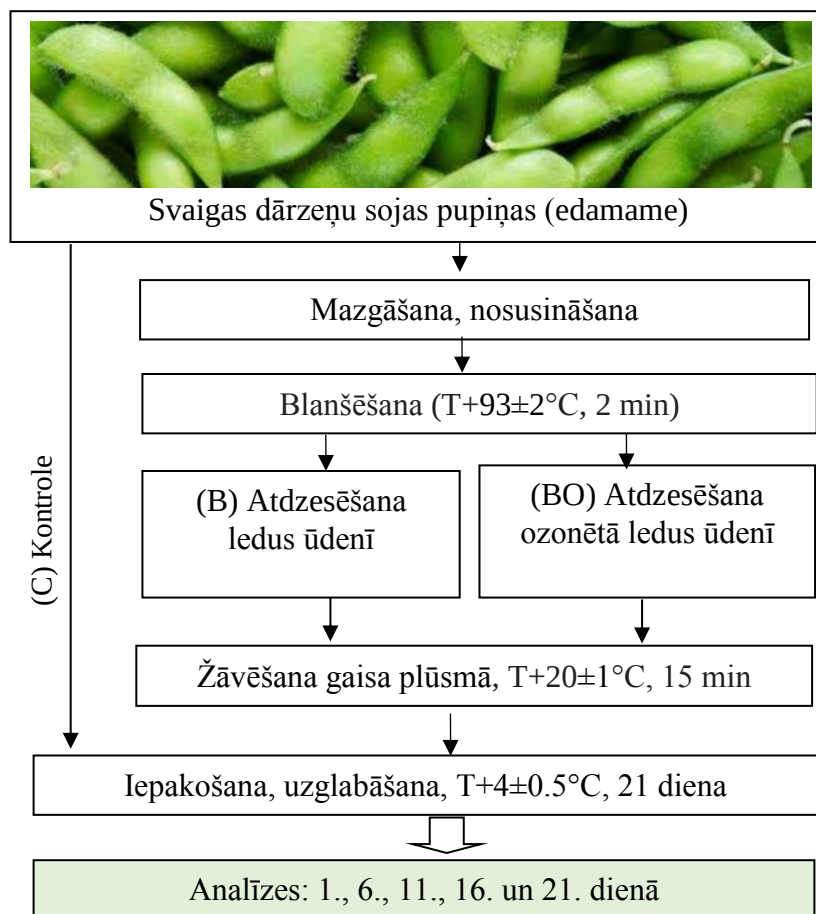
Dārzu sojas fenoloģiskais raksturojums segtajā platībā 2018. līdz 2020. gadā Dārzkopības institūtā

	2018. g.	2019. g.	2020. g.
Sēja siltumnīcā	9. maijs	17. maijs	5. maijs
Ražas vākšana	25. oktobris	28. oktobris	27. oktobris
Veģetācijas periods	163dinas	158 dinas	167dinas

Meteoroloģiskie apstākļi Pūrē tika reģistrēti automātiskajā meteostacijā "Lufft" (2.pielikums).

Uzturvērtības noteikšana un pirmapstrādes metožu izstrāde

Pētījums veikts Dārzkopības institūta Pārstrādes un bioķīmijas nodaļā veicot pupiņu apstrādi pēc blanšēšanas ar ozonētu un neozonētu ūdeni (3. attēls).



3.attēls. Edamame pupiņu apstrādes shēma

Paraugu sagatavošana: pētījumam pupiņas tika sašķirotas, tika izmantotas pākstis ar 2-3 pupiņām:

1. paraugs (C): kontrole - neapstrādātas, nemazgātas edamame pupiņas;
2. paraugs (B): pupiņas mazgātas, nosusinātas, 2 minūtes blanšētas ūdens vannā $93 \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūrā, atdzesētas destilētā ledus ūdenī (4. attēls);
3. paraugs (BO): pupiņas mazgātas, nosusinātas, 2 minūtes blanšētas ūdens vannā $93 \pm 2^\circ\text{C}$ temperatūrā, atdzesētas destilētā ledus ūdenī, kas bagātināts ar ozonu, izmantojot iekārtu A2Z Ozone systems (INC, ASV) (skābekļa padeve veikta no cilindra: 5 l min^{-1} , ozona koncentrācija 40 pp; padeves laiks: 2 min).

Pēc atdzesēšanas abus apstrādātos paraugus 15 minūtes žāvēja žāvētājā „ORAKAS” (Marlemi, Somija) ar piespiedu gaisa cirkulāciju 20 ± 1 °C temperatūrā. Visi paraugi tika iesaiņoti polipropilēna maisiņos ar $100 \pm 5,0$ g edamame pākstīm katrā, hermētiski noslēgti un sagatavoti trīs identiskos atkārtojumos (5. attēls). Paraugi 21 dienu tika uzglabāti komerciālā saldētavā / dzesēšanas kamerā $+4,0 \pm 0,5$ °C temperatūrā, ko kontrolēja ar MINILog Gresinger electronic palīdzību.



4.attēls. Edamame pupiņu atdzesēšana ledus ūdenī



5.attēls. Edamame pupiņas iesaiņotas polipropilēna maisiņos

Edamame paraugiem tika noteiktas šādas fizikālās un ķīmiskās īpašības: pākstīm un pupiņām – krāsa; pupiņām – šķīstošā sausna, kopējie fenoli, tanīni, C vitamīns, hlorofils *a* un *b*, kopējais karotinoīdu saturs. Mikroorganismu saturs – mezofilo aerobo un fakultatīvo anaerobo (kopējais baktēriju skaits), rauga un pelējuma saturs tika noteikts iepakojumā. Pirmajā dienā pēc paraugu iesaiņošanas tika noteikta *Escherichia coli* baktēriju klātbūtne. Katrā analīžu ņemšanas dienā (1. un 6., 11., 16. un 21.

uzglabāšanas dienā) nejauši izvēlēti trīs identiski iepakojumi no katra parauga iepakojuma.

Mikrobioloģiskās analīzes (kolonijas veidojošās vienības (log CFU g⁻¹)). Aerobo mezofilo baktēriju skaita (TAMC) pārbaudes metodes balstās uz ISO- 4832-1: 2013 - Pārtikas ķēdes mikrobioloģija- Mikroorganismu skaitīšanas horizontālās metodes. Raugu un pelējumu noteikšana tika veikta saskaņā ar standartu ISO 21527-1: 2008 - Pārtikas un dzīvnieku barības mikrobioloģija.

Šķīstošās sausas satura (SSC) noteikšana svaigās edamame pupiņās tika veikta istabas temperatūrā (diapazonā no 18 līdz 22 ° C), izmantojot rokas digitālo refraktometru PAL-1 (ATAGO, Tokija, Japāna) un izteikta kā šķīstošās sausas procentuālā daļa (Brix %).

Edamame pākšu un pupiņu virsmas krāsas izmaiņas uzglabāšanas laikā mērītas CIE L* a* b* krāsu sistēmā, izmantojot spektrofotometru CM-2500c (Japāna). Krāsu vērtības tika reģistrētas kā L* (spilgtums) - L* = 0 (melns) līdz pelēks līdz L* = 100 (balts); a* (-a, zaļums, + a, apsārtums) un b* (-b, zilums, + b, dzeltenums). Krāsu mērījumi tika veikti 15 atkārtojumos katram paraugam un izteikti kā zaļās krāsas intensitāti (-a / b). Pākšu un pupiņu virsmas kopējā krāsu atšķirība Δ * E aprēķināta pēc formulas saskaņā ar (Patras et al. 2011).

C vitamīna (askorbīnskābes) saturs noteikts ar standarta metodi EN 14130: 2003 "Pārtika - C vitamīna noteikšana ar HPLC", izteikts mg 100 g⁻¹ askorbīnskābes svaiga svara (FW).

Kopējais fenolu (TP) saturs tika noteikts ar fotometrisko metodi, izmantojot Folin-Ciocalteu reaģentu, ko aprakstījuši Singleton et al. (1999) un izteikti kā galluskābes ekvivalents (mg GAE 100g⁻¹ FW).

Kopējais tanīna (TT) saturs tika noteikts ar Folin-Ciocalteu procedūru pēc tanīnu atdalīšanas, tos adsorbējot uz nešķīstošā polivinilpolipirrolidona (Malenčić et al. 2012). Aprēķinātās vērtības tika atņemtas no kopējā polifenolu satura, un kopējais tanīna saturs tika izteikts kā GAE miligrami uz 100g⁻¹ FW.

Hlorofilu (mg g⁻¹) un **karotinoīdu** (μg g⁻¹) noteikšana. Edamame pupiņas tika sasmalcinātas, nosvērts 2,5 g homogēna parauga, pievienots 30 ml 80% acetona, trīs minūtes vorteksēts, desmit minūtes centrifugēts ar ātrumu 5000 apgriezieniem minūtē. Dzidro ekstrakta daļu ielej uz filtrpapīra, filtrē. Nogulsnēm atkal pievienoja 30 ml 80% acetona un ekstrakciju atkārtoja, dzidro ekstraktu papildināja un uzpildīja ar acetonu līdz

60 ml. Paraugus turēja tumsā ledus vannā, līdz absorbcijas tika nolasītas ar spektrofotometru. Absorbcija tika mērīta saskaņā ar iepriekš aprakstīto pētījumu (Dere et al. 1998). Tika reģistrēts, ka hlorofils *a* uzrādīja maksimālo absorbciju pie 662 nm, hlorofils *b* pie 646 nm un kopējie karotinoīdi pie 470 nm, un šo pigmentu daudzumu aprēķināja pēc formulas:

$$C_{ha} = 11.75 A_{662} - 2.350 A_{645}$$

$$C_{hb} = 18.61 A_{645} - 3.960 A_{662}$$

$$C_{x+c} = 1000 A_{470} - 2.270 C_a - 81.4 \times \frac{C_b}{227},$$

kur: C_{ha} = Hlorofils *a*, C_{hb} = Hlorofils *b*, C_{x+c} = kopējie karotīni.

Eksperimentālā datu apstrāde tika veikta ar daudzveidīgo vispārējā lineārā modeļa procedūru SPSS 23 programmatūras pakotni. Iegūtajiem rezultātiem tika aprēķināta vidējā aritmētiskā vērtība un standartnovirze. Korelācija starp parametriem tika noteikta, analizējot Pīrsona korelācijas koeficientu. Lai noskaidrotu būtiskas atšķirības ($p < 0.05$) starp pētītajiem paraugiem, tika izmantots Tukey vairāku diapazonu tests.

Analītiskais hierarhijas process (AHP) tika izmantots, lai novērtētu dārzenų sojas pupiņu kvalitātes parametru izmaiņas: kopējo hlorofilu (T_{ch}), kopējo fenolu daudzumu, pākšu un pupiņu virsmas zaļās krāsas intensitāti ($-a / b$) uzglabāšanas laikā, izmantojot aprakstošo metodi. Galvenās edamame kvalitātes īpašības ir TP, T_{ch} , ($-a / b$) pākstis, ($-a / b$) pupiņu un C vitamīna saturs, kas tika pieņemti kā pamatkritēriji novērtēšanai pēc relatīvās nozīmības skolas 1.–9. Lai novērtētu augšējos edamame kvalitātes kritērijus pēc nozīmīguma, visaugstākā vērtība tika piešķirta TP - 9 un nākamajai T_{ch} - 7, ($-a / b$) pākstīm - 5, ($-a / b$) pupiņām - 3, C vitamīnam - 1. Prioritātes koordinātu vektorus aprēķināja saskaņā ar AHP, saskaņā ar literatūru (Saaty 2008). Eksperimentāli noteikto edamame zaļo pupiņu kvalitātes izmaiņu uzglabāšanas laikā kvalitātes parametru dinamika (T_{AMC} , zaļās krāsas ($-a / b$) pākšu un pupiņu TP intensitāte un C vitamīna saturs) tika aprēķināta pēc formulas:

$$\frac{X_{fe} - X_{fo}}{X_{fe}} \cdot 100 \%,$$

kur: X_{fe} – rādītāju vērtības pirms uzglabāšanas;

X_{fo} – rādītāju vērtības pēc 11 uzglabāšanas dienām.

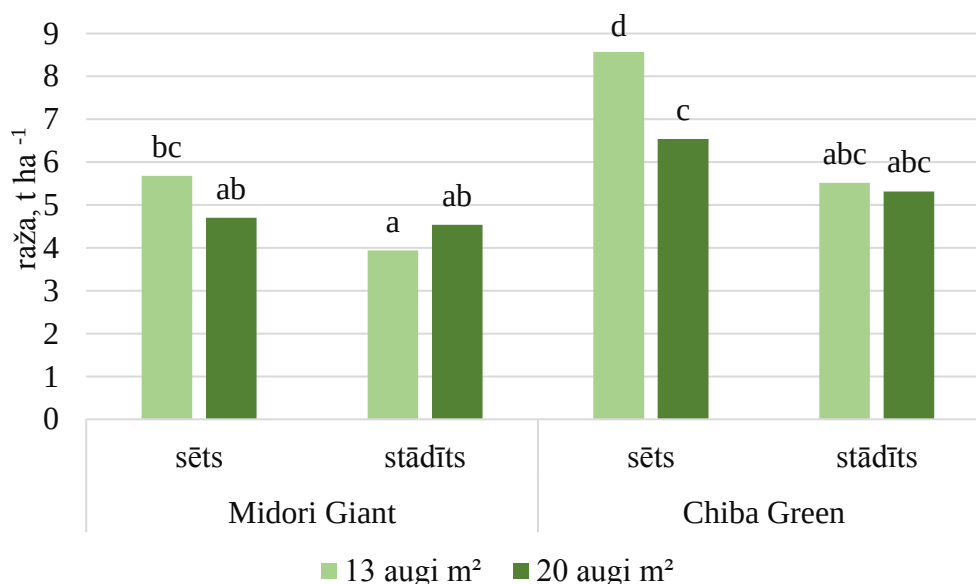
Lai izvērtētu **izoflavonu** saturu dārzeņu sojas pupiņās veikti vairāki secīgi analītiski uzdevumi:

- Izoflavonu ekstrakcija no pupiņām ar paātrinātās ultraskaņas optimizācijas metodi
- Ātrās izoflavonu atdalīšana metodes izstrāde ar šķidrums hromatogrāfiju (Liquid Chromatography, LC)
- “Zaļā” izoflavonu atdalīšanas metode, izmantojot superkritisko fluīdu hromatogrāfiju (Supercritical Fluid Chromatography, SFC)
- Izoflavonu noteikšana dažādu šķirņu pupiņās divu gadu periodā, to uzglabāšanas laikā un pēc to pirmapstrādes pētījuma variantiem.

Rezultāti un to izvērtējums

Svaigu pākšu raža

Pēc Dārzkopības institūtā iegūtiem rezultātiem redzams, ka 2018. gadā ražu būtiski ietekmēja gan audzēšanas veids ($p = 0.000$), gan arī starp šķirnēm bija konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.002$), bet augu biezībai netika konstatēta būtiska ietekme uz ražu ($p = 0.07$). Šajā gadā izmēģinājumos Dārzkopības institūtā raža variēja no 3.9 līdz 8.6 t ha⁻¹ (6. attēls).

