



Latvijas  
Lauksaimniecības  
universitāte



Zemkopības ministrija



**SusCrop – ERA-NET**  
Cofund on Sustainable Crop Production  
FACCEJPI

## **ATSKAITE**

*par ZM subsīdiu projektu*

# **“Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā”**

Projekta vadītāja:

**Alise Klūga, Mg. biol.**

Pētniece, vieslektore

**Jelgava**

**2020**

## **Projekta galvenie izpildītāji:**

Alise Klūga, Mg. biol.

Ina Alsīņa, Dr. biol.

Zinta Gaile, Dr. agr.

Ieva Plūduma-Pauniņa, Mg. agr.

Laila Dubova, Mg. agr.

Madara Darguža, Mg. agr.

Līga Lapse, Dr. agr.

Solvita Zeipiņa, Mg. agr.

Jānis Kaņeps, Mg. agr.

Gunita Bimšteine, Dr. agr.

Biruta Bankina, Dr. biol.

## ANOTĀCIJA

Klūga A. (2020). **Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā**. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava, 46 lpp.

Projekts “Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā” (LegumeGap) uzsākts 2019. gadā. Šajā projektā trīs gadu periodā plānots identificēt lauka pupu un sojas šķirņu potenciālu un optimālo lauksaimniecības praksi, veicot gan esošo pētījumu rezultātu analīzi, kā arī veicot lauka izmēģinājumus. Projekta noslēgumā izvirzīts mērķis izvērtēt klimata izmaiņu izraisīto lauka pupu un sojas ražas svārstīgumu un olbaltumvielu iztrūkumu Eiropas Savienības līmenī, kā arī – noskaidrot, kā samazināt šo ražas svārstīgumu, optimizējot lauka pupu un sojas ražošanas ekoloģisko potenciālu.

Projekta otrajā gadā (2020. gadā) tika apkopota informācija par dažādām Latvijā audzētām lauka pupu un sojas šķirnēm. Pētījumā tika analizēta un apkopota literatūrā pieejamā informācija gan par lauka pupu nozīmi augu maiņā, to nozīmi ilgtspējīgā lauksaimniecībā, kā arī apkopota informācija par dažādu agrotehnisko paņēmieni ietekmi uz lauka pupu ražu. Tika apkopotī atsevišķi barības elementi, kas ir nepieciešami augstas lauka pupu ražības nodrošināšanā, analizēta augsnes apstrādes, kā arī sējas laika un izsējas normas ietekme uz lauka pupu ražu. Apkopota nezāļu ierobežošanas ietekme uz lauka pupu ražu, ietverot arī dažādus ieteikumus nezāļu ierobežošanai lauka pupu sējumos. Šī gada pētījumā arī apkopotī nozīmīgākie lauka pupu kaitēkļi un slimības, kā arī to ierobežošanas iespējas. Papildus literatūras analīzei, kas apkopo lauka pupu sēklu inokulācijas ietekmi uz lauka pupu ražu, tika veikts izmēģinājums, kurā salīdzināta lauka pupu augšana, pirms sējas tās inokulējot ar gumiņbaktēriju preparātu. Efektivitāte tika pārbaudīta dažādos apstākļos – laukā, kur iepriekš nav audzēti pākšaugi un laukā, kur iepriekš audzēti pākšaugi kā daļa no augu maiņas. Rezultāti norāda uz to, ka sēklu inokulācija ar gumiņbaktērijām būtiski ietekmē lauka pupu lapu skaitu, kā arī uz lauka pupu ražu. Novērota sēklu inokulācijas un audzēšanas apstākļu mijiedarbības ietekme uz hlorofilu saturu lauka pupu lapās.

Analizējot 2020. gada lauka izmēģinājumu, kurā izvērtēta lauka pupu slimību izplatība, atkarībā no sējas laika, izsējas normas un lauka pupu šķirnes, tika noskaidrots, ka 2020. gadā, tā pat kā 2019. gadā, dominējošā slimība bija lapu plankumainība. Tika secināts, ka lapu plankumainības attīstības pakāpe būtiski zemāka bija lauka pupu šķirnei ‘Isabella’. Lielākas izsējas normas gadījumā, novērojama augstāka lapu plankumainības slimības attīstība. Sējas laiks būtiski ietekmēja slimību attīstību – variantos, kur pupas sētas agrāk, novēroja augstāku lapu plankumainības un brūnplankumainības attīstības pakāpi. Fungicīdu lietošana būtiski ierobežoja visas lauka pupu slimības.

Lauksaimnieku aptaujas provizorisks rezultāti norāda, ka par būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē lauka pupu un sojas ražu, lauksaimnieki uzskata sējas laiku, dziļumu un izsējas normu, kaitēkļu un nezāļu apkarošanas efektivitāti, kā arī inokulāciju ar gumiņbaktērijām sojas gadījumā.

Projekta laikā tika veikta projekta koordinācija, komunikācija starp iesaistītajiem partneriem. Projekta mērķis, uzdevumi un sākotnējie rezultāti tika prezentēti plašākai publikai inovāciju un izgudrojumu festivālā “MINOX Zemgale 2020”. Lauksaimnieku aptaujās iegūtie rezultāti, kā arī rezultāti par sējas laika ietekmi uz lauka pupu ražu, tika prezentēti zinātniskajā seminārā „Ražas svētki Vecauce-2020”.

## Satura rādītājs

IEVADS .....	5
1. Latvijā audzēto lauka pupu un sojas šķirņu izvērtējums .....	6
1.1. Latvijā audzēto lauka pupu ( <i>Vicia faba</i> L.) šķirņu izvērtējums .....	6
1.2. Latvijā audzēto sojas šķirņu izvērtējums .....	7
2. Dažādu agrotehnisko paņēmienienu ietekme uz lauka pupu audzēšanu .....	8
2.1. Literatūras apkopojums un analīze par lauka pupu nozīmi augu maiņā .....	8
2.2. Gumiņbaktēriju izmantošanas nozīme lauka pupu audzēšanā .....	15
2.2.1. Pākšaugu un gumiņbaktēriju simbiozi ietekmējošie faktori. ....	17
2.2.1. Lauka izmēģinājums .....	20
3. Lauka pupu slimību izplatības izvērtējums atkarībā no sējas laika, izsējas normas un šķirnes .....	30
4. Aptaujas izveide – identificējot lauksaimnieku pieredzi, audzējot lauka pupas un soju .	33
5. Projekta koordinācija, komunikācija un zināšanu pārnese .....	45
SECINĀJUMI.....	46
PIELIKUMI .....	47

# IEVADS

Pākšaugiem ir būtiska loma olbaltumvielu nodrošināšanā cilvēka pārtikā un dzīvnieku barībā, kā arī vides ilgtspējas nodrošināšanā. Pākšaugu audzēšanas palielināšana nodrošinātu Eiropas pašpietiekamību olbaltumvielu apgādē, dažādotu lauksaimniecības ražošanas sistēmas, samazinātu minerālmēsļu un pesticīdu lietošanu, samazinātu siltumnīcas efekta gāzu emisiju, novērstu lauksaimniecībā izmantojamo zemju degradāciju, novērstu bioloģiskās daudzveidības samazināšanos. Neraugoties uz šiem ieguvumiem, pākšaugu ražošanas apjomi Eiropā vēl joprojām ir zemi, daļēji nepietiekamās pākšaugu selekcijas un sub-optimālās lauksaimniecības prakses dēļ, kā arī nepietiekamu zemnieku zināšanu ietekmē. Pilnīgāka pākšaugu potenciāla izmantošana, ņemot vērā klimata pārmaiņas, nodrošinātu pārtiku ar pilnvērtīgām olbaltumvielām. Projekta LegumeGap ietvaros plānots trīs gadu laikā identificēt pupu šķirņu potenciālu un optimālo lauksaimniecības praksi. Projekts LegumeGap izvērtēs, kā panākt samazinātu ražas svārstīgumu un olbaltumvielu iztrūkumu Eiropas Savienības līmenī, optimizējot pākšaugu ražošanas ekoloģisko potenciālu.

Projekts tiek fokusēts uz soju un lauka pupām kā pākšaugiem ar pieaugošu popularitāti, plašām adaptācijas spējām un augstu olbaltumvielu saturu sēklās. Projekta gaitā, trīs gadu garumā, tiks izvērtēts pupu ražošanas potenciāls, kā arī tiks analizēti veidi, kā šo potenciālu iespējams maksimāli izmantot un palielināt.