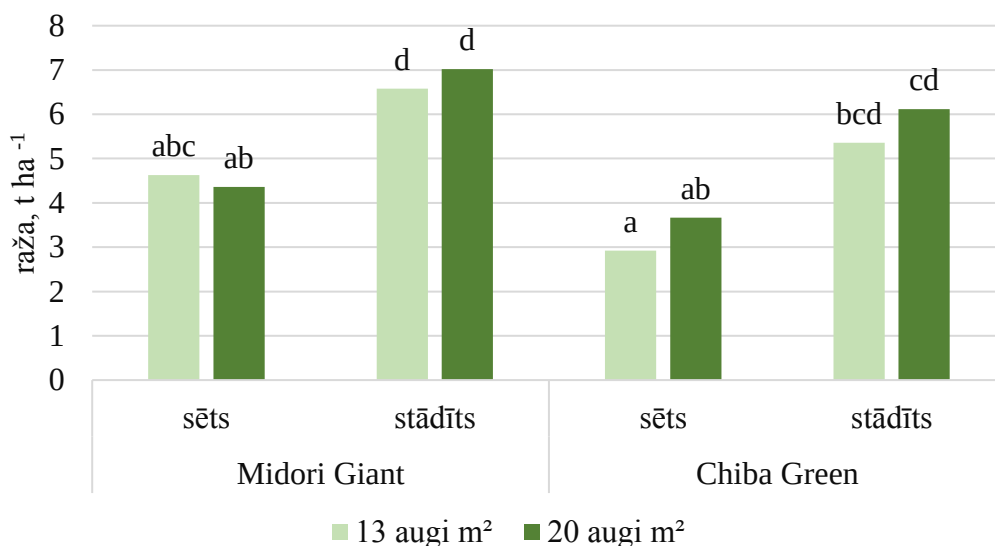


* lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem parāda statistiski būtisku starpību (Dunkana kritērijs, $p=0.05$)

6.attēls. Dārzeņu sojas pākšu raža 2018. gadā, t ha⁻¹

Augstākā raža (8.6 t ha^{-1}) iegūta šķirnei 'Chiba Green, to sējot tieši laukā pie zemākās augu biežības. Savukārt zemākā raža konstatēta šķirnei 'Midori Giant', arī pie zemākās augu biežības variantā, audzējot ar stādiem. Novērots, ka, sējot tieši uz lauka, augstāka raža iegūta pie zemākās augu biežības, un, attiecīgi – audzējot no stādiem, 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. 2018. gadā ražīgākā bija šķirne 'Chiba Green'.

Arī 2019. gadā, līdzīgi kā iepriekšējā gadā, ražu būtiski ietekmēja gan audzēšanas veids ($p = 0.000$), gan arī starp šķirnēm bija konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.007$), bet augu biežībai netika novērota būtiska ietekme ($p = 0.30$). Šajā gadā raža svārstījās robežās no 2.9 līdz 7.0 t ha^{-1} . (7. attēls)

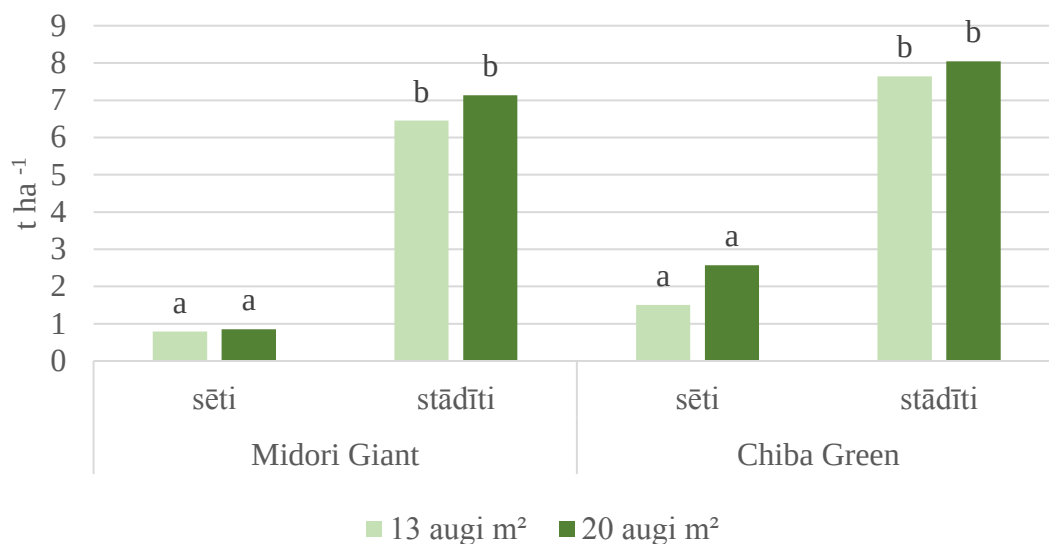


* lielumi, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem parāda statistiski būtisku starpību (Dunkana kritērijs, $p=0.05$)

7.attēls Dārzeņu sojas pākšu raža 2019. gadā, t ha^{-1}

Augstākā raža – 7.0 t ha^{-1} iegūta šķirnei 'Midori Giant', to audzējot ar stādiem pie augstākās augu biežības. Savukārt zemākā raža konstatēta šķirnei 'Chiba Green' pie zemākās augu biežības variantā, sējot tieši laukā. Visos variantos starp augu biežību netika konstatētas statistiski būtiskas atšķirības ražībā. Visos audzēšanas variantos, izņemot šķirni 'Midori Giant' sējot tieši laukā, novērots, ka nebūtiski augstāka raža bija variantos ar lielāku augu biežību. Šajā gadā no abām pārbaudītajām šķirnēm, ražīgākā bija 'Midori Giant'.

2020. gadā ražu būtiski ietekmēja tikai audzēšanas veids ($p = 0.000$), ne starp šķirnēm ($p = 0.07$), ne augu biežības variantiem, netika konstatētas būtiskas atšķirības ($p = 0.63$). Šajā gadā raža svārstījās robežās no 1.1 līdz 8.0 t ha⁻¹ (8. attēls).



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

8.attēls. Dārzu sojas pākšu raža 2020. gadā, t ha⁻¹

Augstākā raža (8.0 t ha⁻¹) iegūta šķirnei 'Chiba Green', to audzējot no dēstiem pie augstākās augu biežības. Savukārt zemākā raža konstatēta šķirnei 'Midori Giant', pie zemākās augu biežības varianta, sējot tieši laukā. Atšķirības starp biežības variantiem nebija būtiskas. Abām šķirnēm novērots, ka, gan sējot tieši uz lauka, gan stādot augstāka raža iegūta pie augstākās augu biežības. Jāpiebilst, ka šajā gadā bija slikta lauka dīdība, kā rezultātā ir tik maza raža variantos, kad sēts tieši laukā (9. attēls, 10. attēls). Apstiprinājums tam, ka ir ļoti svarīgi iesēt pareizā laikā, kad ir pietiekams augsnes mitrums vai jau uzreiz ir jānodrošina laistīšana. 2020. gadā ražīgākā bija šķirne 'Chiba Green'.



9. attēls. Nevienmērīgi sadīguši dārzuņu sojas dēsti, kas audzēti tiešā sējā abos augu biežības variantos Dārzkopības institūtā

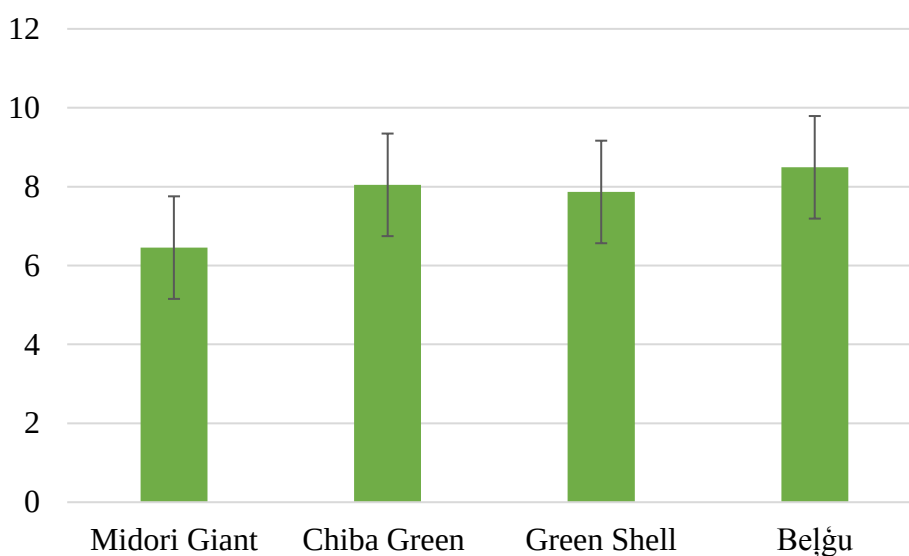


10. attēls. No dēstiem audzētā dārzuņu soja abos augu biežības variantos Dārzkopības institūtā

Visus trīs gadus konstatēta samērā liela ražas variācija, no 1.1 līdz 8.6 t ha⁻¹. Veicot datu statistisko analīzi kopā visu trīs izmēģinājuma gadu rezultātiem, statistiski būtiska ietekme uz ražu konstatēta gadam ($p = 0.000$), audzēšanas veidam ($p = 0.000$) un arī starp

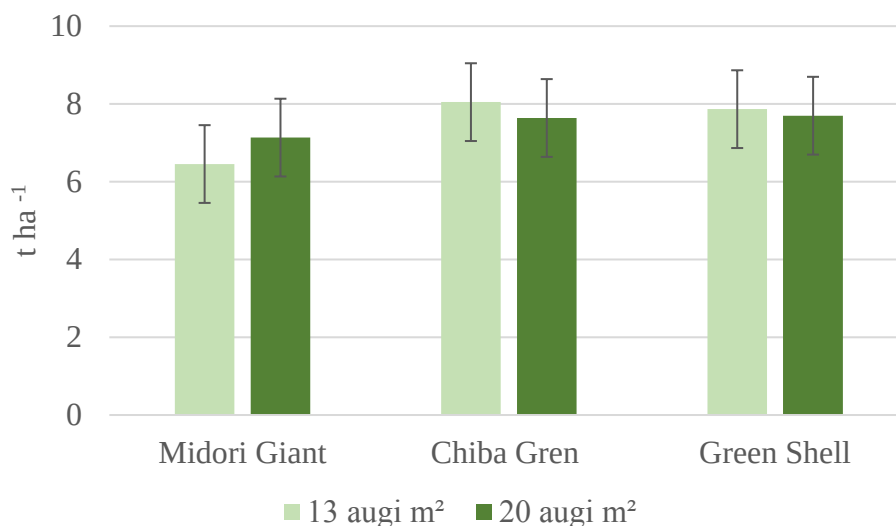
šķirnēm bija būtiskas atšķirības ($p = 0.015$), bet augu biezībai ($p = 0.87$) netika konstatēta būtiska ietekme. Gada atšķirību un ietekmi atspoguļo arī konkrētā gada meteoroloģiskie apstākļi. Audzēšanas gaitas apkopojumā skaidri redzama laika apstākļu ietekme uz veģetācijas perioda garumu. Visus trīs gadus nācās veikt atkārtotu sēju, jo pirmajā sējas reizē sēklas neuzdīga kritiska sausuma dēļ, un, 2020. gadā pat otrreiz pārsējot, bija zema dīdžība. Šis apstāklis apstiprināja to, ka regulāram mitruma nodrošinājumam sēklu dīgšanas laikā ir ļoti liela nozīme sekmīgai dārzeņu sojas augu sadīgšanai. Līdz ar to, veicot atkārtotu sēju, veģetācijas periods saīsinājās, jo bija augstāka vidējā gaisa temperatūra un augi ātrāk auga un attīstījās. Šāda tendence, gan netika novērota 2020. gadā, jo 2020. gadā pārsēja tika veikta maijā un salīdzinājumā ar pārējiem diviem gadiem šajā gadā bija visvēsākais maijs.

Izvērtējot Dārzkopības institūtā 2020. gadā audzētās četras šķirnes, kas auga vienā variantā – ar augu biezību 13 augi uz m^2 un, audzēts no iepriekš izaudzētiem dēstiem, ražas rādītāji parāda, ka starp šķirnēm nebija būtiskas atšķirības ($p = 0.37$). Raža variēja no 6.5 līdz 8.5 t ha^{-1} . Augstākā raža bija Beļģu hibrīdam ASR90.001, kas tiek pārbaudīts vairākās Eiropas valstīs šķirņu reģistrācijai (11. attēls).



11.attēls. Ražības salīdzinājums četrām šķirnēm 2020. gadā

Savukārt izvērtējot trīs šķirņu atšķirības pie abiem augu biezības variantiem, audzējot no dēsta, tika konstatētas arī nebūtiskas atšķirības gan starp šķirnēm ($p = 0.27$), gan augu biezības variantiem ($p = 0.95$), raža variējot no 6.5 līdz 8.0 t ha^{-1} . Augstāka raža šķirnei 'Chiba Green' pie zemākās augu biezības (12. attēls).



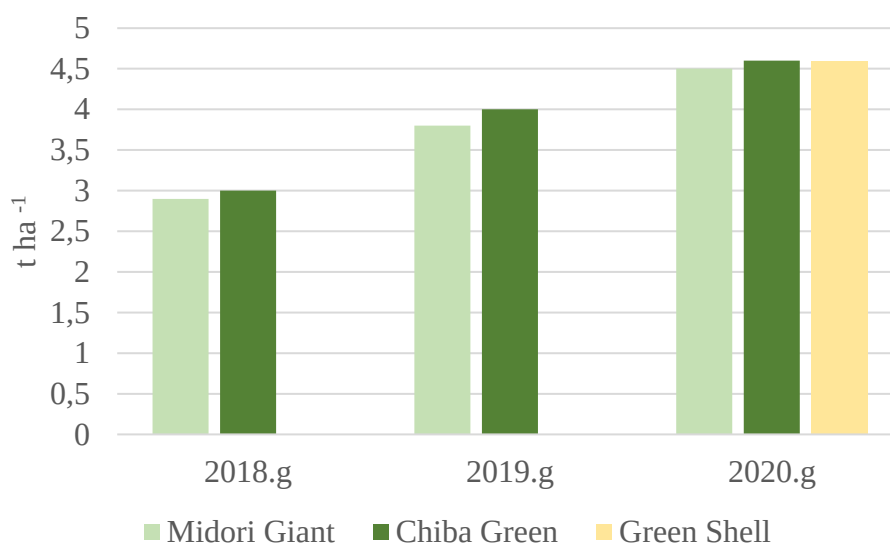
12. attēls. Augu ražība 2020. gadā Dārzkopības institūtā

Gan Lienas Mucenieces, gan Māras Birznieces galvenā atziņa pēc 2018. un 2019. gada salīdzinoši sausajiem veģetācijas periodiem ir tā, ka augu normālai attīstībai un ražas ieguvei ļoti svarīgs ir augsnes mitrums dārzu sojas sadīgšanas laikā. 2018. gada sausā pavasara sezona pie M. Birznieces radīja apstākļus, ka nebija iespējams iegūt ražu ļoti zemās lauka dīdžības dēļ. M. Birznieces izmēģinājumā arī meža zvēri tika konstatēti kā nozīmīgs ražu ietekmējošs faktors. Tas ir jāņem vērā, ierīkojot stādījumus meža tuvumā. 2019. gadā pie L. Mucenieces arī netika iegūta vērā ņemama dārzu sojas raža, jo pavasara periods bija sauss un augsnes mitrums nepietiekošs sekmīgai sojas sadīgšanai un līdz ar to ražas veidošanai. Turklāt augi tika sēti uz vagu skaustiem, kas vēl jo vairāk pastiprināja augsnes izžūšanu. Tāpēc kā ļoti nozīmīgs secinājums, kas apstiprinājās katrā izmēģinājuma vietā, ir tas, ka **sekmīgas un drošas dārzu sojas ražas ieguvei ir nepieciešama apūdeņošanas iekārta. Sēja uz vagu skaustiem ieteicama tikai gadījumā, ja ir iespēja nodrošināt apūdeņošanu.**

Tomēr 2020. gadā, pēc sekmīgas laistīšanas sistēmas ierīkošanas L. Mucenieces saimniecībā tika iegūta nozīmīga dārzu sojas raža. 2020. gadā tika iegūtas 4.3 t ha⁻¹ šķirnei `Chiba Green`, 4.8 t ha⁻¹ `Midori Giant` un 4.7 t ha⁻¹ `Green Shell` sējot uz līdzena lauka, lai maksimāli taupītu augsnes mitruma resursus. Jāatzīmē, ka šķirnei `Green Shell` nebija pievilcīgas pākstis – to krāsa ļoti ātri ieguva dzeltenīgu nokrāsu un zaudēja tirgus kvalitāti. Tomēr augi ražoja salīdzinoši ilgi un tos varēja realizēt svaigā veidā līdz oktobra sākumam.