LegumeGap projekts kopumā tiks izstrādāts trīs gadu garumā, sadarbojoties desmit partneriem no astoņām valstīm, kur savu ieguldījumu problēmas risināšanā dos arī Latvija

## **Pētījuma mērķis:**

Projekta mērķis ir analizēt un definēt pupu produktivitāti noteicošos faktorus, veicot literatūras studijas un lauka izmēģinājumus. Projekta otrā gada beigās plānots iegūt lauka pupu slimību izplatības izvērtējums, atkarībā no sējas laika, izsējas normas un šķirnes, kā arī Latvijā audzējamo pupu šķirņu izvērtējums. Tiks iegūts apkopojums par agrotehnisko paņēmieni ietekmi uz lauka pupu audzēšanu. Tiks uzsākta lauksaimnieku aptauja, lai varētu identificēt galvenos faktorus, kuri nosaka optimālas pākšaugu ražas iegūšanu. Pamatojoties uz šiem rezultātiem, projekta trešajā gadā tiks analizēti aptaujas rezultāti, apkopojot galvenos iemeslus sub-optimālas pākšaugu ražas ieguvei, veikta zemnieku zināšanu uzlabošana par pākšaugu produktivitāti noteicošajiem faktoriem. Iegūtie rezultāti ļaus pilnveidot lauka pupu audzēšanas agrotehniku Latvijā, kas turpmāk dos iespēju veicināt lauka pupu audzēšanu Latvijā.

## **Pētījuma 2020. gada uzdevumi:**

Projektu LegumeGap kopumā plānots īstenot trīs gadu laikā. LLU uzdevumi projekta otrajā gadā:

- 1) Turpināt lauka pupu un sojas pupu šķirņu izvērtējumu, bastoties uz publicētiem pētījumu rezultātiem. Tiks uzsākta Latvijā audzēto lauka pupu šķirņu apkopojuma izveidošana.
- 2) Veikt literatūras analīzi par dažādu agrotehnisko paņēmieni ietekmi uz lauka pupu audzēšanu.
- 3) Turpināt lauka pupu slimību izplatības izvērtējumu, atkarībā no sējas laika, izsējas normas un šķirnes.
- 4) Uzsākt lauksaimnieku aptauju, kuras mērķis ir identificēt galvenos faktorus, kuri nosaka augstāku pākšaugu ražas iegūšanu, un, kuri būtu svarīgi, lai varētu samazināt ražas mainīgumu.
- 5) Tiks turpināta projekta koordinācija un komunikācija ar starptautiskajiem projekta partneriem, kā arī ar zemniekiem; tiks nodrošināta projektā iegūto zināšanu pārnese.

# 1. Latvijā audzēto lauka pupu un sojas šķirņu izvērtējums

2020. gadā turpināts apkopot pieejamo informāciju par Latvijā veikto sojas un lauka pupu šķirņu izvērtējumu un salīdzinājumu rezultātiem, kā arī saimniecībās audzēto pupu un sojas šķirņu apraksti. Informācija gūta no VAAD apkopotajiem SĪN testu rezultātiem Latvijas zinātniskajās iestādēs<sup>1</sup>, kā arī no saimniecībās veiktiem šķirņu salīdzinājumiem<sup>2</sup>. Izpētīts šķirņu apraksts sēklu tirgotāju piedāvājumos un papildināts ar datiem no pētījumu rezultātiem<sup>3</sup>.

## 1.1. Latvijā audzēto lauka pupu (*Vicia faba* L.) šķirņu izvērtējums

Latvijā šķirņu izmēģinājumos laika posmā no 2017. gada izvērtētas sekojošas lauka pupu šķirnes: 'Lejaskurzemes', 'Fuego', 'Bobas', 'Granit', 'Olga', 'Isabella', 'Laura', 'Redas DS', 'Jogeva', 'Alexia', 'Julius', 'Boxer', 'Fanfare', 'Tifania', 'Taifun', 'Link', 'Amulet', 'Vertigo', 'Albus', 'Ada', 'Gloria', 'Bauskas', 'Lielplatonēs'.

Šķirnes 'Fuego' un 'Boxer' ir uzrādījušas augstākos ražības rādītājus – virs 7 t ha<sup>-1</sup> Stendē, bet Priekuļos no šīm divām ražīgākā bija 'Fuego' – 4.5 t ha<sup>-1</sup>. Līdzvērtīgas šai šķirnei ražības ziņā Priekuļos bija šķirnes 'Isabella' un 'Laura' – abas virs 4 t ha<sup>-1</sup>. Augstākais olbaltumvielu saturs bija šķirnēm 'Lielpaltonēs' un Lietuvā izveidotajai šķirnei 'Bobas' – virs 30%.

'**Fuego**' – plaši audzēta pupu šķirne visā Latvijā. Šķirnei agrīna ziedēšana un vidēji agrīna sēklu nogatavošanās. Veido vidēji garus augus ar ļoti labu veldres noturību. Raksturīgs augsts olbaltumvielu saturs (līdz 30%) un rupjas sēklas – virs 500 gramiem, agra ziedēšana, vidēji agra graudu ieguve, vidēji garš augums ar ļoti labu veldres noturību.

'**Isabell**' – vidēji vēlīna šķirne. Nedaudz atšķirīgs tips – garāks augums un par 3-4 dienām garāka veģetācija. Neraugoties uz vidēju 1000 graudu svaru, šķirne nodrošina gan augstu sēklu, gan olbaltumvielu ražu. Izturīga pret pupu gaišplankumu iedegām un brūnplankumainību, kā arī salīdzinoši izturīga pret rūsu. Vidējs auga garums (105–120 cm), ļoti laba noturība pret veldrēšanos, kā arī ļoti augsts olbaltumvielu ražas iznākums. Augstražīga (ražīgākā LLU izmēģinājumos 2015. gadā), vidēji agra (veģetācijas periods 100–115 dienas), ar labu noturību pret slimībām – brūnplankumainību (*Botrytis fabae*), pupu rūsu (*Uromyces viciaefabae*) un koncentrisko plankumainību (*Ascochyta fabae* Peck).

'**Boxer**' – vidēji agrīna šķirne. Augsta sēklu un olbaltumvielu raža. 2014. gada šķirņu izmēģinājumos Vecaucē visaugstākais ražas rādītājs. Vidēji garš augums ar ļoti labu veldres noturību. Izturīga pret iedegām, brūnplankumainību.

'**Vertigo**' – ziedēšanas sākums agrs vai vidējs, attiecīgi arī agrīns ražas nobriešanas laiks. Veģetācijas ilgums 117 dienas. Ražas kvalitātes rādītāji: 1000 sēklu masa robežās no 545 līdz 600 g, augsta noturība pret pākšu pāragru atvēršanos. Olbaltumvielu saturs vidēji 30%, kas ir augsts rādītājs lopbarības šķirnēm. Šķirnei ir augsta veldres noturība – arī lietainos rudenos nesabiezināti sējumi ir ar labu veldres noturību.

'**Laura**' – ziedēšana agrīna līdz vidēji agrīna, nogatavošanās – vidēji agrīna. Salīdzinoši ļoti zema, ar ļoti labu noturību pret veldrēšanos un augstu ražu. Pēc izmēģinājumu rezultātiem Vecaucē, šī šķirne ir par apmēram piecām dienām agrīnāka nekā 'Isabell'. 2012. gada izmēģinājumos LLU – uzrādīts labākais ražības rādītājs. 2013. gada izmēģinājumos

<sup>1</sup> <http://vaad.gov.lv/sakums/pakalpojumi/augu-skirnes/veidlapas.aspx>

<sup>2</sup>

[http://new.llkc.lv/sites/default/files/baskik\\_p/pielikumi/dazadu\\_sojas\\_skirnu\\_salidzinajums\\_proteinbagatas\\_lop\\_baribas\\_nodrosinasanai\\_biologiskas\\_saimniekosanas\\_sistema.pdf](http://new.llkc.lv/sites/default/files/baskik_p/pielikumi/dazadu_sojas_skirnu_salidzinajums_proteinbagatas_lop_baribas_nodrosinasanai_biologiskas_saimniekosanas_sistema.pdf)

<sup>3</sup> [https://www.arei.lv/sites/arei/files/2017-12/ZM%20P%C4%81k%C5%A1augi%202017%20LLU\\_0.pdf](https://www.arei.lv/sites/arei/files/2017-12/ZM%20P%C4%81k%C5%A1augi%202017%20LLU_0.pdf)

Kauņā (Lietuva) un Vecaucē – augstražīgākā pupu šķirne. Izturīga pret pupu gaišplankumu iedegām, brūnplankumainību, kā arī tumšplankumu iedegām.

Šķirne '**Scirocco**' ir vidēji agra, augstražīga, ar vidēja izmēra sēklām un augstu (26–28%) olbaltumvielu saturu. Sēklu raža 0.4–0.6 t ha<sup>-1</sup>, 1000 sēklu masa 500–700 g. Veldres noturība ļoti laba.