Izvērtējot slāpekļa papildmēslojuma ietekmi, redzams, ka mēslotajā variantā augi veģetācijas sākumā bija zaļāki, intensīvāku krāsojumu, bet uz ražu tas neatstāja būtisku ietekmi, jo vēlāk veģetācijas perioda laikā augu atšķirības izlīdzinājās.

Arī ZS “Atvases” šo trīs projekta gadu laikā gūtā pieredze liecina, ka svarīgi ir optimāli mitruma un temperatūras apstākļi. Novērots, ka sadīgšanai piemērots ir laiks, kad dienas vidējā temperatūra ir ap 20 °C un nenokrīt zem 10 °C. Tad sēklām ir labs dīgšanas spars un tās sadīgst četrās, piecās dienās. Sausajā 2018. gadā sējot pa tiešo uz lauka, augi sadīga nevienmērīgi un sākumā sējums izskatījās ļoti neizlīdzināts, bet vēlāk augi augot augumā, sakļāvās un izveidoja spēcīgi lapotu sējumu (14. attēls). Tomēr pēc 2018. gadā gūtās pieredzes, tika secināts, ka retākais sējas biežības variants (14 augi m⁻²) ir piemērotāks, ietaupot izdevumus uz sēklu un iegūstot līdzvērtīgu ražu kā biežākajā sējumā (20 augi m⁻²). Līdz ar to turpmākajos gados tika sēti 14 augi m⁻². A. Mangulis atzīst, ka ir labi regulāri irdināt rindstarpas, un vislabāk to darīt nākamā dienā pēc lietus, kas ļauj augsni saglabāt irdeni un neļauj izveidoties garozai, jo īpaši tādos laika apstākļos kādi bija 2018. un 2019. gadā, kad vasarā bija izteikta nokrišņu nepietiekamība. Visus trīs gadus kopumā dārzeņu soja salīdzinoši labi auga un ražoja, ražai variējot no 2.9 līdz 4.6 t ha⁻¹ (13. attēls).



13.attēls. ZS “Atvases” iegūtā edamames raža 2018. - 2020. gadā

Savukārt eksperimenti siltumnīcā ļāva secināt, ka, tā kā veidojas lielāki un kuplāki augi, tad uz vienu kvadrātmetru pietiktu ar sešiem augiem, citādi augi izstīdz un sagāžas. Svarīgi ir sekot līdzi, lai siltumnīcā neizplatās tīklērcē. A. Mangulis atzīst, ka

svaigu pākšu tirdzniecībai nav nepieciešams audzēt siltumnīcā, lai pagarinātu periodu, jo to labi var sasniegt arī lauka apstākļos. Siltumnīca ir labs variants sēklu ieguvei.



14.attēls. Dārzeņu soja audzējot uz lauka un siltumnīcā ZS “Atvases”

Dzintara Šmita pieredze rādīja, ka svarīgi augsnes pamatapstrādi veikt atbilstoša augsnes mitruma apstākļos, lai neveidotos augsnes cilas, kas nelabvēlīgi ietekmē sēklas dīgšanu un līdz ar to arī iegūstamo ražu. Saimniecībā dārzeņu soja tika audzēta uz vagām, sējot mehāniski ar dārzeņu sējmašīnu (15. attēls). Ja nepieciešams, jāizmanto augsnes frēze pirms sējas. Arī sējas dziļums ir svarīgs nosacījums augstas ražas ieguvei. Sēšanas dziļums vieglās augsnēs ieteicams 4 – 6 cm, jo dīgstot sēkla piebriest un izspiežas no augsnes, līdz ar to kļūst par barību putniem. Sējot 7 – 8cm dziļumā, sēklai nepietiek spara uzdīgt. Smagās augsnēs var samazināt sējas dziļumu līdz 3 – 4cm.

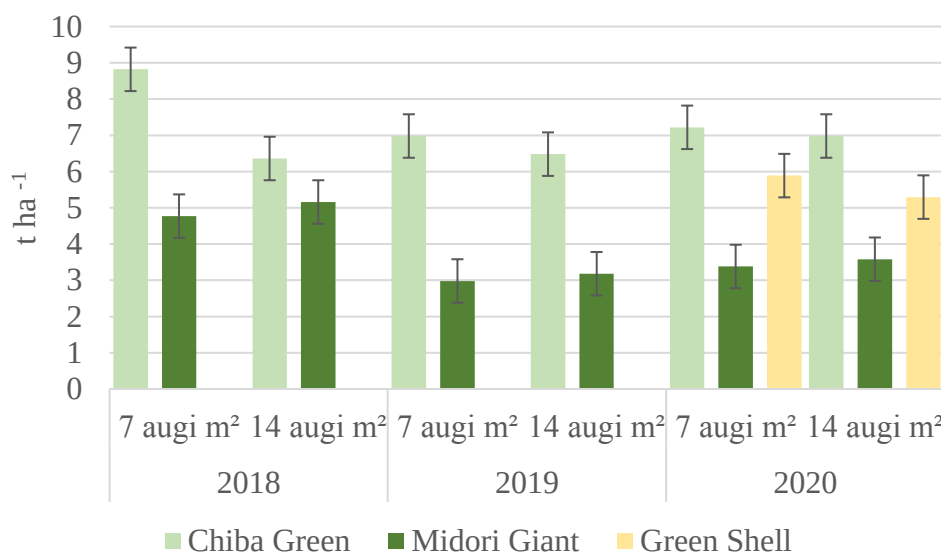


15. attēls. Dārzeņu soja audzējot vagās Dz. Šmita saimniecībā

Veģetācijas perioda dati rāda, ka optimāls sējas laiks ir maija otrā puse, tad var iegūt gan zaļās pākstis, gan nobriedināt sēklas uz lauka līdz pilngatavībai. Zaļo pākšu ieguvei var sēt līdz jūnija vidum. No abām šķirnēm agrāka bija šķirne 'Chiba Green'.

Arī Dz. Šmits novērojis, ka sabiezināti sējumi (14 augi m^{-2}) nedod augstāku ražu, ka labāk ir sēt retāk (7 augi m^{-2}), samazinot sēklu izmaksas, un tad ir iespējama mehanizētu nezāļu ierobežošana, arī starp augiem.

Raža pa pētāmajiem variantiem variēja no 3.0 līdz 8.8 t ha^{-1} . Starp pētījuma gadiem un šķirni konstatētas būtiskas atšķirības ($p < 0.05$), bet ne starp augu biežības variantiem ($p = 0.29$). Kopumā ražīgāka bija šķirne 'Chiba Green'. Šķirne, kurai raksturīgs bija arī īsāks veģetācijas periods. Kopumā konstatēta tendence, ka augstākā raža bija 2018. gadā, kad sēja bija vēlāka un bija īsāks veģetācijas periods. 2019. gadā bija nebūtiski zemāka raža salīdzinājumā ar 2020. gadu (16. attēls). Visus trīs gadus šķirne 'Chiba Green' augstāku ražu veidoja pie zemākas augu biežības, bet šķirnei 'Midori Giant' bija pretēja situācija, ka augstāka raža bija variantos ar lielāku augu biežību. Šķirne 'Green Shell' 2020. gadā uzrādīja viduvēju ražu, bet pākstis bija nekvalitatīvas – ātri dzeltēja.



16. attēls. Dārzeņu sojas ražība Dz. Šmita saimniecībā

Iepazīstoties ar dārzeņu sojas pupiņu ražības rādītājiem citās valstīs, ir redzams, ka arī tur ražas svārstās ar salīdzinoši lielu amplitūdu atkarībā no genotipa, eksperimenta gada, izmēģinājuma vietas. Kopumā veiktajos izmēģinājumos ir sasniegts ļoti līdzīgs ražas apjoms kā citviet pasaulē. Indijā izvērtējot desmit genotipus, raža variēja no 6.2 līdz

11.4 t ha⁻¹ (Basavaraja, Naidu, Salimath, 2005), Brazīlijā novērtējot piecus genotipus, ražas amplitūda bija no 5.7 līdz 11.2 t ha⁻¹ (Castoldi et al., 2011). Citi pētnieki Taivānā konstatējuši, ka Japānas šķirnēm raža var sasniegt, līdz pat 19.7 t ha⁻¹ (Mentreddy et al., 2002).

Veģetatīvie parametri

Sojas auga augstums atkarībā no šķirnes var būt no 40 līdz pat 100 cm (Soya beans..., 2010). Piemēram, konstatēts, ka Indijā, audzējot tai raksturīgos genotipus, augu augstums variēja starp 27 un 63 centimetriem (Basavaraja, Naidu, Salimath, 2005). Abas ierīkotajā izmēģinājumā iekļautās Japānas izcelsmes šķirnes pēc to raksturojuma veido kompaktus, 50 – 60 cm garus augus.^{5,6} Par galveno stresa faktoru, kas var samazināt augu augstumu, tiek minēts sausuma radīts stress, tas novērots arī citur veiktos pētījumos ar soju (Mangena, 2018; Gosa, Lupo, Moshelion, 2019). Lai gan Dārzkopības institūtā izmēģinājuma gadi raksturojas ar nepietiekamu nokrišņu daudzumu, nav konstatēta vienota tendence, kad augi būtu bijuši mazāki, nekā šķirnei raksturīgi tai tipiskajos audzēšanas un izcelsmes reģionos. Visos trīs eksperimenta gados augu augstums šķirnēm 'Chiba Green' un 'Midori Giant' vidēji pa variantiem variēja no 50 līdz 89 cm (3. tabula).

3.tabula

Augu veģetatīvie parametri 2018.–2020. gadā Dārzkopības institūtā

Gads	Šķirne	Audzēšanas s veids	Biezība	Auga auguma, cm	Pākšu skaits augā, gab.
2018.	Midori Giant	sēts	13 augi m ²	63	28
			20 augi m ²	65	28
		stādīts	13 augi m ²	58	26
			20 augi m ²	60	27
	Chiba Green	sēts	13 augi m ²	61	28
			20 augi m ²	56	27
		stādīts	13 augi m ²	50	24
			20 augi m ²	51	19

⁵ https://www.kitazawaseed.com/seed_578-8.html

⁶ https://www.kitazawaseed.com/seed_431-8.html

2019.	Midori Giant	sēts	13 augi m ²	77	34
			20 augi m ²	68	31
		stādīts	13 augi m ²	57	15
			20 augi m ²	59	16
	Chiba Green	sēts	13 augi m ²	62	31
			20 augi m ²	62	27
		stādīts	13 augi m ²	54	14
			20 augi m ²	50	14
2020.	Midori Giant	sēts	13 augi m ²	62	70
			20 augi m ²	66	47
		stādīts	13 augi m ²	81	27
			20 augi m ²	89	24
	Chiba Green	sēts	13 augi m ²	60	43
			20 augi m ²	65	42
		stādīts	13 augi m ²	88	23
			20 augi m ²	89	27

Augu biezība tiek minēta kā viens no faktoriem, kas var ietekmēt augu augstumu. Tas novērots eksperimentos ar rožkāpostiem (Turbin et al., 2014). Izvērtējot katra gada rādītājus, statistiski būtiskas atšķirības augu augstumam bija atkarībā no šķirnes ($p = 0.000$), izņemot 2020. gadu, kā arī audzēšanas veids būtiski ietekmēja to ($p = 0.000$), bet ne augu biezība. Novērtējot visus trīs gadus kopā, arī gada ietekmei bija konstatēta statistiski būtiska ietekme ($p = 0.000$), un arī starp šķirnēm būtiskas atšķirības (0.000). Kopumā konstatēta tendence, ka garāki augi bija pie zemākās augu biezības, bet tikai pāris gadījumos tie bija būtiski garāki. Visos gados konstatēta kopīga tendence, ka garāki augi bija šķirnei 'Midori Giant'. Salīdzinot audzēšanas veida ietekmi uz augu augstumu visos izmēģinājuma gados, konstatēta vienlīdzīga tendence, ka garāki augi bija dārzeņu soju sējot tieši laukā, nevis audzējot no dēsta, šajā variantā augiem bija mazāka konkurence par gaismas un ūdens resursiem.

Starp augu augstumu un pākšu skaitu augā pastāv vidēji cieša korelācija ($r = 0.59$), pieaugot augu augstumam, palielinās pākšu skaits uz augu. Novērtējot kopā visu trīs gadu rādītājus, statistiski būtiska ietekme uz pākšu skaitu augā bija gadam un augu biezībai ($p = 0.000$). Savukārt vērtējot katra atsevišķa gada ietvaros, pirmajā gadā augu biezība

būtiski neietekmēja pākšu skaitu augā. Kopumā pa visiem izmēģinājuma gadiem pākšu skaits augā variēja no 14 līdz 70 pākstīm. Indijas genotipiem pētījumā, kas veikts Indijā, konstatēts, ka vidējais pākšu skaits uz auga bijis 26 pākstis (Basavaraja, Naidu, Salimath, 2005). Kādā eksperimentā Dienvidāfrikā, pētot sausuma stresa ietekmi uz sojas augu anatomiju un morfoloģiju, kontroles variantā, nodrošinot optimālu mitrumu, novērots, ka pākšu skaits uz auga bija robežās no 19 līdz 36. Savukārt sausuma stresa apstākļos, kad laistīšana tika nodrošināta vienu reizi nedēļā un reizi divās nedēļās, pākšu skaits attiecīgi bija tikai 7 un 3 (Mangena, 2018). Kopumā veiktajā izmēģinājumā novērots, ka vairāk pākšu veidojas pie zemākās augu biezības. Salīdzinot abas izmēģinājumā iekļautās šķirnes, šķirnes 'Midori Giant' augiem konstatēta tendence veidot vairāk pākšu uz viena auga 2018. un 2019. gadā, bet 2020. gadā uz šķirnes 'Chiba Green' augiem. Arī Ziemeļdakotā veiktā pētījumā novērots, ka šķirnes ģenētiskās īpašības ietekmē pākšu skaitu uz auga, mijiedarbībā ar gada ietekmi un apūdeņošanu pākšu skaits variēja no 28 līdz 81 (Dupong, Hatterman-Valenti, 2005). Arī Brazīlijā novērots, ka pākšu skaits atkarībā no šķirnes ir mainīgs, tur vērtētajiem genotipiem to skaits bija no 49 līdz 75 pākstīm uz auga (Castoldi et al., 2011).