Šķirne '**Lielplatoes**' ir viena no vecākajām un izplatītākajām sīksēklu jeb lopbarības pupu šķirnēm Latvijā. Šķirne ir vidēji agrīna un augstražīga ar 34% olbaltumvielu saturu sēklās, veģetācijas periods 130–140 dienas. 'Lielplatoes' pupu sēklas ir gaiši pelēki brūnas, sīkas, 1000 sēklu masa 340–530 g. Augi 100–150 cm gari, pietiekami izturīgi pret sausumu un arī pret aukstumu. Dīgsti viegli pacieš līdz -4 °C salnu. Sēklu ražībā un ātraudzībā praktiski līdzīgas ir Lietuvā izaudzētās sīkgraudu lopbarības pupu šķirnes 'Aušra', 'Ada' un Vācijā izaudzētā šķirne 'Scirocco'.

## 1.2. Latvijā audzēto sojas šķirņu izvērtējums

No sojas šķirnēm SĪN testos 2018. gadā izvērtēta šķirne 'Annushka', kas uzrādīja ražu 0.9 t ha<sup>-1</sup> LLU Zemkopības institūts Skrīverī un 1.8 t ha<sup>-1</sup> AREI Stendes pētniecības centrā. 1000 sēklu masa abās vietās svārstījās ap 140 g, olbaltumvielu saturs vidēji 35%, bet eļļas raža vidēji 0.26 t ha<sup>-1</sup>. Stendē trīsgadīgie rezultāti uzrāda, ka sojas šķirņu vidējā ražība pa gadiem variē – no 0.88 (2017. g.) līdz 3.25 t ha<sup>-1</sup> (2015. g.). Stabilākās un augstākās ražas ieguva no šķirnēm 'Laulema' un 'Lajma'.

Latvijā šobrīd pamazām palielinās sojas audzēšanas platības. Populārākās šķirnes ir 'Annushka', 'Laulema', un 'Lajma'. Soja '**Annushka**' izveidota Ukrainā. Tā ir agrīna šķirne, veģetācijas periods 100–130 dienas. Ražas potenciāls līdz 4 t ha<sup>-1</sup>; 1000 sēklu masa 110–155 g, olbaltumvielu saturs 36–40%, auga garums 80–110 cm.

Šķirne '**Protina**' izveidota Francijā. Vidēji agrīna šķirne, veģetācijas periods 120–140 dienas. Ražas potenciāls līdz 5 t ha<sup>-1</sup>; 1000 sēklu masa 120–160 g, olbaltumvielu saturs 40–48%. Auga garuma līdz 83 cm.

Šķirne '**Sirelia**' arī izveidota Francijā. Vidēji agrīna šķirne, veģetācijas periods 120–150 dienas. Ražas potenciāls līdz 5 t ha<sup>-1</sup>; 1000 sēklu masa 130–170 g, olbaltumvielu saturs 35–45%. Auga garuma līdz 89 cm.

Šķirne '**Laulema**' selekcionēta Igaunijā. Tā ir ļoti agrīna – 90–120 dienas. Ražas potenciāls līdz 3 t ha<sup>-1</sup>; 1000 sēklu masa 120–140 g, olbaltumvielu 30–40%. Auga garuma līdz 59 cm, vidējais pākšu skaits uz auga – 28,0 gab., bet mazs vidējais graudu skaits pākstī – 1.5 gab. Izmēģinājumos Preiļu novadā šķirne 'Laulema' ar vismazāko augumu nodrošināja vislielāko pākšu skaitu uz auga un augstāko ražību 2,04 t ha<sup>-1</sup>, olbaltumvielu raža no 1 ha – 650.60 kg ha<sup>-1</sup>.

**Dārzeņu sojas** audzēšana Latvijā uzsākta 2014. gadā. Pētniecība 4 gadu garumā LLU Dārzkopības institūtā notikusi divām Japānas izcelsmes šķirnēm '**Chiba Green**' un '**Midori Giant**', par kurām informācija tika sniegta projekta "Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā" 2019. gada atskaitē. 2020. gadā papildus šīm divām šķirnēm Dārzkopības institūtā pētīta šķirne 'Green Shell' un hibrīds ASR90.001, ko beļģu selekcionāri vēlas reģistrēt kā šķirni. '**Green Shell**' šķirnei raksturīgs īss veģetācijas periods 85–95 dienas, vidēji augstas temperatūras prasības (vislabāk aug 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<sup>4 5</sup>.

<sup>4</sup> <https://www.amazon.de/-/en/Seedeo%C2%AE-Soybean-Glycine-Approx-30-Seeds/dp/B07DCR19LT>

<sup>5</sup> <https://www.bingenheimersaatgut.de/en/organic-seeds/vegetables/beans/edamame-soybean/edamame-green-shell-g724>

2020. gadā audzējot šīs šķirnes ar diviem augu biežības variantiem (13 un 20 augi m<sup>-2</sup>), izmantojot iepriekš siltumnīcā izaudzētus dēstus, raža variēja no 7.1 līdz 8.5 t ha<sup>-1</sup>. Beļģu hibrīdam tika pārbaudīts tikai viens augu biežības variants (13 augi m<sup>-2</sup>). No pārējām trim šķirnēm, kas stādītas abos augu biežības variantos, augstākā raža pie zemākās augu biežības bija ‘Chiba Green’ un ‘Green Shell’. Visām četrām šķirnēm 2020. gadā augu garums variēja no 77 līdz 89 cm un pākšu skaits augā no 23 līdz 27.

Variantos, kur pētīta raža, augus sējot uz lauka, bija zema lauka dīdžība, kas kārtējo reizi pierādīja, ka sojas audzēšanā, lai iegūtu ražu, ir nepieciešams ierīkot papildu apūdeņošanu, kas vissvarīgākā ir sēklu sadīgšanas laikā.

## 2. Dažādu agrotehnisko paņēmieni ietekme uz lauka pupu audzēšanu

Projekta LegumeGap otrajā gadā tika veikta literatūras analīze gan par lauka pupu nozīmi augu maiņā, to nozīmi ilgtspējīgā lauksaimniecībā, kā arī apkopota informācija par dažādu agrotehnisko paņēmieni ietekmi uz lauka pupu ražu – apkopota informācija par dažādiem barības elementiem, kas ir būtiski lauka pupu ražas veidošanās procesā; analizēta augsnes apstrādes, kā arī sējas laika un izsējas normas ietekme uz lauka pupu ražu; apkopota nezāļu ierobežošanas ietekme uz lauka pupu ražu, kā arī apkopotu nozīmīgākie lauka pupu kaitēkļi un slimības; veikta literatūras analīze par lauka pupu sēklu inokulācijas ietekmi uz lauka pupu ražu, kā arī veikts lauka izmēģinājums, kurā izvērtēta sēklu inokulācijas efektivitāte, izmantojot dažādus gumiņbaktēriju celmus.

### 2.1. Literatūras apkopojums un analīze par lauka pupu nozīmi augu maiņā

**Pupas augu maiņā.** Lauka pupas (*Vicia faba*) tiek klasificētas kā slāpekli piesaistošie augi. Šī suga veicina ilgtspējīgu lauksaimniecību, jo uzlabo augsnes auglību un struktūru, tai ir nozīmīga loma augu maiņā (Ali et al., 2019). Lauka pupas ir īpaši vērtīgs augs intensīvas labību augu maiņas (Köpke, Nemecek, 2010).

Darguža un Gaile (2020) ir pētījušas augu maiņās iekļauto kultūraugu ražību (sēklas un virszemes augu atliekas) enerģētiskajās mērvienībās (GJ ha<sup>-1</sup>). Pētījuma laikā augstākā kviešu (*Triticum aestivum*) enerģētiskā raža tika novērota augu maiņās, kur kvieši tiek audzēti pēc lauka pupām, jo enerģētiskās ražas lielums cieši korelē ar virszemes biomasas ražas lielumu (Darguža, Gaile, 2020a), arī kviešu graudu raža vidēji pētījuma četros gados bija būtiski augstāka, ja tos audzēja pēc lauka pupām (Darguža, Gaile, 2020b). Augu maiņā iekļaujot arī citas viengadīgo pākšaugu sugas (zirņi (*Pisum sativum*), lupīna (*Lupinus angustifolius*)) kā priekšaugus kviešiem vai rapsim, novērots, ka, nelietojot papildus slāpekļa mēslojumu, kviešu un rapša ražas ir būtiski augstākas, salīdzinot ar augu maiņu bez iekļauta pākšauga (Xing et al., 2017).

Itālijā salīdzināta augsnes mikrobioloģiskā aktivitāte lauka pupu – cieto kviešu (*Triticum durum*) augu maiņā. Pēc augsnes analīzēm secināts, ka gan augsnes mikroorganismu, organiskā oglekļa un slāpekļa daudzums augsnē pēc lauka pupām bijis būtiski augstāks nekā pēc cietajiem kviešiem. Sēņu un mikroorganismu aktivitāte pēc lauka pupām varēja būt augstāka dēļ augstāka kopējā slāpekļa un pieejama fosfora daudzuma augsnē, un auga sakņu izvietojuma (De Mastro et al., 2020).



Ņemot vērā lauka pupu pozitīvo ietekmi uz mikroorganismu daudzumu augsnē, pasaulē tiek pētīta arī iespēja audzēt dažādu sugu augus vienlaicīgi vienā sējumā, sējot tos slejās starp rindām, piemēram – kviešus un lauka pupas. Pētnieki Nīderlandē meklēja optimālo zemāko slāpekļa mēslojuma daudzumu, lai, audzējot vasaras kviešus un lauka pupas kopā, iegūtu kopražu, kas būtu līdzvērtīga kviešu graudu ražai, audzējot tos tīrsējā. Tomēr, audzējot lauka pupas un kviešus starprindās un pielietojot zemas vai vidējas slāpekļa normas, kviešu tīrsējas ražas līmenis netika sasniegts. Ņemot vērā starpsugu konkurenci, kvieši, audzējot tos starprindās, spēja dot augstas ražas tikai pie augstām slāpekļa normām, kad konkurences apstākļos spēja izveidot lielāku biomasu (Berghuijs et al., 2020). Audzējot pākšaugus mistros vai starprindās ar labībām, fiksētā slāpekļa daudzums samazinās, salīdzinot ar pākšaugu audzēšanu tīrsējā, bet ir palielināts, salīdzinot ar labību audzēšanu tīrsējā (Rodriguez et al., 2020).

Papildus tam, ka lauka pupu audzēšana augmaiņā parasti nodrošina pēcaugu ražas pieaugumu, ir pētītas arī to allelopātiskā īpašības un spēja nomākt nezāles (Alvarez-Iglesias et al., 2015), ja tās izmanto kā zaļmēslojuma augu. Pētījums tika veikts divās daļās. Vispirms veģetācijas traukos, kur vērtēja iestrādātās lauka pupu biomasas ietekmi uz nezāļu (*Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis*) sēklu dīgšanu. Konstatēja, ka tūlīt pēc pupu biomasas iestrādes nezāļu sēklu dīgšana tika nomākta. Tad tika ierīkots arī lauka izmēģinājums divās vietās Spānijā divus gadus. Arī lauka apstākļos konstatēja, ka variantos ar iestrādātu pupu biomasu nezāļu skaits (-15 līdz -70%) un masa (-41 līdz -79%) samazinājās salīdzinājumā ar lauciņiem, kas bija atstāti papuvē.

Plaši pētīta lauka pupu un citu tauriņziežu pozitīvā ietekme uz pēcaugu, bet mazāk pētīts ir jautājums, kādi ir vēlami priekšaugi lauka pupām. Piem., Somijas pētnieki veikuši izmēģinājumu ar dažādiem lauka pupu priekšaugiem (kvieši, mieži (*Hordeum vulgare*), rudzi (*Secale cereale*), auzas (*Avena sativa*), ripsis (*Brassica rapa* L. ssp. *oleifera*), zirņi, lauka pupas, lupīna). Šajā pētījumā netika konstatētas būtiskas atšķirības starp lauka pupu ražu līmeņiem un olbaltumvielu saturu sēklās atkarībā no izvēlēta priekšauga, bet novērotas atšķirības sēklu minerālvielu sastāvā. Pozitīvi minerālvielu sastāvu bija ietekmējuši mieži kā priekšaugi, un tiem sekoja auzas. Ietekme novērota gan uz sēklu ķīmisko sastāvu, gan arī minerālvielu saturu virszemes dzinumos, kas liecina, ka priekšaugi pozitīvi ietekmē visu auga stāvokli kopumā (Lizarazo, Yli-Halla & Stodard, 2015).

**Atsevišķu barības elementu nozīme.** Lai lauka pupas sasniegtu augstu ražību un iegūtu kvalitatīvas sēklas, svarīgs ir barības elementu nodrošinājums. Pārtikā izmantojamajām pupām svarīgs kvalitātes rādītājs ir olbaltumvielu saturs un tanīnu saturs sēklās. Centrāleiropā tika pētīta lauka pupu sēklu sastāva veidošanās atkarībā no kālija pieejamības un elementārā sēra mēslojuma pielietošanas. Papildus sēra pielietošanai (0.25 un 50 kg ha<sup>-1</sup>) netika konstatēta būtiska ietekme uz olbaltumvielu satura palielināšanos un aminoskābju sastāvu. Tomēr, palielinoties pieejamā kālija saturam augsnē, tika novērots tanīnu satura samazinājums sēklās. Sēra labvēlīgā ietekme uz olbaltumvielu ražu novērojama ar kāliju nabadzīgās augsnēs (Barlóg, Grzebisz, Łukowiak, 2019). Arī Itālijā pētīta sēru saturoša mēslojuma ietekme uz lauka pupu ražu, tās kvalitāti, kā arī slāpekļa fiksāciju. Pielietoja trīs sēra mēslojuma variantus: 0.30 un 60 kg ha<sup>-1</sup>, turklāt sēra normu sadalīja divās devās: 50% normas deva pirms sējas, bet otru 50% vēlāk veģetācijas sezonā (pupas Itālijā sēja novembrī, bet otro sēra mēslojumu deva martā). Konstatēja, ka sēra mēslojuma ietekmē būtiski palielinājās pupu raža un arī olbaltumvielu raža, tomēr atšķirības ražas līmenī starp variantiem, kur norma bija 30 un 60 kg ha<sup>-1</sup>, netika konstatētas. Tāpat sēra mēslojums nodrošināja efektīvāku slāpekļa fiksāciju. Tomēr atšķirības pupu ķīmiskajā sastāvā atkarībā no sēra mēslojuma normas nekonstatēja. Secināja, ka piemērotākā sēra mēslojuma norma ir 30 kg ha<sup>-1</sup> (Cazzato et al., 2014).

**Augsnes apstrāde lauka pupām.** Lai mazinātu lauka pupu audzēšanā pielietotās enerģijas un emisiju daudzumu, Lietuvā tika salīdzināti dažādi augsnes apstrādes veidi, sākot ar dziļo aršanu (23–25 cm) kā kontroli un salīdzinot to ar seklo aršanu (12–15 cm), seklo irdināšanu (12–15 cm), un augsnes bezapstrādes tehnoloģiju. Iegūtie vidēji ražu līmeņi no trīs sezonām neuzrādīja matemātiski būtiskas atšķirības, tomēr skaitliski augstākā ( $4.41 \text{ t ha}^{-1}$ ) raža iegūta, izmantojot augsnes dziļirdināšanu (23–25 cm), bet zemākā ( $3.86 \text{ t ha}^{-1}$ ) – seklo aršanu (12–15 cm). Augstākais enerģijas izmantošanas koeficients tika sasniegt, izmantojot augsne bezapstrādes tehnoloģiju (7.43) un dziļu augsnes irdināšanu (7.72) (Šarauskijs et al., 2020). Līdzīgus rezultātus, ka augsnes apstrādes sistēma būtiski 95% līmenī neietekmē lauka pupu ražu, ieguvuši arī citi lietuviešu autori (Romaneckas et al., 2018), salīdzinot līdzīgus variantus: kontrole (aršana ar velēnas apvēršanu 22–25 cm dziļumā), sekla aršana ar velēnas apvēršanu (12–15 cm dziļumā), dziļa kultivēšana, izmantojot čīzeļkultivatoru (25–30 cm), lobīšana ar disku lobītāju (10–12 cm) un tiešā sēja (bezapstrādes tehnoloģija). Raža pētījumā svārstījās no 4.04 (lobīšana ar disku lobītāju) līdz 4.95  $\text{t ha}^{-1}$  (kontrolē), bet, kā jau minēts, matemātiski būtiskas atšķirības netika pierādītas. Turpretim, pavisam citādos apstākļos Spānijā, ilggadīgā izmēģinājumā salīdzināja divus augsnes apstrādes sistēmu (konvencionālās, kas ietvēra aršanu ar velēnas apvēršanu 25–30 cm dziļumā, ko vēl papildināja vairākkārtēja pirmssējas apstrāde, un bezapstrādes sistēma) ietekmi uz pupu sakņu augšanu, sēklu ražu un citiem parametriem trīs gadu garumā vairāk nekā 15 gadus pēc ilggadīgā izmēģinājuma ierīkošanas. Konstatēja bezapstrādes sistēmas priekšrocības, jo gan sakņu attīstība, gan iegūtā sēklu raža bija būtiski augstāka bezapstrādes sistēmā. Taču, konstatēja arī būtisku gada apstākļu ietekmi uz vērtētajiem rādītājiem (Munoz-Romero et al., 2011). Arī Latvijā tiek vērtēta augsnes apstrādes sistēmas ietekme uz lauka pupu ražu (M. Dargužas promocijas darba ietvaros) stacionārā izmēģinājumā MPS “Pēterlauki”, taču dati vēl nav publicēti; atsevišķos gados parādījušas tradicionālās augsnes apstrādes priekšrocības (M. Darguža, nepublicēti dati).