Izvērtējot Dārzkopības institūtā 2020. gadā audzētās četras šķirnes, kas auga vienā variantā – ar augu biezību 13 augi uz m² un, audzēts no iepriekš izaudzētiem dēstiem, Arī starp augu garumu netika konstatētas būtiskas atšķirības. Tas variēja no 77 (Beļģu) līdz 88 cm ('Chiba Green'). Pākšu skaits uz auga variēja no 23 līdz 27 pākstīm, kas bija nebūtiskas atšķirības.

Savukārt izvērtējot trīs šķirņu atšķirības pie abiem augu biezības variantiem, audzējot no dēsta. Arī uz augu garuma konstatēta tā pati tendence, kas attiecība pret ražu, kad ne šķirne ($p = 0.33$), ne augu biezības variants ($p = 0.057$) to būtiski neietekmēja. Auga garums variēja no 81 līdz 89 cm. Ar tendenci garākus augus veidot pie lielākas augu biezības. Šķirnei 'Chiba Green' bija augstākie augi. Arī pākšu skaits nebūtiski atšķīrās starp pētāmajiem faktoriem ($p > 0.05$). Pākšu skaits variēja no 23 līdz 27. Lielāks pākšu skaits pie zemākas augu biezības bija šķirnēm 'Midori Giant' un 'Green Shell' un attiecīgi šķirnei 'Chiba Green' pie lielākas augu biezības.

Dzintara Šmita pētījumos konstatēts, ka pākšu skaitu augā visi pētāmie faktori būtiski ietekmēja ($p < 0.05$). Pākšu skaits uz auga bija no 8 līdz 33. Vairāk pākšu bija pie zemākās augu biezības, uz pusi vairāk šķirnei 'Chiba Green' un gandrīz uz pusi vairāk

‘Midori Giant’. Pākšu skaits uz auga parādīja tādas pašas tendences, kādas bija novērojamas ražai. Visvairāk pākšu veidoja šķirnes ‘Chiba Green’ augi (4.tabula).

4.tabula

Pākšu skaits uz auga Dz. Šmita saimniecībā

Šķirne	Biezība	2018. g.	2019. g.	2020. g.
Chiba Green	7 augi m ²	33	28	29
	14 augi m ²	16	13	14
Midori Giant	7 augi m ²	24	15	17
	14 augi m ²	13	8	9
Green Shell	7 augi m ²	x	x	25
	14 augi m ²	x	x	13

Pākšu krāsa un pupiņu skaits pākstī ir galvenie kvalitātes rādītāji. Pākšu krāsu ietekmē saules gaisma, mitruma līmenis un mēslojums. Dārzeņu sojai raksturīgas pākstis ar 1 – 3 pupiņām tajās. Visvairāk viensēklu pākšu bija 2019. gadā.

Pie garāka veģetācijas perioda var nākties saskarties ar pazeminātas temperatūras ietekmi uz pākšu kvalitāti un pašu augu funkcionēšanas spējām. 2019. gadā rudenī agri tika novērota pazemināta temperatūra, pirms tika novākta raža. Tas ietekmēja pākšu kvalitāti un, temperatūrai pazeminoties vēl vairāk, augi cieta no salnu bojājumiem (17. att.)



17.attēls. Pazeminātas temperatūras bojātas pākstis un salnu skarti augi

Uz atsevišķiem augiem bija novērots pa kādam *Hypena scabra* F. kāpuram. Latvijā līdz šim nav identificēti saimnieciski nozīmīgi sojas kaitēkļi un slimības, bet, palielinoties

sojas audzēšanas platībām, ir aktuāla to iespējama invāzija. Līdz ar to identificēšana un ierobežošanas stratēģijas izstrāde. Jāatzīmē, ka ražas vākšanas laikā var nākties saskarties ar grauzēju bojājumiem gan lauka, gan siltumnīcas apstākļos. Visvairāk grauzēju bojātas pākstis tika novērotas 2020. gadā (18. att.)



18.attēls. Grauzēju bojātas dārzeņu sojas pākstis ražas laikā

Sēklaudzēšanas metožu izvērtējums

Dārzeņu sojas sēklaudzēšanas tehnoloģijas izstrāde tika veikta Dārzkopības institūtā, neapkurināmā plēves seguma siltumnīcā laika periodā no 2018. līdz 2020. gadam. Audzēšana segtajā platībā visos gados nodrošināja drošu sēklas ieguvu, jo augi paspēja pilnīgi iziet veģetācijas ciklu, nobriest un nogatavināt sēklas. Sēklas parasti tika kultas oktobra otrajā pusē, kad iestājās aukstas nakts un pastiprinājās lietus periodi, kas paaugstināja gaisa mitrumu siltumnīcā. Sēklu ražība pa gadiem svārstījās, bet kopumā bija apmierinoša (5.tabula).

5.tabula

Dārzeņu sojas sēklu iznākums segtajās platībās, t ha⁻¹

Šķirne	2018.g	2019.g	2020.g
Midori Giant	1.20	1.15	1.40
Chiba Green	1.28	1.00	0.97

Siltos un garos rudenos ir iespējams iegūt sēklu ražu arī uz lauka audzētām dārzeņu sojas pupiņām. Tā Dz.Šmita saimniecībā uz lauka tika ievākta `Chiba Green` šķirnes sēkla 20 kg apjomā, no daļas lauka (300 m²), kas būtu 0.6 t ha⁻¹.

Sēklaudzēšanas iespēju izpētes rezultāti liecina, ka sēklu ražu var iegūt apmierinošā apjomā un kvalitātē.

Uzturvērtība un pirmapstrāde realizācijas termiņa pagarināšanai

2019. gada sezonā veikti pirmie edamame uzglabāšanas laika pagarināšanas testi, apstrādei izmantojot ozonētu ūdeni. Studējot zinātnisko literatūru, atlasītas piemērotākās testēšanas metodes, lai novērtētu ozonētā ūdens ietekmi uz edamame kvalitātes izmaiņām. Dārzeņu sojas pupiņas iepakotas vakuumā. Pētījums veikts, nosakot dažādus rādītājus: šķīstošās sausas saturu, pH, pienskābās baktērijas, mikrobioloģiskos rādītājus pākstīm un pupām, kopējo fenolu, tanīnu saturu, pupiņu stingrību (cietību), peroksīdāzi, karotinoīdus, edamame svara izmaiņas iepakojumā uzglabāšanas laikā. Veiktais pētījums ļāva izdarīt sākotnējos secinājumus, saprast kļūdas, neprecizitātes un izstrādāt atkārtota un precizēta pētījuma plānu, kas tika veikts 2020. gada sezonā.

2020. gada sezonas pētījumu rezultāti. Pētījumiem izmantotas pākstis, kas izaudzētas Dārzkopības institūta lauka eksperimentu rezultātā. Pākšu zaļā krāsa ir viena no galvenajām edamame kvalitātes īpašībām, kurai ir dominējošā loma un efektīva iezīme pircēju piesaistei tās iegādāties tirgū (Kasim un Kasim 2015). Analizēto edamame pākšu un pupiņu virsmas krāsas L* un zaļās krāsas intensitātes (-a / b) rezultāti visiem paraugiem ir apkopoti 6. tabulā.

6.tabula

L * vērtības izmaiņu dinamika un zaļās krāsas (-a / b) intensitāte uzglabāšanas laikā

Uzglabāšanas laiks, dienas	Paraugi	L*		(-a/b)	
		Pākstis	Pupas	Pākstis	Pupas
1	C	50.87±3.5 ^{ba}	54.82±3.9 ^{bc}	-0.38±0.04 ^a	-0.40±0.09 ^a
	B	51.47±3.0 ^{ab}	54.64±2.5 ^{bc}	-0.36±0.08 ^a	-0.39±0.07 ^a
	BO	45.49±3.2 ^{dc}	47.31±3.1 ^{ed}	-0.37±0.05 ^a	-0.39±0.10 ^a
6	C	56.37±3.1 ^a	60.29±3.5 ^a	-0.17±0.04 ^b	-0.24 ± 0.02 ^b
	B	47.09±2.9 ^{bc}	54.94±2.5 ^{bc}	-0.09±0.02 ^c	-0.30 ± 0.06 ^{ba}
	BO	47.20±1.9 ^c	56.27±3.1 ^{ba}	-0.14±0.03 ^{cb}	-0.36 ± 0.12 ^{ab}

11	C	49.87±2.9 ^b	53.00±2.8 ^{cb}	-0.07±0.01 ^{dc}	-0.22 ± 0.13 ^{ba}
	B	43.79±2.5 ^{ed}	52.35±3.2 ^{cd}	-0.10±0.01 ^c	-0.26 ± 0.10 ^{ba}
	BO	45.93±1.7 ^{dc}	46.16±3.9 ^{ed}	-0.01±0.01 ^f	-0.26 ± 0.09 ^b
16	C	54.39±2.8 ^a	56.44±3.0 ^{ba}	-0.03±0.04 ^{ef}	-0.16 ± 0.10 ^b
	B	45.16±2.0 ^{dc}	50.74±3.3 ^{cd}	-0.04±0.01 ^e	-0.21 ± 0.07 ^b
	BO	43.91±2.9 ^{ed}	48.57±3.1 ^d	-0.00±0.01 ^f	-0.24 ± 0.08 ^b
21	C	46.02±3.0 ^{dc}	59.21±3.7 ^a	-0.03±0.01 ^e	-0.16 ± 0.09 ^b
	B	43.68±2.4 ^{ed}	53.0±4.2 ^{cb}	-0.04±0.02 ^e	-0.21 ± 0.08 ^b
	BO	44.57±1.4 ^d	49.72±3.4 ^d	-0.00±0.01 ^f	-0.24 ± 0.09 ^b

Norādīti vidējie dati kopā ar standarta novirzi (n=15), vienādi mazie burti kolonnā norāda, ka dati būtiski neatšķiras p < 0,05 līmenī. C - kontroles, neapstrādātas, nemazgātas edamame pupiņas; B - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī; BO - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī, kas bagātināts ar ozonu.

Salīdzinot edamame pākšu L^* vērtību starp C un blanšētiem paraugiem B, BO rezultāti bija ievērojami atšķirīgi (p = 0.002), savukārt starp B un BO paraugiem netika konstatētas būtiskas atšķirības (p = 0.095). Arī edamame pupiņu L^* vērtība uzrādīja būtisku atšķirību starp C, B, BO paraugiem (p = 0.001), turklāt tika noteikts, ka L^* vērtība pirmajās glabāšanas dienās nedaudz palielinājās visos paraugos. Aprēķinātā zaļā indeksa (-a / b) intensitāte edamame pākstīm pētījuma laikā būtiski atšķīrās starp analizētajiem paraugiem (p < 0.035) un uzglabāšanas dienām (p = 0.00). Tomēr starp pupiņu krāsām visos paraugos indekss būtiski neatšķīrās (p = 0.325), bet starp uzglabāšanas dienām p = 0.012 tika novērota atšķirība. Pēc blanšēšanas pākšu un pupiņu zaļās krāsas intensitāte B un BO paraugos bija augstāka nekā kontroles paraugā. Pētījumā secināts, ka ozonētais ūdens, ko izmanto blanšētu pupiņu atdzesēšanai, neizraisīja būtiskas atšķirības L^* vērtībā un zaļās krāsas intensitātē (-a / b) starp B un BO paraugiem, salīdzinot ar tīru ledus ūdeni. Edamame paraugu kopējā krāsu atšķirība Δ^*E tika aprēķināta starp L^* , a^* , b^* vērtībām pirms uzglabāšanas un pēc 21 uzglabāšanas dienas. Mazākais Δ^*E tika noteikts BO un kontrolparaugu pākstīm (attiecīgi 10.50; 13.23) un pupiņām (attiecīgi 11.42; 13.92). Zinātniskos pētījumos tika aprakstīts neliels pupiņu L^* vērtības pieaugums uzglabāšanas sākumā, kā arī spilgtuma (L^*) samazināšanās blanšēšanas dēļ, kas saistīta ar zaļās krāsas izmaiņām pēc termiskās apstrādes (Santana et al. 2012). Pupiņu pākšaugu L^* , a^* , b^* vērtības galvenokārt ir atkarīgas no gatavības pakāpes novākšanas laikā. Pagarinot uzglabāšanas laiku un paaugstinot temperatūru, hlorofila sadalīšanās rezultātā izdalās karotinoīdi, un pupiņu zaļā krāsa mainās uz dzeltenu (Proulx et al., 2010). Vairāki pētījumi ir parādījuši, ka sojas pupu blanšēšanas laiks līdz 5 minūtēm nodrošina lielāku zaļās krāsas intensitāti (Xu et al. 2012), kā arī labi rezultāti tika iegūti ar edamame

blanšēšanu 2 minūšu laikā tvaika katlā, kur lobīto pupiņu zaļā krāsa bija 0,46 un pākstīm - 0,44 (Mozzoni et al. 2009). Auksta ozonēta ūdens apstrāde neietekmēja salātu paraugu krāsas īpašības uzglabāšanas laikā +4 ° C temperatūrā 14 dienas, turklāt tika konstatēts, ka starp gan apstrādātajiem, gan neapstrādātiem paraugiem nebija atšķirību ($P > 0.05$) (Yucel Sengun un Kendirci 2018).

Šķīstošās sausas saturas (SSC). Pētījuma sākumā šķīstošās sausas saturs svaigā edamame paraugā bija 12.47 ° Brix, bet pēc blanšēšanas SSC nedaudz palielinājās (vidēji 12.5 ° Brix) (7. tabula). SSC saturu var ietekmēt dažādi faktori, tostarp audzēšanas vieta un ražas novākšanas laiks. Piemēram, dārzeņu sojas pupās, kas ievāktas Japānā, kad pupiņu pākstis ir zaļas, SS saturs svārstās no 8.5 līdz 12.0 ° Bx. Šis un mūsu rezultāti bija pretrunā ar (Karapanos et al. 2017), analizējot 36 svaigas pupiņu pākstis Grieķijā, kas ievāktas piemērotā lietošanas stadijā, noteikts, ka šķīstošās sausas saturs svārstījās no 5.07 līdz 7.57 ° Brix. Pirmajās uzglabāšanas dienās SSC pupiņās nedaudz palielinājās, pēc tam samazinājās, kas var būt saistīts ar ātrāku elpošanas ātrumu stresa apstākļos, veicinot pupiņu nogatavošanos (John et al. 2018). Mēs novērojam, ka uzglabāšanas beigās kontrolparaugu šķīstošās sausas saturs samazinājās par 11.5%, bet B un BO paraugos samazinājums bija ievērojami mazāks (attiecīgi 6.4 un 6.6%). Tika secināts, ka 21 dienas uzglabāšanas laikā SSC starp visiem analizētajiem paraugiem būtiski neatšķīrās ($p = 0.95$).