**Sējas laika un izsējas normas ietekme uz lauka pupu ražu.** Izvēloties piemērotu sējas laiku, var samazināt dažādu biotisko un abiotisko faktoru ietekmi uz augu fenoloģisko attīstību (Bonelli et al., 2016). Lauka pupām var novērot izteiktu sējas laika ietekmi uz augu augšanu un attīstību, kā arī ražu. Tās sējot optimālā laikā, var iegūt maksimālu ražu, savukārt pārāk agri vai pārāk vēlu sētām pupām raža ir zemāka. Tā kā lauka pupām ir diezgan zema ziedu/pākšu attiecība (apmēram 20% ziedu rezultējas pākstīs), tad ir svarīgi samazināt dažādu faktoru nelabvēlīgu ietekmi augu augšanas laikā (Alharbi, Adhikari, 2020), piemēram, ūdens deficītu, ko var ietekmēt, izvēloties piemērotu sējas termiņu (French, 2010).

Austrālijā veiktā divu gadu pētījumā (Raymond, McKenzie, Rachaputi, 2016) pierādīts, ka vēlākos sējas laikos sētām lauka pupām ir zemāka raža. Pētījums ierīkots divās izmēģinājuma vietās, no kurām vienā vietā lauka pupu raža lineāri samazinājās līdz ar vēlāku sējas termiņu. Savukārt otrā vietā, kur pupas sētas aprīļa sākumā, aprīļa vidū un maija sākumā, augstākā raža iegūta, tās sējot aprīļa vidū. Savukārt būtiski zemāka raža bija, sējot pupas maija sākumā. Sējas laiks būtiski ietekmē lauka pupu fenoloģisko attīstību, kas atstāj ietekmi arī uz ražu un tās kvalitāti (Alharbi, Adhikari, Bramley, 2015).

No 1985. gada līdz 1990. gadam Austrālijā tika veikti vairāki izmēģinājumi, lai noskaidrotu sējas laika ietekmi uz lauka pupu dīgšanas ilgumu un laiku līdz ziedēšanas sākumam (McDonald, Adisarwanto, Knight, 1994), izmantojot vairāk nekā 10 dažādas lauka pupu šķirnes. Ātrāk sadīga pupas, kas sētas agrākā sējas termiņā, t.i., pat 10 dienu laikā. Taču līdz ar vēlāku sējas termiņu arī dīgšanas ilgums ir pieaudzis (līdz pat 28 dienām). Protams, pa gadiem dīgšanas ilgums atšķirās atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem. Visos gadījumos novēlota lauka pupu sēja samazināja laika posmu no sadīgšanas līdz ziedēšanas sākumam (29–96 dienas). Savukārt, ASV veiktā pētījumā rezultāti uzrādīja pretējo – vēlāk sētām lauka pupām novērota augstāka raža (Landry u.c., 2016). Līdz ar to jāsecina, ka izteikta ietekme ir konkrētās

vietas agroklīmatiskajiem apstākļiem un gada meteoroloģiskajiem apstākļiem. Tātad – lai sniegtu ieteikumus, pētījumi jāveic katrā valstī un vēlams – konkrētas valsts dažādos reģionos.

Arī izsējas normai ir būtiska ietekme uz iegūto ražu. S.P. Loss un kolēģi (1998) savā 3 gadu pētījumā pierādīja, ka, palielinot lauka pupu izsējas normu, pieaug sēklu raža. Taču, tas nenotiek bezgalīgi, un pastāv optimālā izsējas norma, kuru palielinot raža vairs nepieaug, tāpēc nav ekonomiski izdevīgi tā darīt. Minētajā izmēģinājumā optimālā izsējas norma bija 45 dīgtspējīgas sēklas 1 m<sup>2</sup>, kas atšķīrās no līdz tam rekomendētās izsējas normas Austrālijā (30 dīgtspējīgas sēklas 1 m<sup>2</sup>).

Savukārt Jordānā veiktā izmēģinājumā (Thalji, 2006) secināts, ka, palielinot rindstarpu platumu (samazinot izsējas normu), tiek iegūta augstāka sēklu raža, kā arī lielāks pākšu skaits augam. Tāda pati tendence novērota arī Turcijā veiktā pētījumā (Yucel, 2013). Arī šie aprakstītie rezultāti liecina, ka izsējas optimālā izsējas norma ir atkarīga no pētījuma vietas apstākļiem.

Līdz šim veiktajos izmēģinājumos Latvijā (MPS „Pēterlauki”) secināts (1. tabula), ka, palielinot izsējas normu, pieaug arī raža, un kā optimālu izsējas normu Latvijas apstākļiem var minēt 50 dīgtspējīgas sēklas m<sup>-2</sup>. Kā arī, pārlietu novēlots (aprīļa beigās – maija sākums) sējas termiņš rezultējas ar būtiski zemāku lauka pupu ražu (Plūduma-Pauniņa, Gaile, 2019a; 2019b; 2020; Plūduma-Pauniņa et al., 2018, 2019).

1. tabula.

### Šķirnes, sējas laika un izsējas normas ietekme uz lauka pupu ražas pieaugumu

Pētītie faktori	Pētījuma gads		
	2018.	2019.	2020.
<b>Lauka pupu šķirne</b>			
Laura		(+)*	
Boxer	+		
Isabell			(+)*
<b>Sējas laiks</b>			
1.sējas laiks – agrs	+		+
2.sējas laiks – vidējs (optimāls?)	+	+	+
3.sējas laiks – vēls			
<b>Izsējas norma, dīgtspējīgas sēklas uz 1 m<sup>2</sup></b>			
30			
40		+	+
50	+	+	+

Piezīmes: + pētītā faktora ietvaros raža būtiski augstāka.

(+)\*pētītā faktora ietvaros raža vienkārši augstāka.

**Nezāļu ierobežošanas ietekme uz lauka pupu ražu un kvalitāti.** Pētnieki Ēģiptē vērtējuši dažādus nezāļu ierobežošanas paņēmienus lauka pupu sējumos, kas ietvēra gan mehānisku nezāļu ierobežošanu divas reizes, gan arī divus variantus, kur vienreizēja mehāniska ierobežošana kombinēta ar herbicīdiem un arī tādus divus, kur lietoti tikai herbicīdi. Salīdzināšanai ierīkota kontrole bez nezāļu ierobežošanas. Kā labākais variants, kas nodrošinājis augstāko lauka pupu ražu šajā pētījumā, pierādījies tas, kur izmantota mehāniska nezāļu ierobežošana divas reizes. Kontroles varianta ražas sasniedza tikai 54% no tās. Arī nākamie labākie varianti bija tie, kur herbicīda lietošana kombinēta ar mehānisku nezāļu ierobežošanu (El-Metwally, Abdelhamid, 2008). Arī Latvijā ir pētīta mehāniskas nezāļu ierobežošanas (ecēšana, rušināšana, ja sēj tālrindās) efektivitāte, bet zirņu un zirņu-labību

mistra sējumos (Zariņa u.c., 2020: stenda referāts zinātniskajā seminārā “Ražas svētki Vecaucē-2020: Pētniecība Covid-19 ēnā”, 05.11.2020.). Būtu nepieciešams pētīt mehāniskas nezāļu ierobežošanas efektivitāti arī Lauka pupu sējumos.

Daudzās valstīs, piemēram, Austrālijā ir izdoti ieteikumi nezāļu ierobežošanai lauka pupu sējumos. Ir atziņas, kas arī Latvijā var noderēt no šiem ieteikumiem; tās turpmāk uzskaitītas:

- Lauka pupas sākotnēji slikti konkurē ar nezālēm, jo tās var ilgi dīgt, sējumi ir salīdzinoši reti (maz augu 1 m<sup>2</sup>) un paiet ilgs laiks, kamēr augsne ir nosepta ar kultūrauga virszemes biomasu, kas nomāc nezāles.
- Bioloģiski pareizas augu maiņas pielietošana var ievērojami samazināt nezāļu ķīmiskas ierobežošanas izmaksas.
- Laicīga augsnes pirmssējas apstrāde ir laba metode nezāļu ierobežošanai un sēklu gultnes sagatavošanai.
- Ir jālieto augstas kvalitātes, no nezāļu sēklām brīva sēkla.
- Jāizvēlas lauki, kuri nav vai ir salīdzinoši maz piesārņoti ar daudzgadīgām nezālēm: gan platlapjiem, gan graudzālēm.
- Jāstrādā, lai mazinātu nezāļu sēklu banku augsnē pirms lauka pupu sadīgšanas, jo pēc sadīgšanas nezāļu kontrole var būt apgrūtināta.
- Nezāļu ierobežošana lauka pupu sējumos ir svarīga, jo nezāles ar lauka pupām konkurē pēc mitruma un barības vielām; nezāļu klātbūtne var izraisīt problēmas gan sējas, gan novākšanas laikā (ieskaitot novācamās masas palielinātu mitruma saturu); tās piesārņo novākto ražu; nezāļu piesārņojums var liegt lauka pupas audzēt vietās, kur nav atļauta vai ir ierobežota herbicīdu lietošana; nezāles var būt slimību saimniekaugi un kaitēkļu mājvietas.