7.tabula

Edamame šķīstošās sausas, C vitamīna, kopējo fenolu un tanīna satura izmaiņu dinamika uzglabāšanas laikā

Uzglabāšanas laiks, dienas	Paraugšs	SSC, °Brix	C vitamīns, mg 100 g ⁻¹	TP, mg GAE 100 g ⁻¹	TT, mg GAE 100 g ⁻¹
1	C	12.43 ± 0.2 ^b	65.61 ± 1.1 ^a	85.10 ± 0.9 ^a	50.40 ± 0.2 ^a
	B	12.50 ± 0.1 ^{ba}	56.00 ± 1.6 ^c	78.94 ± 1.9 ^{cb}	45.30 ± 3.4 ^{cb}
	BO	12.52 ± 0.2 ^{ba}	52.00 ± 2.1 ^d	79.11 ± 1.9 ^{cb}	43.30 ± 2.0 ^{dc}
6	C	12.67 ± 0.2 ^a	58.42 ± 2.0 ^b	82.56 ± 2.5 ^{ab}	46.21 ± 1.5 ^c
	B	12.57 ± 0.3 ^{ba}	41.64 ± 0.3 ^f	78.62 ± 1.7 ^{cb}	48.23 ± 0.4 ^b
	BO	12.58 ± 0.3 ^{ab}	40.85 ± 1.4 ^{ef}	79.02 ± 1.1 ^c	50.76 ± 1.5 ^a
11	C	12.71 ± 0.3 ^{ab}	48.09 ± 3.3 ^e	80.52 ± 0.9 ^{bc}	26.88 ± 2.4 ^{ef}
	B	12.40 ± 0.2 ^b	32.57 ± 0.2 ^g	74.05 ± 1.7 ^e	17.92 ± 1.4 ^h
	BO	12.42 ± 0.3 ^{ba}	25.65 ± 0.4 ^j	76.39 ± 1.9 ^d	23.88 ± 2.3 ^{ef}

16	C	12.20 ± 0.3 ^{ba}	41.04 ± 2.9 ^f	70.76 ± 1.5 ^f	17.88 ± 2.4 ^h
	B	12.13 ± 0.2 ^{cb}	27.86 ± 0.2 ^{ih}	66.92 ± 1.8 ^g	10.59 ± 1.2 ^j
	BO	12.11 ± 0.2 ^{cb}	20.89 ± 1.3 ^k	66.39 ± 1.9 ^e	20.55 ± 0.2 ^g
21	C	11.0 ± 0.3 ^d	30.33 ± 2.6 ^{hg}	57.41 ± 4.3 ^h	17.88 ± 2.4 ^h
	B	11.70 ± 0.4 ^c	17.61 ± 0.4 ^l	45.25 ± 3.1 ⁱ	15.26 ± 1.7 ⁱ
	BO	11.69 ± 0.5 ^{cd}	16.02 ± 0.5 ^m	44.06 ± 4.1 ^{ji}	14.51 ± 1.1 ^{ij}

Norādīti vidējie dati kopā ar standarta novirzi (n=15), vienādi mazie burti kolonnā norāda, ka dati būtiski neatšķiras p <0,05 līmenī. C - kontroles, neapstrādātas, nemazgātas edamame pupiņas; B - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī; BO - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī, kas bagātināts ar ozonu.

Svaigu edamame pupiņu C vitamīna saturs bija 65.61 mg 100 g⁻¹ (8. tabula). Apstrādes process būtiski ietekmēja C vitamīna saturu pupiņās (p <.000). Blanšēšana un atdzesēšana samazināja C vitamīna daudzumu par 14.6%, atdzesējot ledus ūdenī, un par 20%, ja atdzesē ozonētā ūdenī. Tika secināts, ka salīdzinājumā ar pirmo dienu pētījuma beigās C vitamīna saturs visos paraugos samazinājās, tas samazinājās līdz 54% (C), 73% (B) un 73% BO. Kumar ar kolēģiem ziņo, ka, analizējot 16 genotipu dārzeņu sojas zaļo pākšu paraugus, ir noteiktas būtiskas C vitamīna satura variācijas (34.8-88.7 mg 100 g⁻¹) (Kumar et al. 2014). Czaikoski et al. (2012) noteica C vitamīna samazinājumu par 19.6% pēc blanšētu sojas pupiņu uzglabāšanas četrus dienu laikā 5 °C temperatūrā. Pēc salātu, spinātu un pētersīļu mazgāšanas ar ozonētu ūdeni tika konstatēts 40.1% askorbīnskābes zudums (Karaca un Velioglu 2014). Turpretim tādi dārzeņi kā sarkanie paprikas, gurķi un cukini pēc apstrādes ar ozonu gāzu veidā, kas uzglabāti 14 dienas, neuzrādīja būtisku C vitamīna samazināšanos salīdzinājumā ar kontroles paraugiem (Glowacz et al. 2015). Askorbīnskābe ir ūdenī šķīstošs vitamīns, un tā zudumu var novērot pēc apstrādes pat ar destilētu ūdeni. Turklāt askorbīnskābe var oksidēties arī ar tādiem līdzekļiem kā ozons. Askorbīnskābes sadalīšanās var notikt gan oksidēšanās, gan neoksidācijas mehānismu ietekmē (Karaca un Velioglu 2014). Molekulārās ozona reakcijas ir selektīvas un aprobežojas ar nepiesātinātiem aromātiskiem un alifātiskiem savienojumiem, jo ozona reakcija ar askorbātu ir ātrāka nekā ar divkārsās saites savienojumiem (taukskābēm) (Kumar et al. 2014; Glowacz et al. 2015).

Kopējais fenolu (TP) saturs svaigā edamames paraugā bija 85.1 mg GAE uz 100 g⁻¹ (7. tabula). Pēc termiskās apstrādes - blanšēšanas fenolu saturs B un BO paraugos samazinājās un bija vidēji par 7% mazāks nekā kontrolē. Iepakotu edamame paraugu glabāšanas laikā tika novērotas būtiskas kopējo fenolu satura izmaiņas (p = 0.016). Pēc 6 dienām TP samazinājās par 3% kontrolparaugā, bet mazāk nekā par 1% B un BO

paraugos. Pēc 11 uzglabāšanas dienām fenolu saturs samazinājās vidēji 5%, bet pēc 16 dienām tas jau sasniedza vidēji 16%. Pētījuma beigās edamame TP saturs kontroles paraugā bija samazinājies par 32.5%, bet B un OB paraugos - attiecīgi par 42.6% un 44.3%. Pētījums parāda, ka dzesēšana ar ozonētu ūdeni neizraisīja būtiskas izmaiņas ($p = 0,775$) starp blanšētu edamame paraugu TP saturā. Citos pētījumos tika noteikts, ka zaļo pupiņu blanšēšanas 95°C temperatūrā un atdzesēšanas aukstā destilētā ūdenī 2-3 minūtes rezultātā fenolu saturs samazinās vidēji par 16.8% (Patras et al. 2011). Savukārt svaigu garšaugu mazgāšana ozonētā ūdenī samazina fenolu saturu par 14% (Karaca un Veliloglu 2014). Beltrans ar kolēģiem (2005) ziņoja, ka pēc svaigi sagrieztu salātu mazgāšanas, izmantojot dažādus paņēmienus (ieskaitot ozona apstrādi), nebija ietekmes uz svaigi sagrieztu ledus salātu kopējo fenolu saturu (Beltrán et al. 2005). Kamēr Glowacz et al. (2015) novēroja, ka kopējo fenolu saturs sarkanajos bulgāru piparos, kas pakļauti ozona koncentrācijai $0.1\ \mu\text{mol mol}^{-1}$, palielinājās, bet pēc apstrādes ar ozonu ar $0.3\ \mu\text{mol mol}^{-1}$ tas samazinājās. Tanīnu klātbūtne dārzeņu sojas pupās ietekmē to garšas īpašības. Tanīnu saturs svaigā edamame paraugā nav augsts ($50.4\ \text{mg GAE } 100\ \text{g}^{-1}$). Salīdzinot ar kontrolparaugu, blanšētos paraugos B un BO tanīni samazinās attiecīgi par 10% un 14% (7. tabula). Uzglabāšanas laikā tanīnu saturs visos paraugos ievērojami samazinājās - no 64.5% kontrolparaugā līdz vidēji 66.4% B un BO paraugos.

Hlorofili ir zaļo dārzeņu un augļu pigments, tam ir arī svarīga loma mūsu uzturā. Šos pigmentus papildina *karotinoīdi*, kuru krāsu bieži maskē zaļie hlorofili. Svaigās edamame pupiņās ir ievērojams daudzums hlorofilu ($a - 33.9$ un $b - 17.9\ \text{mg } 100\ \text{g}^{-1}$), turklāt svaigam patēriņam piemērotā gatavības stadijā ir atrodami arī $3.3\ \text{mg } 100\ \text{g}^{-1}$ karotinoīdu pupiņās (8. tabula). Blanšēšana un atdzesēšana abos ūdens paraugos (gan destilētā, gan ozonētā) ietekmēja hlorofilu daudzumu. B un BO paraugiem tas samazinājās attiecīgi par 33.2% un 38.6% hlorofils a , savukārt hlorofila b samazinājums abos paraugos tika konstatēts mazāks (vidēji 7.6%). Hlorofila saturā nebija būtiskas atšķirības starp B un BO apstrādi ($p > 0.05$). Termiskā apstrāde arī negatīvi ietekmēja karotinoīdu saturu edamame pupiņās, tika konstatēts samazinājums par 15-30%. Uzglabāšanas laikā vislielākās izmaiņas hlorofila a saturā tika novērotas visiem edamame paraugiem, bet hlorofila b un karotinoīdu saturs samazinājās mazāk. Par hlorofilu (gan a , gan b) termisko noārdīšanos brokoļu sulā 60°C temperatūrā ziņo Weemaes et al. (1999). Pētījumā noteikts, ka hlorofila noārdīšanās notika saskaņā ar pirmās kārtas kinētiku - tika konstatēts, ka hlorofils a ir jutīgāks pret siltumu nekā hlorofils b . Citos pētījumos ziņots,

ka blanšēšana ievērojami samazināja edamame hlorofila saturu (17.6–27.3%), salīdzinot ar svaigu paraugu (Song et al. 2003; Cheng et al. 2014), kā arī tvaika blanšēšana nedaudz samazināja β -karotīna saturu zaļajās pupiņās (Howard et al. 1999). Pētījums par ozona iedarbību atklāja, ka gāze neizraisa būtiskas izmaiņas hlorofila saturā svaigos pētersīļos (Karaca un Velioglu 2014).

8.tabula

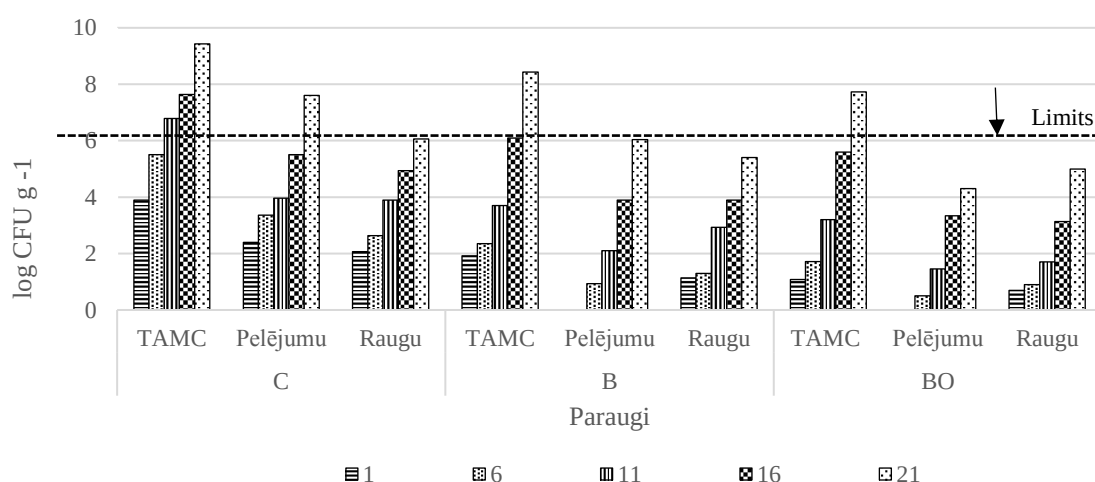
**Hlorofila *a*, hlorofila *b*, C vitamīna un kopējā karotinoīdu satura izmaiņu
dinamika edamame uzglabāšanas laikā**

Uzglabāšanas laiks, dienas	Paraugi	Hlorofils <i>a</i> , mg 100 g ⁻¹	Hlorofils <i>b</i> , mg 100 g ⁻¹	Kopējie karotinoīdi, μg 100 g ⁻¹
0	C	33.85 ± 0.7a	17.89 ± 0.2c	3.25 ± 0.1a
	B	22.60 ± 0.9e	16.50 ± 0.2 ^d	2.26 ± 0.1g
	BO	20.80 ± 0.2 ^f	16.56 ± 0.5 ^{ed}	2.74 ± 0.1 ^e
6	C	26.77 ± 0.9 ^c	16.32 ± 0.1 ^{ed}	3.13 ± 0.1 ^b
	B	18.50 ± 0.4 ^h	16.17 ± 0.2 ^{fe}	3.00 ± 0.0 ^c
	BO	17.06 ± 0.7 ⁱ	13.95 ± 0.9 ^h	2.21 ± 0.1g
11	C	28.90 ± 0.5 ^b	16.39 ± 0.8 ^e	2.99 ± 0.1 ^c
	B	15.36 ± 0.1 ^k	22.19 ± 0.2 ^a	2.97 ± 0.1 ^c
	BO	19.80 ± 0.6 ^g	15.00 ± 0.1 ^g	3.31 ± 0.1 ^a
16	C	25.46 ± 0.4 ^d	16.11 ± 0.2 ^f	2.81 ± 0.0 ^d
	B	15.07 ± 0.2 ^l	20.07 ± 0.3 ^b	2.90 ± 0.1 ^c
	BO	16.80 ± 0.2 ^j	13.60 ± 0.2 ⁱ	2.90 ± 0.2 ^c
21	C	19.63 ± 0.6 ^g	16.77 ± 0.3 ^d	2.72 ± 0.1 ^{ed}
	B	13.33 ± 0.4 ⁿ	16.43 ± 0.4 ^e	2.37 ± 0.1 ^f
	BO	13.83 ± 0.4 ^m	12.80 ± 0.3 ^j	2.25 ± 0.1 ^g

Norādīti vidējie dati kopā ar standarta novirzi (n=15), vienādi mazie burti kolonnā norāda, ka dati būtiski neatšķiras p <0,05 līmenī. C - kontroles, neapstrādātas, nemazgātas edamame pupiņas; B - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī; BO - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī, kas bagātināts ar ozonu.

Kopējais *aerobo mezofilo baktēriju skaits edamame* (TAMC) pētījuma sākumā bija 3.9 log CFU g⁻¹, bet pēc blanšēšanas B un BO paraugos tas ievērojami samazinājās (p <0.05) attiecīgi par 50.1% un 72.2%. Kontroles paraugā tika noteikta *Escherichia coli* klātbūtne (<100 KVV g⁻¹), jo bez mazgāšanas tie varēja saturēt koli baktērijas no augsnes piesārņojuma. Šis rādītājs atbilst Regulai EK Nr. 2073/2005 (Eiropas Komisija, 2005). Abos blanšētajos paraugos (B un BO) *Coli* baktērijas netika atrastas. Saskaņā ar Latvijas vadlīnijām par dažādu, lietošanai gatavu pārtikas produktu mikrobioloģiskajai kvalitātei (pieļaujamais daudzums ≤10⁶ CFU g⁻¹), blanšētie paraugi bija atbilstoši, un TAMC

daudzums bija mazāks. Kontroles paraugā TAMC sasniedza kritisko robežu pēc 6 dienu uzglabāšanas (19. att.). Blanšētu edamame atdzesēšana ar ozonētu ūdeni neļāva TAMC attīstīties tikai pēc 16 dienām ($5.6 \log \text{CFU g}^{-1}$), savukārt B paraugā šajā dienā tika novērots $6.1 \log \text{CFU g}^{-1}$. Raugu un pelējumu attīstība paraugos ievērojami atšķīrās un tika konstatēta pozitīva ozonētā ūdens ietekme. Mūsu pētījumu rezultāti saskan ar Xu et al. (2012), kurš novēroja, ka pēc edamame blanšēšanas edamame ievērojami samazinājās kopējais rauga un pelējuma daudzums. Pētījums par svaigu salātu apstrādi ar ozonētu ūdeni 4°C un 15°C temperatūrā parādīja, ka apstrāde samazināja TAMC par 45.4% un raugu-pelējumu skaitu par 54% (Yucel Sengun un Kendirci 2018).



19.attēls. Kopējais aerobo mezofilo baktēriju, pelējumu un raugu skaits edamame paraugos uzglabāšanas laikā.

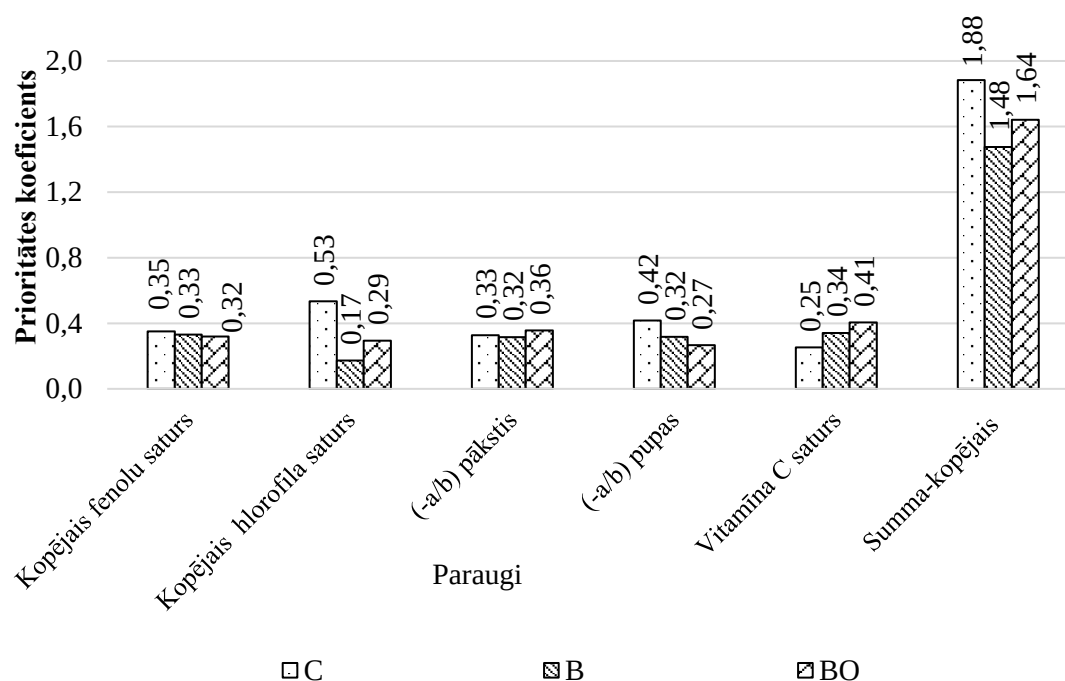
Norādīti vidējie dati kopā ar standarta novirzi ($n=3$).

TAMC - kopējais aerobo mezofilo baktēriju skaits. C - kontroles, neapstrādātas, nemazgātas edamame pupiņas; B - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī; BO - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī, kas bagātināts ar ozonu.

* Limits - TAMC pieļaujamā deva $\leq 10^6 \log \text{CFU g}^{-1}$ saskaņā ar Latvijas vadlīnijām dažādu, lietošanai gatavu pārtikas produktu mikrobioloģiskajai kvalitātei.

Analītiskais hierarhijas process (AHP) tika izmantots, lai novērtētu ozonētā ūdens izmantošanas ietekmi uz dārzeņu sojas atdzesēšanu pēc blanšēšanas to uzglabāšanas laikā. AHP analīzei nozīmīguma vektorus noteica, pamatojoties uz dārzeņu sojas kvalitātes novērtējumu: kopējais fenolu daudzums, kopējais hlorofils ($a + b$), C vitamīna saturs un pākšu un pupiņu zaļās krāsas intensitāte ($-a / b$). AHP analīzes novērtēšanas rezultāti ir apkopoti 3. attēlā. Vissvarīgākais kritērijs ir zemākā vērtība. Vektoriem tika aprēķinātas šādas vērtības: TP = 0.10, Tch = 0.11, pākstis ($-a / b$) = 0.13, pupiņas ($-a / b$) = 0.19, C vitamīns = 0.47. Datu analīzē netika iekļautas absolūtās rādītāju vērtības, bet to

izmaiņas 11 edamame uzglabāšanas dienu laikā. Mūsu pētījumu rezultāti ir salīdzināmi ar citiem pētījumiem, piemēram, John et al. (2018) secināja, ka komerciālai edamame ražošanai vairums šķirņu var uzglabāt 10 līdz 14 dienas bez būtiskiem kvalitātes zudumiem. Novērtējot AHP rezultātus pēc nozīmīguma kritērijiem, tika konstatēts, ka atdzesēšana ar ozonēto ūdeni neietekmēja kopējo fenolu saturu pupās. To apstiprina zemākais prioritātes koeficients, kas atrasts BO parauga pupiņām. Fenolu savienojumi ir nozīmīga edamame pupiņu uzturvērtības daļa, tāpēc šim parametram tika piešķirts augstākais svarīgais kvalitātes indikatora vektors. Kopumā visās pārbaudīto pazīmju AHP zemākais prioritātes koeficients tika noteikts kopējam hlorofilam un zaļās krāsas intensitātei (-a / b) B paraugam (pākstīm) un zaļās krāsas intensitātei (-a / b) BO paraugam (pupām) (20. attēls). Zaļās krāsas intensitāte ir nozīmīgs kvalitātes faktors, kas nosaka patērētāja izvēli. Ozonētā ūdens apstrāde samazināja C vitamīna saturu, pākšu krāsu un kopējo hlorofilu saturu.



C - kontrole, neapstrādātas, nemazgātas edamame pupiņas; B - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī; BO - mazgātas, blanšētas, atdzesētas ledus aukstā destilētā ūdenī, kas bagātināts ar ozonu.

20. attēls. Analītiskās hierarhijas procesa novērtēšanas rezultāti.

Izvērtējot edamames uzturvērtību, galvenais uzsvars tika likts uz izoflavonu satura noteikšanu, jo tie ir uzskatāmi par galvenajiem funkcionāli aktīvajiem savienojumiem edamamē. Tiem ir plašs funkcionalitātes spektrs. Piemēram, tāds savienojums kā genistīns ir pieskaitāms pie fitoestrogēniem – vielām, kas palīdz pārvarēt menopauzes periodu.

Uzsākot pētījumu, bija nepieciešamas izstrādāt metodoloģiju izoflavonu noteikšanai edamamē.

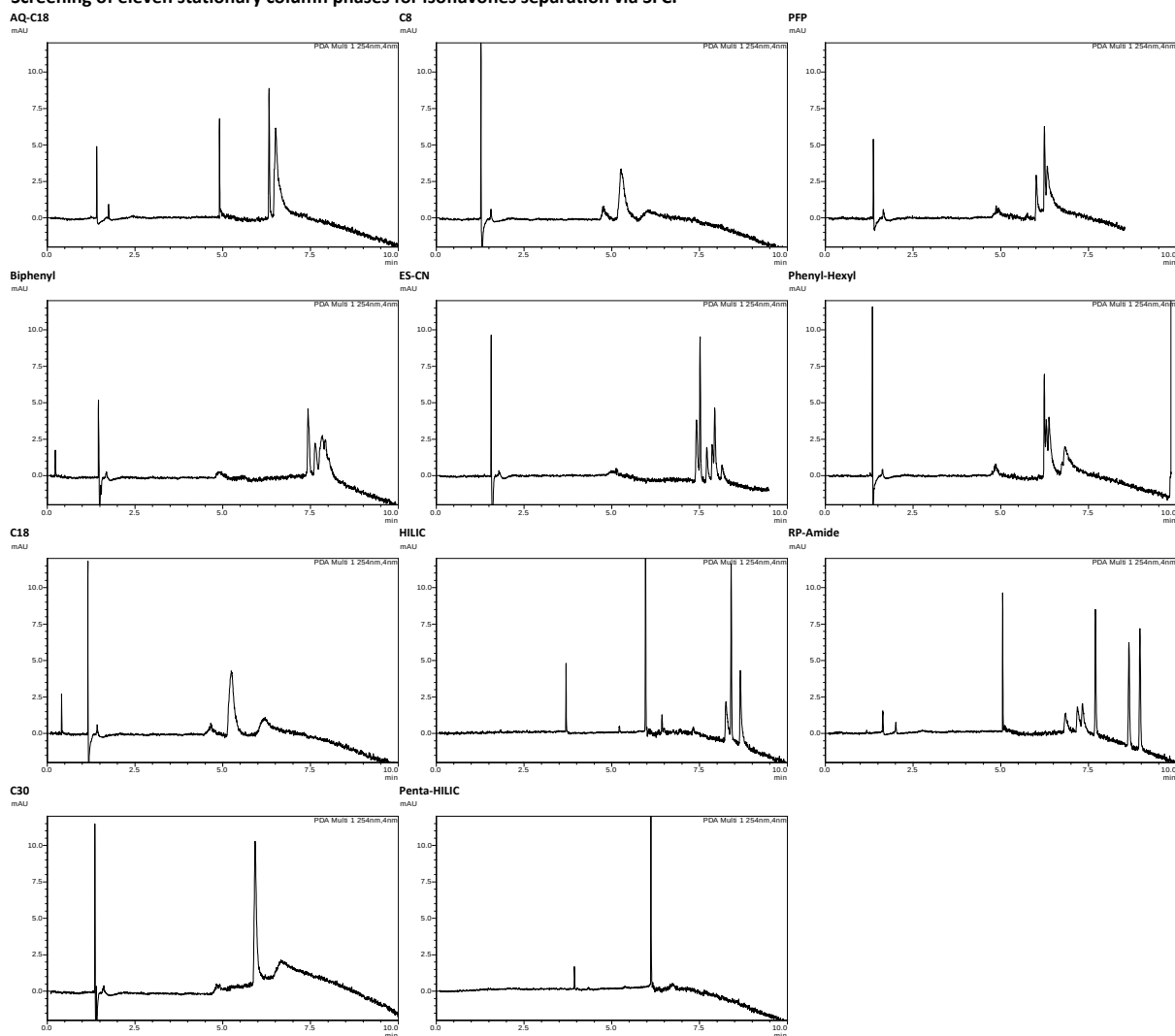
Eksperimenti ar *izoflavonu* ekstrakciju parādīja, ka no vairāk nekā desmit dažādiem šķīdinātāju maisījumiem, kā, piemēram, ūdens, etanols, metanols, acetonitrils, propanols, acetons, etilaktāts, dimetilsulfoksīds, 80% metanols bija visefektīvākais šķīdinātājs izoflavonu reģenerācijai (90 – 105%). Ļoti efektīvs risinājums “zaļajai” izoflavonu reģenerācijai/ekstrakcijai bija 70% etanols. Tā iedarbīgums salīdzinājumā ar 80% metanolu bija 75 – 95%. Paātrinātās ultraskaņas izoflavonu ekstrakcijas metodei piemēroti optimizācijas parametri bija temperatūra 55 °C un laiks 15 minūtes. Tā kā konjugētie izoflavoni (malonil un acetil formas) ir nestabili, tad ekstrakcijas laikā tika pārbaudīta daļēja hidrolīze (skābju un sārmu). Malonil un acetil formas tika hidrolizētas līdz to attiecīgajām glikozīda formām. Skābju hidrolīze bija visveiksmīgākā, savukārt pamata hidrolīze, izmantojot 4N NaOH izoflavoni sadalījās/degradējās, bet amonija bāze bija neefektīva. Visoptimālāk (90 – 105%) izoflavonus izdevās noteikt, izmantojot augu materiāla un šķīdinātāja attiecību 1:100 (svars/tilpums).

Šķidruma hromotogrāfijas atdalīšanas laikā tika testētas piecas stacionāras kolonnas fāzes (C18, C18/PFP, PFP, Bifenil un RP-Amide) un divi šķīdinātāji (metanols un acetonitrils). Seši izoflavoni (daizīns, genistīns, glikitīns, daidzeīns, genisteīns, glikiteīns) tika veiksmīgi un ātri atdalīti 8 minūtēs ar LC metodi, izņemot kolonnas ar PFP un RP-amīda un metanola izmantošanu kā kustīgā fāze, kā arī RP-amīdu un acetonitrilu, kur genisteīns neeluējās 8 minūšu laikā. Pārsvārā katra stacionārā kolonnas fāze nodrošināja identisku izoflavonu secību un līdzīgu atdalīšanos (izšķirtspēju). Acetonitrils salīdzinājumā ar metanolu nodrošināja asākus maksimumus (augstāku jutību) (3.pielikums).

SFC atdalīšanas laikā tika testētas 11 stacionārās kolonnas fāzes (AQ-C18, C8, PFP, bifenils, ES-CN, fenils-heksils, C18, ZILS, RP-Amide, C30 un Penta-HILIKS un pieci šķīdinātāji kā pārvietojamās fāzes modifikatori (ūdens, metanols, acetonitrils, acetons un etanols) un trīs skābes piedevas (fosforskābe, etiķskābe un skudrskābe). Pirmā

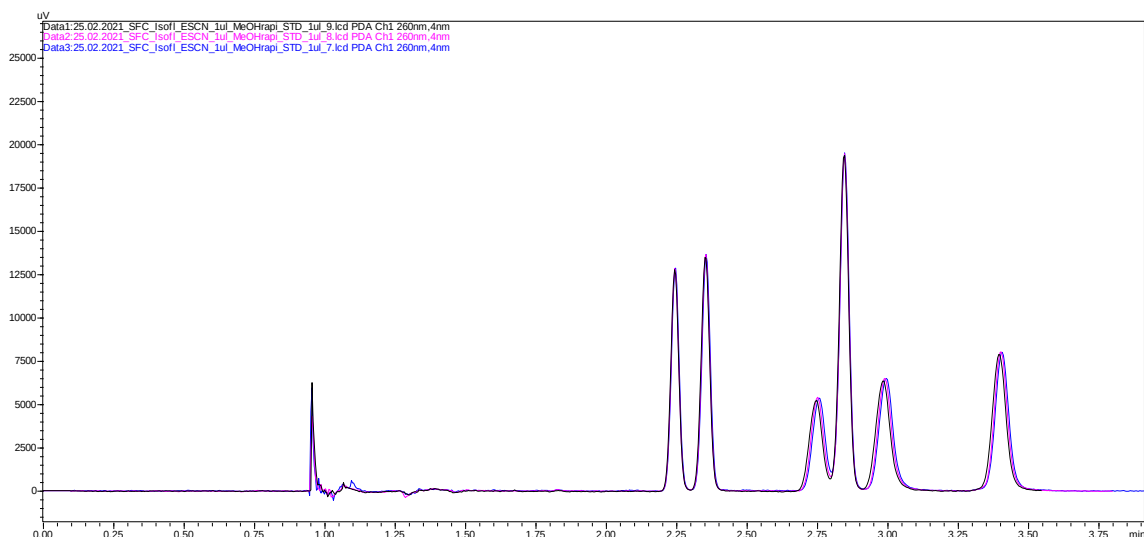
stacionārā fāžu pārbaude (21. att.) parādīja, ka kolonnas ES-CN un RP-Amide šķīta visdaudzsložākās un tika izvēlētas turpmākai metodes optimizācijai.

Screening of eleven stationary column phases for isoflavones separation via SFC.