Izdevums sniedz daudz vērtīgu atziņu gan par dažādiem nezāļu ierobežošanas aspektiem, t.sk., ir vizualizēti daudzi herbicīdu toksiskuma gadījumi (Grain Research & ..., 2017).

Integrētā nezāļu ierobežošanas sistēma jebkuram kultūraugam sevī ietver dažādu ierobežošanas paņēmienu izmantošanu, tos bieži kombinējot: profilaktiskie pasākumi jeb augstas zemkopības kultūras uzturēšana, mehāniskie ierobežošanas paņēmieni, bioloģiskie, ģenētiskie paņēmieni, kā arī ķīmiskā nezāļu ierobežošana. Skaidrība par kritisko periodu nezāļu ierobežošanā ir atslēga integrētajās nezāļu ierobežošanas sistēmās. S.Z. Knezevics un kolēģi (Knezevics et al., 2002) ir definējuši kritisko periodu nezāļu ierobežošanā kā periodu kultūrauga augšanas un attīstības ciklā, kurā nezāļu ierobežošana ir kritiski nepieciešama, lai izvairītos no būtiskiem (nepieņemamiem) ražas zudumiem. Turklāt šie autori piedāvā kritisko periodu noteikt, vadoties pēc kultūrauga attīstības fāzes (uzkrātās augšanas grādu dienu (GDD) summas; dienu skaita pēc sadīgšanas), un šī atziņa viņu pētījumā saskan ar citu pētnieku (Kasaian, Seeyave, 1969, citēts no Knezevics et al., 2002) izteikto domu, ka pirmie 25–33% no kultūrauga dzīves cikla ir jāuzskata par kritisko laiku nezāļu kontrolei. Citi pētnieki (Kavurmaci et al., 2010; Frenda et al., 2013) ir pievērsušies konkrēti kritiskā nezāļu perioda noteikšanai lauka pupu sējumos. Z. Kavurmaci un kolēģi (Kavurmaci et al., 2010) Turcijā konstatēja, ka lauka pupu ražas zudumi, ja nezāles neierobežo vispār, bija 46.14%. Lai ražas zudumi nezāļu konkurences rezultātā nepārsniegtu pieļaujamos 10%, tad 30 dienu laikā pēc sadīgšanas lauka pupu sējumam jābūt brīvam no nezālēm. A.S. Frenda un kolēģi (Frenda et al., 2013) veikuši pētījumu Itālijā stingri balstoties uz S.Z. Knezevica izstrādāto metodiku. Pētnieki konstatēja, ka lauka pupas salīdzinājumā ar citu Itālijas apstākļiem tipisku pākšaugu – auna zirņiem (*Cicer arietinum*) ir konkurētspējīgākas ar nezālēm. Tomēr arī lauka pupām ražas zudumi nezāļu neierobežošanas gadījumā pārsniedza 50%. Šajā pētījumā par pieņemamu ražas zudumu tika pieņemti 5%; lai tos nepārsniegtu, kritiskais periods, kurā sējumam jābūt brīvam no nezālēm raksturojams ar GDD summu 714 – 879 GDD vai 70–81 dienu pēc sadīgšanas (atbilstoši divās dažādās vietās), kad lauka pupas sasniedza ziedēšanas sākumu līdz pilnu

ziedēšanas fāzi. Nezāles, kas sadīgst pēc tam, kad lauka pupas sasniegušas šo fāzi, vairs nevar nozīmīgi konkurēt ar kultūraugu. Tomēr autori arī norāda, ka nezāļu ierobežošanas kritiskais periods ir atkarīgs no daudziem neregulējamiem un agrotehniskiem faktoriem un būtu jānosaka katrai vietai. Latvijā šādi pētījumi nav veikti.

**Slimību ierobežošanas efekts lauka pupu ražas palielināšanai.** Latvijā ir konstatēts, ka visnozīmīgākā slimība ir pupu lapu brūnplankumainība, ko ierosina *Botrytis* ģints sēnes – *B. fabae*, *B. cinerea*, *B. fabiopsis* un *B. pseudocinerea* (Bimšteine, Bankina, 2017; Brauna-Morževska et al., 2019; Kaņeps u.c., 2020), bet ir sastopamas arī citas slimības: lapu plankumainība, ko ierosina *Alternaria/Stemphulium* komplekss, neīstā miltrasa (ier. *Peronospora viciae*) (Bimšteine, Bankina, 2017), kā arī pupu rūsa (ier. *Uromyces viciae-fabae*) (Bankina, 2014). Pētījumos dažādās valstīs ir konstatēts, ka lauka pupu slimību ierobežošana nodrošina ražas pieaugumu un bieži arī ražas kvalitātes uzlabošanu.

A.A. Emerans (Emeran et al., 2011) un kolēģi pētīja fungicīdu lietošanas efektu lauka apstākļos Spānijā, lai ierobežotu rūsu (ier. *Uromyces viciae-fabae*) lauka pupu sējumos, izmantojot 11 dažādus apstrādes variantus. Konstatēja, ka rūsa var izsaukt ražas samazinājumu par 22–25%. Lietojot triazolu un arī benzimidazola-triazola maisījumu, nodrošināja gan ražas, gan to veidojošo struktūrelementu (pākšu skaits augam, sēklu skaits augam un 1000 sēklu masa) pieaugumu. Lietojot ditiokarbamātus novēroja slimības samazinājumu, bet ražas pieaugums nebija būtisks. Savukārt pētnieki Ēģiptē (El-Sayed et al., 2011) pētīja fungicīdu efektu pupu lapu brūnplankumainības ierobežošanā un ražas zudumu samazināšanā piecām šķirnēm (var. *Major*) lauka apstākļos. Izmantotais fungicīds bija Dithane M45 (darbīgā viela: mankocebs). Fungicīda lietošana ievērojami samazināja slimības intensitāti un palielināja ražu (ražas samazinājums variantā, kur nelietoja fungicīdu, atkarībā no šķirnes un sezonas bija 12.5–35.5%). Konstatēja negatīvu AUDPC (laukums zem slimības progresā līknes) korelāciju ar ražu (El-Sayed et al., 2011). Ēģiptē veikts arī pētījums par dažādu ķīmisku vielu izmantošanu, lai stimulētu lauka pupu izturību pret pupu lapu brūnplankumainību. Izmantoja piecas vielas, kuru 10 mM koncentrācijas šķīdumā mērcēja pupu sēklas pirms sējas. Pētītie varianti ietvēra kontroli bez sēklu apstrādes, kā arī šādas izmantotās vielas: kālija dihidrogēnfosfāts ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), kalcija hlorīds ( $\text{CaCl}_2$ ), salicilskābe, askorbīnskābe, skābeņskābe. Konstatēja, ka viennozīmīgi piemērots nav neviens no apstrādes variantiem, jo  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  un  $\text{CaCl}_2$  parādīja zemu efektivitāti izturības pret slimību veicināšanā, toties šīs apstrādes rezultātā pieauga raža. Savukārt slimības ierobežošanā visefektīvākā bija sēklu apstrāde ar askorbīnskābi un skābeņskābi. Apstrāde skābeņskābi un salicilskābi atstāja negatīvu ietekmi uz ražu – tā salīdzinājumā ar kontroli samazinājās par 18–21%. Autori secina, ka jāmeklē tādas vielas, kas reizē ar slimības samazinājumu nesamazina ražu (El-Hendawy et al., 2010).

Diskusijas raisa fungicīdu lietošanas un zaļināšanas prasību izpildes saskaņošanu. Labvēlīgos meteoroloģiskos apstākļos sēņu izraisītās slimības (tādas kā pupu lapu brūnplankumainība, rūsa u.c.) izplatās ātri. Tā kā slimību izplatībai labvēlīgie apstākļi pasaulē ir samērā labi dokumentēti, tad augsta riska apstākļos fungicīdu lietošana tomēr ir nepieciešama, jo paļauties tikai uz citiem integrētās audzēšanas elementiem (augu maiņa, augsnes apstrāde, izturīgas šķirnes, veselīgas, kvalitatīvas sēklas lietošana u.c.) pilnībā nevar, turklāt pētnieki norāda, ka tikai dažas šķirnes ir izturīgas pret vairāk nekā vienu slimību (Stoddard et al., 2010, Kumar, 2012). Šķirņu lauka izturība pret slimībām var būt atkarīga no daudzu apstākļu mijiedarbības, kā arī ierosinātāja mainības. Tā būtu plaši jāpēta konkrētā reģionā, bet Latvijā pētījumi par lauka pupu slimībām un to ierobežošanu ir tikai sākuma fāzē.

Latvijā ir pētīts fungicīda Signum (boscalīds, 267.0 g  $\text{kg}^{-1}$ , piraklostrobīns, 67.0 g  $\text{kg}^{-1}$ ) efekts uz lauka pupu ražu un tās struktūrelementiem. Fungicīdu smidzināja ziedēšanas fāzē (61.–65. AE atkarībā no gada), lietojot devu 1 kg  $\text{ha}^{-1}$ . Konstatēts, ka fungicīda lietošana būtiski palielina iegūto sēklu ražu (Plūduma-Pauniņa et al., 2018, Plūduma-Pauniņa, Gaile, 2019a, 2020) (2. tabula).

**Lauka pupu ražas pieaugums fungicīda (F) lietošanas rezultātā dažādos gados Latvijā**  
(Plūduma-Pauniņa et al., 2018, Plūduma-Pauniņa, nepublicēti dati)

Fungicīda lietošanas variants	2015	2016	2017	Vidēji
Plūduma-Pauniņa et al., 2018; dažādi burti norāda uz būtisku ( $p = 0.001$ ) atšķirību kolonnas ietvaros				
Kontrole – bez F	5.80b	5.96b	6.90b	6.22B
Lietots F – Signum	5.97a	6.54a	7.85a	6.79A

## 2.tabulas nobeigums

Varianti	2018. Plūduma- Pauniņa, Gaile, 2019	2019. Plūduma- Pauniņa, Gaile, 2020	2020	Vidēji
Kontrole – bez F		6.08b	Apkopojums sekos	Apkopojums sekos
Lietots F – Signum	+	6.56a		

Piezīmes: + raža būtiski augstāka.

Trīs gadu (2015.–2017. g.) laikā konstatēts arī, ka fungicīda lietošana būtiski palielināja 1000 sēklu masu un vidējo trīs gadu olbaltumvielu saturu sēklās (Plūduma-Pauniņa, 2018). Līdzīgs novērojums, ka fungicīda lietošana palielina olbaltumvielu saturu sēklās, dokumentēts Polijā (Micek et al., 2015).

Lauka pupas ir ieņēmīgas arī pret vīruslimībām (Karkanis et al., 2018), bet Latvijas apstākļos tās nav pētītas nemaz.

**Kaitēkļu ierobežošanas efekts lauka pupu ražas palielināšanai.** Lauka pupas ir pievilcīgas rindai posmkāju (*Arthropoda*), kurus uzskatām par kaitēkļiem, tādu ir vairāk nekā 70 sugas (Stoddard et al., 2010). Kā postīgākie literatūrā bieži tiek nosaukti laputis (no kurām par vienu no postīgākajām uzskata *Aphis fabae* Scopoli, 1873) un pupu sēklgrauzis (*Bruchus rufimanus* Boheman, 1833), Latvijas apstākļiem tiek minēts arī zirņu svītrainais smecernieks (*Sitona lineatus* Linnaeus, 1758). Atkarībā no reģiona kaitēkļu spektrs var būt mainīgs. Laputis ne tikai barojas uz pupām, bet var izplatīt vīruslimības. Integrētā kaitēkļu ierobežošanas pamatojas uz agrotehnisko paņēmienu lietošanu, tādu kā vietas (lauka) izvēle, augu maiņa, augsnes apstrāde, šķirnes izvēle, kvalitatīva sēkla, optimāls sējas termiņš un biežība, nezāļu ierobežošana (Stoddard et al., 2018). Tomēr, saskaņā ar F.L. Stoddarda un kolēģu (2011) plašo literatūras apkopojumu, arī integrētās lauka pupu aizsardzības sistēmās pret pupu kaitēkļiem insekticīdiem ir liela loma. Lai izvēlētos, kad patiešām nepieciešams lietot insekticīdu, vajadzētu būt pētījumos noskaidrotiem kaitēkļu izplatības ekonomiskajiem robežsliedzīņiem, kas katrā reģionā var būt atšķirīgi (Stoddard et al., 2018). Latvijā šādi robežsliedzīņi nav noteikti.

Polijā veiktā pētījumā (Micek et al., 2015) konstatēja, ka insekticīda (Karate 025 ES (darb. viela lambda-cihalotrīns)) lietošana lauka pupām nodrošināja būtisku sēklu (par 159%) un olbaltumvielu (par 145%) ražas pieaugumu.

Vācijā (Stute, s.a.) un Zviedrijā (Roubinet, 2016) pētīta pupu sēklgrauža nodarītie ražas bojājumi un iespējas tos ierobežot. Ir novērojumi, ka sēklgrauzis var bojāt pat 90–100% visu sēklu. I. Sute (s.a.), atsaucoties uz Hoffmann, Schmutterer, 1999, norāda, ka izplatības ekonomiskais robežsliedzīnis ir 10 vaboles uz 100 augiem. Abos pieminētajos darbos norādīts,

ka tieši ziedēšanas laikā pupu sējumos novēro vislielāko dažādu kukaiņu daudzumu, bet ir jāņem vērā, ka insekticīda smidzinājums nedrīkst kaitēt derīgajiem kukaiņiem, pupu apputeksnētājiem (ir jāsmidzina vai nu ļoti agri no rīta vai vēlu vakarā, pat naktī). Smidzināšanas efektivitāte pret pupu sēklgrauzi ir augstāka, kad temperatūra dienā pārsniedz 20 °C vismaz četras dienas no vietas; ja invāzija ir ļoti liela un nepieciešams veikt atkārtotu smidzinājumu, tad to dara 7 dienas pēc pirmā. Pupu ziedēšanas beigas nozīmē, ka beidzas arī vaboļu aktivitāte laukā (Roubinet, 2016). Integrētai kaitēkļu ierobežošanai vispirms jānodrošina monitorings. E. Roubinet (2016) apraksta arī pasaulē izveidotās prognožu un lēmuma atbalsta sistēmas pupu sēklgrauža ierobežošanai. Integrētā kaitēkļu ierobežošana var ietvert arī entomopatogēnu organismu un augu eļļu izmantošanu; diemžēl nav konstatēta kaut kāda atšķirība starp šķirnēm izturībā (jutībā) pret šo kaitēkli.

## 2.2. Gumiņbaktēriju izmantošanas nozīme lauka pupu audzēšanā

Pākšaugu audzēšanā rekomendē sēklu inokulēšanu ar gumiņbaktērijām. Inokulēšanu var neveikt, ja attiecīgajam kultūraugam atbilstošas baktērijas ir sastopamas augsnē. Tā parasti ir, ja izvēlēts audzēšanas reģionam tipisks kultūraugs, vai pākšaugi tiek audzēti regulāri. Tomēr, atkarībā no veiktajiem agrotehniskajiem pasākumiem un audzētajiem kultūraugiem efektīvu gumiņbaktēriju saglabāšanās laiks ir atšķirīgs. Pākšaugiem, kuri kultivēšanai ieviesti no attālākiem reģioniem, parasti sēklu pirmssējas inokulēšana ir obligāta. Gumiņbaktēriju sugām ir nepieciešami dažādi saimniekaugi, atšķiras to specifiskums (3. tabula).

3. tabula

### Gumiņbaktēriju nozīmīgākās grupas un to saimniekaugi

Ģints/ suga	Saimniekaugs	Gumiņbaktēriju klātbūtne Latvijas augsnēs
<b><i>Bradyrhizobium</i></b>		
<i>B. canariense</i>	Kazāboliņš / <i>Chamaecytisus</i> Lupīna/ <i>Lupinus</i>	Maz ticama
<i>B. elkanii</i>	Soja / <i>Glycine max</i>	Maz ticama
<i>B. japonicum</i>		Maz ticama
<i>B. liaoningense</i>		Maz ticama
<i>B. yuanmingense</i>	<i>Lespedeza</i> <i>Lucerna</i> / <i>Medicago</i> <i>Amoliņš</i> / <i>Melilotus</i>	Maz ticama
<b><i>Mesorhizobium</i></b>		
<i>M. ciceri</i>	<i>Auna zirņi</i> / <i>Cicer arietinum</i>	Maz ticama
<i>M. loti</i>	<i>Vanagnadziņš ragainais</i> / <i>Lotus corniculatus</i>	Iespējama
<b><i>Rhizobium</i></b>		
<i>R. etli</i>	<i>Pupiņas</i> / <i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Mimosa affinis</i>	Iespējama
<i>R. galegae</i>	<i>Austrumu galega</i> / <i>Galega orientalis</i>	Maz ticama
	<i>Ārstniecības galega</i> /	Maz ticama