21. attēls. 11 stacionāro kolonnu fāžu skrīnings izmantojot SFC sistēmu

Finālā ES-CN kolonna bija optimālākā, pateicoties vairākiem faktoriem (jutīgums, selektivitāte, reproduktivitāte). SFC sistēma un ES-CN kolonna ļāva 4 minūšu laikā atdalīt sešus izoflavonus (daizīns, genistīns, glikitīns, daidzeīns, genisteīns, glikiteīns) (22. att.)



22.attēls. SFC sistēma un ES-CN kolonnas atdalītie izoflavoni

Izpētot četru šķirņu dārzeņu sojas pupiņu sastāvu un koncentrāciju īslaicīgās uzglabāšanas laikā (divas nedēļas + 4 °C temperatūrā) svaigās sojas pupiņās un blanšētās (atdzesētas aukstā destilētā ūdenī un ozonētā ūdenī). Visos pētītajos paraugos tika konstatētas deviņas izoflavonu formas. Galvenie izoflavoni, kas bija pupiņās, bija malonil un acetil formas (malonildaizīns, malonilgliķitīns, acetilgenistīns un malonilgenistīns). Glikozīda formas (daizīns, gliķitīns, genistīns) veidoja 15 – 30% no kopējiem izoflavoniem. Aglikona formas (daidzeīns un genisteīns) tika konstatētas tikai nelielos daudzumos. Šķirnes un audzēšanas gads būtiski ietekmēja izoflavonu koncentrāciju. Augstāka izoflavonu koncentrācija konstatēta 2019. gadā. No šķirnēm bagātīgākā ar izoflavoniem bija šķirne ‘Midori Giant’ (9. tab.). Svaigu dārzeņu sojas pupiņu uzglabāšana divas nedēļas nav ietekmējusi ne izoflavonu sastāvu, ne koncentrāciju. Arī blanšēšana neietekmēja ne sastāvu, ne koncentrāciju, tomēr divas nedēļas uzglabājot edamames pupiņas blanšētas, novērota izoflavonu koncentrācijas krišanās (10.tabula).

9. tabula

Izoflavonu koncentrācija edamame pupiņās un graudu sojas graudos, (mg 100 g⁻¹)

Izoflavons	2019. g.			2020. g.			Graudu soja
	Midori Giant	Chiba Green	Beļģu	Midori Giant	Chiba Green	Green Sheel	
Daidzin	9.2 ± 1.1bB	5.1 ± 0.6aA	6.2 ± 0.8a	6.6 ± 0.7bA	5.1 ± 0.4aA	6.7 ± 0.5b	54.7 ± 6.1
Glicitin	0.9 ± 0.1aA	0.5 ± 0.1aA	0.7 ± 0.1a	0.7 ± 0.1aA	0.5 ± 0.0aA	0.5 ± 0.1a	8.7 ± 1.4
Genistin	12.9 ± 1.1cB	6.1 ± 0.8aA	9.9 ± 1.9b	7.6 ± 0.7bA	4.8 ± 0.5aA	6.8 ± 0.5b	73.9 ± 5.7
Malonildaizins*	53.9 ± 9.4cB	23.4 ± 2.7aA	35.0 ± 5.4b	33.1 ± 3.8bA	21.1 ± 1.7aA	31.1 ± 1.8b	63.4 ± 4.8
Malonilglicitins*	3.8 ± 0.4aA	2.6 ± 0.4aA	3.0 ± 0.3a	3.3 ± 0.3bA	2.2 ± 0.3aA	2.5 ± 0.2a	8.2 ± 1.0
Acetilgenistin*	5.5 ± 0.3bB	2.8 ± 0.4aA	6.0 ± 0.8b	2.7 ± 0.2bA	1.7 ± 0.2aA	2.5 ± 0.2b	10.0 ± 0.9
Malonilgenistin*	67.0 ± 8.1bB	30.2 ± 3.7aB	63.6 ± 10.7b	33.0 ± 2.8bA	20.6 ± 2.5aA	34.6 ± 2.1b	97.3 ± 8.1
Daidzein	tr	tr	tr	tr	tr	tr	2.4 ± 0.3
Glycitein	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Genistein	tr	tr	tr	tr	tr	tr	2.4 ± 0.2
Kopā	153.4 ± 20.6bB	70.7 ± 8.7aB	124.5 ± 20.1b	87.0 ± 8.6bA	55.9 ± 5.6aA	84.6 ± 5.4b	320.9 ± 28.6

Atšķirīgi burti kolonnā norāda statistiski būtisku atšķirību starp rādītājiem $p < 0.05$. Ar amziem burtiem apzīmēta atšķirība starp šķirnēm, bet ar lieliem – starp gadiem šķirnes robežās. tr - nelielā koncentrācijā, zem noteikšanas robežas; nd – nav noteikts; (±), standartnovirze ($n = 3$).

*Malonildaizins, malonilglicitins, acetilgenistins, malonilgenistins tika noteikti ar UV spektru un izteikti kā daidzin, glicitin, un genistin ekvivalenti, attiecīgi.

Izoflavonu saturs svaigās edamame pupiņās šķirnei ‘Midori Giant’ (mg 100 g⁻¹) glabājot 4°C pēc blanšēšanas un atdzesēšanas tīrā un ozonētā ūdenī

Izoflavons	Kontrole (neblanšētas)			Blanšētas (atdzesētas destilētā ūdenī)			Blanšētas (atdzesētas ozonētā ūdenī)		
	0 dienas	7 dienas	14 dienas	0 dienas	7 dienas s	14 dienas	0 dienas	7 dienas	14 dienas
Daidzins	6.6 ± 0.7	6.3 ± 0.5	7.4 ± 0.9	7.4 ± 0.9	6.7 ± 0.5	5.5 ± 0.7	7.8 ± 0.5	6.4 ± 0.7	6.5 ± 0.5
Glicitins	0.7 ± 0.1a	0.6 ± 0.1a	0.7 ± 0.1a	0.7 ± 0.1a	0.6 ± 0.1a	0.6 ± 0.0a	0.7 ± 0.1a	0.6 ± 0.1a	0.6 ± 0.1a
Genistin	7.6 ± 0.7b	7.3 ± 0.6ab	7.6 ± 0.9ab	7.8 ± 0.9b	7.4 ± 0.9ab	6.2 ± 0.7a	7.5 ± 0.6ab	7.2 ± 0.6ab	7.3 ± 0.7ab
Malonildaidzins*	33.1 ± 3.8b	31.5 ± 3.7b	32.3 ± 2.8b	32.1 ± 2.2b	30.5 ± 2.7b	22.4 ± 2.3a	32.3 ± 3.0b	28.3 ± 2.7b	29.0 ± 1.9b
Malonilglicitins*	3.3 ± 0.2b	3.1 ± 0.3b	3.4 ± 0.4b	3.2 ± 0.3b	2.9 ± 0.3ab	2.4 ± 0.4a	3.2 ± 0.3ab	3.0 ± 0.2ab	2.5 ± 0.2a
Acetilgenistins*	2.7 ± 0.2ab	2.7 ± 0.4ab	3.0 ± 0.3b	3.0 ± 0.2b	2.9 ± 0.3ab	2.3 ± 0.3a	3.2 ± 0.2b	2.7 ± 0.3ab	2.8 ± 0.2ab
Malonilgenistins*	34.6 ± 3.4b	31.6 ± 3.6ab	33.1 ± 2.3b	34.3 ± 3.5b	33.8 ± 1.9b	26.8 ± 2.9a	34.3 ± 2.4b	33.4 ± 2.4b	32.8 ± 2.8b
Daidzeins	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Gliciteins	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Genisteins	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Kopā	88.7 ± 9.3b	82.2 ± 9.1b	87.4 ± 7.7b	88.4 ± 8.1b	84.8 ± 6.6b	66.2 ± 7.4a	88.9 ± 7.1b	81.7 ± 7.0b	81.5 ± 6.4b

Atšķirīgi burti kolonnā norāda statistiski būtisku atšķirību starp rādītājiem $p < 0.05$. tr - nelielā koncentrācijā, zem noteikšanas robežas; (±), standartnovirze (n = 3).

*Malonildaidzins, malonilglicitins, acetilgenistins, malonilgenistins tika noteikti ar UV spektru un izteikti kā daidzin, glicitin, un genistin ekvivalenti, attiecīgi.

Secinājumi

1. Latvijas agroklimatiskajos apstākļos ir iespējams iegūt labu un kvalitatīvu dārzeņu sojas pākšu ražu. Visi projekta partneri ieguva pākšu ražu no 1.1 līdz 8.8 t ha⁻¹. Pākšu ražu būtiski ietekmē izvēlēta tehnoloģija un konkrētā gada meteoroloģiskie apstākļi.
2. Piemērotā audzēšanas metodē un pie pietiekuma mitruma nodrošinājuma visām vērtētajām šķirnēm ir augsts ražas potenciāls. Augstus ražas rādītājus uzrādīja šķirne 'Green Shell', kas tika pārbaudīta vien 2020. gadā. Arī Beļģu hibrīds ASR90.001 (B), kas eksperimentos auga vien Dārzkopības institūtā, sniedza augstu ražu.
3. Augstas ražas ieguvei ir nepieciešams regulārs un optimāls mitruma nodrošinājums. Vissvarīgāk tas ir sēklu dīgšanas laikā, jo īpaši, ja izvēlas audzēšanu uz vagu skaustiem. Apūdeņošanas sistēmas ierīkošana ir ieteicama drošas un augstas ražas ieguvei.
4. Agrākas un drošas ražas ieguvei ieteicama dārzeņu sojas audzēšana no dēstiem, kas prasīs papildus laika un resursu ieguldījumu.
5. Dārzeņu sojas audzēšanā ir liels roku darba ieguldījums, kas sadārdzina saražotās produkcijas izmaksas. Vislielākās roku darbs ir pie ražas novākšanas. Nereti raža ir vācama pakāpeniski, kas apgrūtinātu tās mehānizētu novākšanu.
6. Sabiedrībā ir maz zināšanu par soju un tā saistās ar stereotipiem par ģenētiski modificētu pārtiku. Nepieciešama lielāka sabiedrības iepazīstināšana ar dārzeņu soju, tās popularizēšana.
7. Ozonēta ūdens izmantošana blanšētas edamames atdzesēšanai nomāc mikroorganismu attīstību, pagarinot glabāšanas laiku līdz 16 dienām.
8. Kopējo fenolu daudzumu edamame pupiņās apstrāde ar ozonēto ūdeni būtiski neietekmēja, bet C vitamīns nedaudz samazinājās.
9. Ozonēts ūdens neizraisa būtiskas edamame pākšu krāsas atšķirības (hlorofila, L * vērtības un zaļā krāsas intensitāti (-a/b)) uzglabāšanas laikā starp paraugiem, kas apstrādāti ar ozonētu un neozonētu ūdeni.
10. Ozonēta ūdens izmantošana ir daudzsološa metode blanšētu edamame pupiņu atdzesēšanai, lai pagarinātu to derīguma termiņu. Būtu nepieciešami turpmāki pētījumi, lai novērtētu edamame sensorās īpašības.

11. Augstākais izoflavonu saturs noteikts `Midori Giant` šķirnes pupiņās.
12. Galvenie izoflavoni, kas bija konstatēti edamame pupiņās, bija malonil un acetil formas (malonildaizīns, malonilglikitīns, acetilgenistīns un malonilgenistīns).
13. Šķirnes un audzēšanas gads būtiski ietekmēja izoflavonu koncentrāciju. Tas svārstās robežās no 55.9 līdz 153.4 mg 100 g⁻¹. Augstāka izoflavonu koncentrācija konstatēta 2019. gadā.

Literatūra

1. Basavaraja G.T., Naidu G.K., Salimath P.M (2005) Evalution of vegetable soybean genotypes for yield and component traits. *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 18(1): 27–31.
2. Battistini C, Gullón B, Ichimura ES, et al (2018) Development and characterization of an innovative synbiotic fermented beverage based on vegetable soybean. *Brazilian J Microbiol* 49:303–309.
3. Beltrán D, Selma M V., Marín A, Gil MI (2005) Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. *J Agric Food Chem* 53:5654–5663.
4. Brodowska AJ, Nowak A, Śmigielski K (2018) Ozone in the food industry: Principles of ozone treatment, mechanisms of action, and applications: An overview. *Crit Rev Food Sci Nutr* 58:2176–2201.
5. Castoldi R., Charlo H.C., Vargas P.F., Braz L.T., Carrão-Panizzi M. (2011). Agronomic characteristics, isoflavone content and Kunitz trypsin inhibitor of vegetable soybean genotypes. *Horticultura Brasileira*, 29(2): 222–227.
6. Cheng X feng, Zhang M, Adhikari B (2014) Effects of ultrasound-assisted thawing on the quality of edamames [*Glycine max* (L.) Merrill] frozen using different freezing methods. *Food Sci Biotechnol* 23:1095–1102.
7. Czaikoski K, Carrão-Panizzi MC, da Silva JB, Ida EI (2012) Effects of storage time and temperature on the characteristics of vegetable-type soybean grain minimally processed. *Brazilian Arch Biol Technol* 55:491–496.
8. Dere, Şükran, Tohit GÜNEŞ RS (1998) Spectrophotometric Determination of Chlorophyll - A, B and Total Carotenoid Contents of Some Algae Species Using Different Solvents. *Doga, Turkish J Bot* 22:13–18.
9. Dupong L.M, Hatterman-Valenti H. (2005) Yield and quality of vegetable soybean cultivars for productin in North Dakota. *HortTechnology* 15(4): 896–900.
10. Glowacz M, Colgan R, Rees D (2015) Influence of continuous exposure to gaseous ozone on the quality of red bell peppers, cucumbers and zucchini. *Postharvest Biol Technol* 99:1–8.
11. Gosa S.C., Lupo Y., Moshelion M. (2019) Quantitative and comparative analysis of whole-plant performance for functional physiological traits phenotyping: New tools to support pre-breeding and plant stress physiology studies. *Plant Science* 282: 49–59.
12. Howard LA, Wong AD, Perry AK, Klein BP (1999) β -Carotene and ascorbic acid

- retention in fresh and processed vegetables. J Food Sci 64:929–936.
13. Hu Q., Zhang M., Mujumdar A.S., Xiao G, Jincai S. (2006) Drying of edamame by hot air and vacuum microwave combination. Journal of Food Engineering 77(4): 977–982.
 14. John H, shekharappa R, rachalapathi V (2018) Studies on Minimally Processed Field Beans (*Dolichos lablab*) for Extending the Shelf-Life. Int J Curr Microbiol Appl Sci
 15. Karaca H, Velioglu YS (2014) Effects of ozone treatments on microbial quality and some chemical properties of lettuce, spinach, and parsley. Postharvest Biol Technol 88:46–53.
 16. Karapanos I, Papandreou A, Skouloudi M, Makrogiannia D, Juan A. Fernández JA, Rosac E, Ntatsia G BP and SD (2017) Cowpea fresh pods: A new legume for the market. Assessment of their quality and dietary characteristics of 37 cowpea accessions grown in southern Europe. J Sci Food Agric 97:4343–4352.
 17. Kasim R, Kasim MU (2015) Biochemical changes and color properties of fresh-cut green bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv.gina) treated with calcium chloride during storage. Food Sci Technol 35:266–272.
 18. Krinsky B.F. (2005) The development of a lexicon for frozen Vegetable soybeans and effect of blanching time on sensory and quality parameters of vegetable soybeans during frozen storage: master thesis. North Carolina State University. North Carolina. 110 p.
 19. Kumar V, Rani A, Goyal L, et al (2014) Assessment of antioxidant constituents and anti-oxidative properties of vegetable soybean. Int J Food Prop 17:536–544.
 20. Lara L.M, Wilson S.A, Chen P, Atungulu G.G (2019) The effects of infrared treatment on physicochemical characteristics of vegetable soybean. Heliyon 5:e01148.
 21. Malenčić D, Cvejić J, Miladinović J (2012) Polyphenol content and antioxidant properties of colored soybean seeds from central Europe. J Med Food 15:89–95.
 22. Mangena P. (2018) Water stress: morphological and anatomical changes in soybean (*Glycine max* L). In: Plant, Abiotic stress and Responses to Climate Change. Ed. by. V. Andjelkovic. IntechOpen: 9.–31.
 23. Mentreddy S.R., Mohamed A.I., Joshee N, Yadav A.K. (2002) Edamame : A nutritious vegetable Crop. Trends new Crop new uses 432–438
 24. Mozzoni LA, Chen P, Morawicki RO, et al (2009) Quality attributes of vegetable soybean as a function of boiling time and condition. Int J Food Sci Technol 44:2089–2099.
 25. Pao S., Eitingner M.R., Khalid M.F., Mebrahtu T., Mullins C. (2008). Microbiological quality of frozen „edamame” (vegetable soybean). Journal of Food Safety, 28: 300–313.

26. Patras A, Tiwari BK, Brunton NP (2011) Influence of blanching and low temperature preservation strategies on antioxidant activity and phytochemical content of carrots, green beans and broccoli. *LWT - Food Sci Technol* 44:299–306.
27. Proulx E, Yagiz Y, Cecilia M, Emond JP (2010) Quality attributes limiting snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) postharvest life at chilling and non-chilling temperatures. *HortScience* 45:1238–1249.
28. Saaty TL (2008) Decision making with the analytic hierarchy process. *Int J Serv Sci* 1:83.
29. Saldivar X, Wang YJ, Chen P, Mauromoustakos A (2010) Effects of blanching and storage conditions on soluble sugar contents in vegetable soybean. *LWT - Food Sci Technol* 43:1368–1372.
30. Santana AC, Carrão-Panizzi MC, Mandarino JMG, et al (2012) Evaluation of the shelf-
31. Singleton, V.L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, 299, 152-178.
32. Song JY, An GH, Kim CJ (2003) Color, texture, nutrient contents, and sensory values of vegetable soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] as affected by blanching. *Food Chem* 83:69–74.
33. *Soya beans production guideline* (2010). Pretoria: Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, 32 p.
34. Turbin V.A., Sokolov A.S., Kosterna E., Rosa R. (2014). Effect of plant density on the growth, development and yield of brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. var. *Gemmifera* L.). *Acta Agrobotanica*, 67(4): 51–58.
35. Weemaes C, Ooms V, Indrawati, et al (1999) Pressure-temperature degradation of green color in broccoli juice. *J Food Sci* 64:504–508.
36. Xu, Yixiang, Sismour E, Pao S, Rutto L, Grizzard C RS (2012) Textural and Microbiological Qualities of Vegetable Soybean (Edamame) Affected by Blanching and Storage Conditions. *J Food Process Technol* 3(7): 2-6.
37. Yucel Sengun I, Kendirci P (2018) Potential of Ozonated Water at Different Temperatures to Improve Safety and Shelf-Life of Fresh Cut Lettuce. *Ozone Sci Eng* 40(3): 216 - 227.

Publicitāte

Projekta rezultāti publiskoti vairākos zinātniskos un publiskos pasākumos.

Zinātniskās publikācijas (*Web of Science* vai SCOPUS (A vai B) datubāzēs iekļautos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos), **t.sk. tēzes**

- 1) Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences tēzes, Jelgava, Latvija, 25.-26.febr., 2021 / Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Lauksaimniecības fakultāte. Latvijas Agronomu biedrība. Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmija - Jelgava, 2021 - 36.lpp

[https://llufb.llu.lv/conference/lidzsva lauksaim/2021/Tezes 2021 Lidzsvarota-lauksaimnieciba LLU LF.pdf](https://llufb.llu.lv/conference/lidzsva%20lauksaim/2021/Tezes%202021%20Lidzsvarota-lauksaimnieciba%20LLU%20LF.pdf)

- 2) Iesniegts publicēšanai – Krasnova I., Segliņa D., Juhņeviča-Radenkova K., Lepse L., Zeipiņa S. The effect of ozonated water on changes in the quality of blanched edamame during cold storage. *Journal of Food Science and Technology*.
- 3) Tiek gatavota publikācija augstas kvalitātes žurnālam (Q1-Q2 - *Biological Agriculture & Horticulture*) par lauka pētījuma rezultātiem
- 4) Tiek gatavota publikācija augstas kvalitātes žurnālam (Q1-Q2) par izoflavanoīdu pētījuma rezultātiem.

Populārzinātniskās publikācijas:

- 1) Zeipiņa S. (2020). Dārzeņu sojas audzēšana Latvijā. Ražas svētki "Vecauce – 2020": Pētniecība COVID–19 ēnā: zinātniskā semināra rakstu krājums. 64.–67. lpp.
- 2) Zeipiņa S., Lepse L. (2018). Dārzeņu soja - edamame. Profesionālā dārzkopība, Nr. 3 (7), 21.–23. lpp.

[https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/2019-01/Profesionala DARZKOPIBA Nr7.pdf](https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/2019-01/Profesionala%20DARZKOPIBA%20Nr7.pdf)

Mutiskie ziņojumi konferencēs

- 1) 2021. gada 25. februārī LLU Lauksaimniecības fakultātes zinātniski praktiskā konferencē ziņojums “Agroekoloģisko faktoru ietekme uz dārzeņu sojas ražu” (S. Zeipiņa, L. Lepse, I. Alsīņa)

Mutiskie ziņojumi sabiedrības iepazīstināšanai ar dārzeņu soju un citi popularizēšanas pasākumi.

- 1) SlowFood pasākumā “Good food - good farming” Straupes lauku labumu tirdziņā
2020. gada 4.oktobrī “Straupe SlowFood” organizēja pupām un pupiņām veltītu pasākumu SlowFood projekta “Good food - good farming” ietvaros. Kopā ar L.Mucenieci tika popularizētas edamames pupiņas un rīkota to degustācija (attēli 23. – 24.).



23. attēls. Edamame pupiņu popularizēšana “Straupe Slow Food” pasākumā “Good Food Good Farming”



24.attēls. Edamame pupiņu degustācija “Straupe Slow Food” pasākumā “Good Food Good Farming”

- 2) 2020. gada 26. septembrī Stādu parādē Šlokenbekas muižā, sniedzot prezentāciju par reti audzētiem dārzeņiem, tika stāstīts arī par dārzeņu soju (S. Zeipiņa)
- 3) Noorganizētas divas lauku dienas: 2020. gada 3. septembrī ZS “Atvases” pie Andra Manguļa un ZS “Puteņi” pie Lienas Mucenieces. Abās saimniecībās apmeklētāji tika iepazīstināti ar projekta izmēģinājumu rezultātiem, apskatīti saimniecību izmēģinājumu lauki (visi projekta partneri)
- 4) 2019. gada 22. novembrī TV24 raidījums/saruna par dārzeņu soju “Ēdiens kā zāles” (S. Zeipiņa)
- 5) 2019. gada 5. oktobrī Dārzkopības institūtā “Ābolu dienas” ietvaros lekcija par dārzeņu soju (S. Zeipiņa)
- 6) 2019. gada 28. septembrī Dārzkopības institūtā filmēts sižets par dārzeņu sojas audzēšanu un uzglabāšanu, kas tika pārraidīts Novada ziņās (Dārzkopības institūts)
- 7) 2019. gada 4.–7. septembrī izstādē “Rīga Food” Dārzkopības institūta stendā bija iepazīties, nodegustēt dārzeņu soju (Dārzkopības institūts)
- 8) 2019. gada 11. maijā izstādē “Dārzs un dzīvesstils” sniedzot prezentāciju par reti audzētiem dārzeņiem, tika stāstīts arī par dārzeņu soju (S. Zeipiņa)

Pielikumi

1. Pielikums

Dārzkopības institūts: Agrotehnisko pētījumu un šķirņu izvērtēšanas nodaļa	Tehnoloģija	Izstrādāja: L.Lepse S.Zeipiņa 28.02.2021.
	Dārzu sojas audzēšana no dēstiem	Apstiprina: E.Rubauskis 28.02.2021.
Tehnoloģija izstrādāta Dārzkopības institūtā Pūrē veicot pētījumu ZM projekta 17-00-A01620-000004, "Jauna dārzena - edamame audzēšanas tehnoloģijas izstrāde bioloģiskajā ražošanā" ietvaros		
Mērķis: iegūt augstu un kvalitatīvu dārzu sojas ražu, izmantojot bioloģiskās saimniekošanas metodes.		

Eksperimentālās pārbaudes objekts un tehnoloģija

1.	Šķirnes	'Chiba Green', 'Midori Giant'
2.	Augsnes raksturojums	
Reliktakarbonātiska brūnaugsne ar smilšmāla granulometrisku sastāvu, pH _{KCl} 6.2, P ₂ O ₅ – 224 mg kg ⁻¹ , K ₂ O – 300 mg kg ⁻¹ un organiskā viela 3.5%. Sojas stādīšanai nav piemērota augsne ar pH _{KCl} zem 5.5.		
3.	Audzēšanas tehnoloģija	
3.1.	Kasešu izvēle un substrāts	
Tā kā sojas augi strauji veido lielu sakņu sistēmu, tad stādi audzēti dziļajās dēstu kasetēs (9 cm dziļumā), tilpums 140 cm ³ . Dēstu audzēšanai izmantots kūdras: komposta substrāts.		
3.2.	Sēklas materiāla sagatavošana un dēstu audzēšana	
Tā kā Latvijas augsnēs nav sastopamas sojai specifiskās gumiņbaktērijas <i>Bradyrhizobium japonicum</i> , kas veido gumiņus uz sojas saknēm, sēklas pirms sējas apstrādā ar sojai piemērotu inokulantu. Viegli samitrina sēklas, apstrādā ar inokulantu, lai inokulants tām pielīp. Sēklu mitrināšana ir jāveic ļoti īsu brīdi pirms sējas, jo sēklas strauji uzbriest un skaldās. Inokulantu nedrīkst pakļaut tiešu saules staru iedarbībai!		
Dēsti neapkurināmā plēves seguma siltumnīcā izaug apmēram trīs nedēļās, atkarībā no temperatūras apstākļiem. Sēju veic aprīļa trešajā dekādē. Sēklas substrātā iespiež 2 cm dziļumā, pēc sējas kasetes kārtīgi aplaista. Ieteicams novērst putnu un peļu piekļuvi kasetēm, var apsegt ar agrotīklu. Regulāri uztur optimālu substrāta mitrumu ap 70%.		
3.3.	Stādīšanas shēma laukā	
Maija otrajā - trešajā dekādē dēstus izstāda uz lauka. Stādījumu biežība 13 augi uz kvadrātmētru. Stādot līdzienā laukā, ieteicams stādīt divrindu slejās, starp rindām ievērojot attiecīgi 70 un 35 cm atstatumu un starp augiem rindā 15 cm. Stādot uz vagu skausti, ja vagu skausti atrodas 70 cm attālumā, tad starp augiem jāatstāj 10 cm atstatums.		
3.4.	Stādīšanas tehnoloģija	
Stādīšana iespējama manuāli vai mehānizēti, atkarībā no tehnoloģiskajām iespējām. Pēc stādīšanas augi jāaplej.		
3.5.	Stādījumu kopšana	
Veģetācijas periodā pēc nepieciešamības veic nezāļu ierobežošanu ar kultivatoriem vai ravējot. Atkarībā no apstākļiem trīs līdz piecas reizes.		
Pēc nepieciešamības veic stādījuma laistīšanu. Katrā laistīšanas reizē nodrošina vismaz 10 - 15 L m ⁻² ūdens atkarībā no augsnes granulometriskā sastāva.		

3.6.	<i>Kaitīgo organismu ierobežošana</i>
Latvijā līdz šim nav identificēti saimnieciski nozīmīgi sojas kaitēkļi un slimības, bet, palielinoties sojas audzēšanas platībām, ir aktuāla to iespējama invāzija. Tomēr ražas vākšanas laikā var nākties saskarties ar grauzēju bojājumiem. Uz atsevišķiem augiem bija novērots pa kādam <i>Hypena scabra</i> F. kāpuram.	
3.7.	<i>Nodrošināšana ar barības vielām</i>
Stādījumu mēslošana ar slāpekli saturošiem mēslojumiem veģetācijas perioda sākumā, drīz pēc augu iesakņošanās, veicina augu veģetatīvo augšanu. Ziedēšanas sākumā uz sojas saknēm veidojas gumiņi, kas veic atmosfēras slāpekļa piesaisti, līdz ar to augs sevi apgādā ar nepieciešamiem slāpekļa savienojumiem (ja apstrāde ar inokulantu ir bijusi sekmīga, un gumiņbaktērijas ir iedzīvojušās uz sojas augu saknēm).	
3.8.	<i>Novākšana</i>
Vāc nenobriedušas pupiņu pākstis to tehnoloģiskās gatavības stadijā, t.i., pirms pākstis paliek dzeltenā nokrāsā, apmēram 80% gatavība (BBCH 79 – 79 augu attīstības stadija). Pākstis mēdz nogatavoties pakāpeniski, tādēļ ražas vākšana var būt nepieciešama atkārtoti, līdz ar to tas ir roku darbs.	
4.	<i>Tehnoloģijas priekšrocības un rekomendācijas</i>
Tā kā augu biežība būtiski neietekmēja raža apjomu, tad rekomendējamā stādījuma biežība ir 13 augi uz kvadrātmetru. Tas nodrošina līdzsvaru starp sēklas materiāla izmaksām, iegūstamo ražas apjomu un augu agroekoloģiskajām prasībām. Efektīvākai mitruma nodrošināšanai izmantojama pilienvēda laistīšanas sistēma. Ieviešot pilienlaistīšanas sistēmu, jāapsver mehānizētas nezāļu ierobežošanas iespējas, ņemot vērā caurulišu izvietojumu.	

2.pielikums

Meteoroloģiskie apstākļi 2018. gadā

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

Meteoroloģiskie apstākļi 2019. gadā

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

Meteoroloģiskie apstākļi 2020. gadā

Mēneši	Gaisa temperatūra, °C									Nokrišņu daudzums, mm		
	dekādes vidējā			dekādes maksimālā			dekādes minimālā			summa pa dekādēm		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Aprīlis	6.3	4.9	6.2	19.4	12.5	17.9	-3.3	-2.5	-3.9	3.4	5.0	0.2
Maijs	10.1	6.8	12.0	20.3	13.8	21.4	-1.7	-0.1	-0.6	6.2	15.0	4.0
Jūnijs	14.3	18.5	20.5	24.4	28.4	30.2	2.9	7.9	8.6	14.6	8.0	20.8
Jūlijs	15.6	17.3	16.3	21.1	28.5	25.9	7.7	7.8	6.3	9.6	7.0	32.4
Augusts	18.1	17.5	15.6	28.2	28.4	26.9	6.0	7.2	6.2	15.6	0.0	19.2
Septembris	13.8	13.5	14.8	19.8	25.6	24.7	3.2	0.2	4.7	20.0	3.6	10.8
Oktobris	12.8	8.1	7.9	20.4	14.1	14.0	1.4	0.7	1.0	6.2	11.8	7.0