	<i>G.officinalis</i>	
<b><i>R.leguminosarum</i></b>		
<i>bv trifolii</i>	<i>Āboliņš/Trifolium</i>	Iespējama
<i>bv viciae</i>	<i>Pupas /Vicia</i> <i>Pisum /Zirņi</i> <i>Lēcas / Lens</i> <i>Dedestiņas / Lathyrus</i>	Iespējama
<i>bv phaseoli</i>	<i>Pupiņas / P. vulgaris</i>	Iespējama
<i>R.tropici</i>	<i>Pupiņas /P. vulgaris</i> <i>dalea</i> <i>Leuceana</i> <i>Macroptilium</i> <i>Esparsete/Onobrychis</i>	Maz ticama
<b><i>Sinorhizobium</i></b>		
<i>S.fredii</i>	<i>Glycine max</i>	Maz ticama
<i>S. medicae</i>	<i>Medicago trunculata</i> <i>M. polymorpha</i> <i>M. orbicularis</i>	Iespējama
<i>S. meliloti</i>	<i>Lucerna /Medicago</i> <i>Amoliņš /Melilotus</i> <i>Sieramoliņš / Trigonella</i>	Iespējama

Katrai gumiņbaktēriju sugai var izdalīt sīkāk baktēriju celmus – baktēriju kopu, ko iegūst no vienas baktērijas un kuru īpašības nedaudz atšķiras no pārējās sugas. Praksē – sēklu pirmssējas apstrādē – parasti lieto šādus celmus vai to kombinācijas.

Gumiņbaktērijas ir 0.5–1.0 × 1.2–3.0 μm lielas aerobas nūjiņveida baktērijas. Neveido sporas. Baktērijas ir kustīgas. Optimālā augšanas temperatūra 25–30°C, bet optimālais pH 6–7, lai gan atsevišķas sugas var dzīvot arī skābākā augsnē. Gumiņbaktērijām ir hemoorganotrofais barošanās veids, tās var izmantot vienkāršos oglehidrātus, kā enerģijas avotu, kā arī organisko skābju sāļus, tomēr celulozi un cieti neizmanto. Slāpekļa avots, ja baktērijas dzīvo bez simbiozes ar augu, ir amonija, nitrāta vai aminoskābju slāpekļis (Somasegaran, Hoben, 1994).

Simbiozē starp pākšaugiem un gumiņbaktērijām izveidojas gumiņi, jauna augsti organizēta struktūra, kur bakteroīdiem (gumiņbaktēriju šūnas ar izmainītu formu un īpašībām) ir piemērota vide, lai pārveidotu N<sub>2</sub> augiem izmantojamajā amonija formā. Gumiņu forma un uzbūve atšķiras dažādu grupu augiem. Atkarībā no gumiņa īpašībām, tā funkcionēšana beidzas, vai nu auga ziedēšanas fāzē, vai ilgst, kamēr augam notiek fotosintēzes process.

Starp gumiņbaktēriju celmiem pastāv ļoti liela daudzveidība – gan šo gumiņbaktēriju specifiskumā, gan slāpekļa saistīšanas efektivitātē, gan spējā konkurēt ar citiem augsnē esošajiem gumiņbaktēriju celmiem. Gumiņbaktēriju specifiskums izpaužas to spējā saistīties pie konkrētā auga saknēm un veidot gumiņus. Ir gumiņbaktēriju celmi, kas derēs, piemēram, gan zirņiem gan pupām, savukārt citi gumiņbaktēriju celmi varēs izveidot veiksmīgu simbiozi ar konkrētas sugas, vai pat šķirnes pākšaugiem. Arī slāpekļa saistīšanas efektivitāte ir atšķirīga starp gumiņbaktēriju celmiem. Pat, ja gumiņbaktērija spēj izveidot simbiozi ar konkrēto pākšaugu, tas nenozīmē, ka šī simbioze nesīs lielu labumu pašam augam, ja slāpekļa saistīšanas kapacitāte būs pārāk zema. Dažādos pētījumos parādīts, ka viena gumiņbaktēriju celma efektivitāte atšķiras starp pākšaugu šķirnēm. Ir zināms, ka augsnē brīvi dzīvojošas gumiņbaktērijas, spēj konkurēt ar inokulēšanai lietotajām baktērijām un veidot simbiozi ar augu. Šī iemesla pēc, izvēloties efektīvākos gumiņbaktēriju celmus komerciāliem nolūkiem, ir jāņem vērā arī šo gumiņbaktēriju celmu spēja konkurēt ar augsnē jau esošajām, bet iespējams – mazāk



efektīvajām, gumiņbaktērijām. Pētījumā ar LLU kolekcijā esošajiem gumiņbaktēriju celmiem, tika parādīts, ka olbaltumvielu sastāvs pupām un zirņiem, veicot sēklu priekšapstrādi ar gumiņbaktēriju preparātu, atšķirās starp šo pākšaugu šķirnēm (Šenberga, et al., 2017).

Bieži iemesls gumiņbaktēriju efektivitātes atšķirībām ir vides apstākļi. Tomēr, arī nodrošinot optimālos apstākļus (kā piemēram laboratorijas apstākļos), ir novērojamas būtiskas atšķirības gumiņbaktēriju celmu efektivitātē. Gumiņbaktēriju pētījumi citur pasaulē šo efektivitātes dažādību (kas izpaužas pākšaugu ražas lielumā, kā arī olbaltumvielu sastāvā) starp gumiņbaktēriju celmiem skaidro ar atšķirībām šo gumiņbaktēriju celmu genotipos (Laguerre, et. al., G.2007; Saleh et al., 2013). Komerčiāli pieejamie gumiņbaktēriju preparāti ir speciāli atlasīti, lai atbilstu konkrētajai pākšauga sugai, lai sasniegtu optimālo slāpekļa saistīšanas efektivitāti (Lindström et al., 2010). Lai varētu veiksmīgāk atlasīt šos atbilstošos gumiņbaktēriju celmus konkrētajam pākšaugam, izmantošanai lauksaimniecībā, ir svarīgi izvērtēt šo celmu ģenētisko ietekmi uz ražas veidošanos. Veiktajā pilot-eksperimentā tika parādīts, ka gumiņbaktērijas, kuras ir ģenētiski atšķirīgas, uzrāda arī atšķirīgu ietekmi uz ražu (šajā gadījumā – olbaltumvielu sastāvu) (Šenberga, et al., 2015).

Lai gan sojas gumiņbaktērijas nav brīvi sastopamas Latvijas augsnes, LLU Augsnes un augu zinātņu institūta kolekcijā atrodas vairāki gumiņbaktēriju celmi, kas izdalīti no Latvijā augošu inokulētu augu saknēm. 2014.gadā tika izdalīti 3 sojas gumiņbaktēriju celmi (Stende), 2016. gadā tika izdalīts viens sojas gumiņbaktēriju celms (Pūre), kā arī 2018. gadā izdalīts viens gumiņbaktēriju celms no sojas (Skrīveri). Jāpiebilst, ka šajos gadījumos soja pirms sēšanas tika apstrādāta ar kādu no komerciālajiem sojas gumiņbaktēriju preparātiem. Izmēģinājumos, kur tika audzēta soja ar un bez gumiņbaktēriju priekšapstrādes novēroja, ka soja bez apstrādes neveido gumiņus, norādot, ka augsnē neatrodas brīvi dzīvojošas gumiņbaktērijas, kas spēj veidot simbiozi ar sojas pupiņu saknēm.

Atjaunojoties dažādu pākšaugu audzēšanai, aktualizējās jautājums par sēklu pirmssējas apstrādi ar gumiņbaktērijām. Kā arī pētījumi par šo simbiozi ietekmējošajiem faktoriem. Turpinās arī darbs par gumiņbaktēriju celmu efektivitātes novērtējumu. Papildus sojas gumiņbaktēriju izdalīšanai, 2016. gadā gumiņbaktēriju kolekcija tika papildināta ar 40 jauniem gumiņbaktēriju celmiem, kas tika izdalīti no plaša klāsta tauriņziežu saknēm (lucerna, pupiņas, vanagnadziņš, pupas, zirņi, āboliņš, pļavas dedestiņa, vīķis, vanagvīķis, blaktene, kā arī soja). Kopumā LLU Augsnes un augu zinātņu institūta gumiņbaktēriju kolekcijā atrodas ap 70 gumiņbaktēriju celmu, kas izdalītas laika posmā no 1962. līdz 2019. gadam.

### ***2.2.1. Pākšaugu un gumiņbaktēriju simbiozi ietekmējošie faktori.***

Gumiņbaktēriju un pākšaugu mijiedarbība, kas nodrošina augam labvēlīgu attīstību, veidojas noteiktu vides faktoru iedarbībā. Lai izveidotos efektīva simbioze (attiecības, kad labumu iegūst gan augs, gan baktērija), vides faktoriem jāatbilst abu organismu prasībām. Augsnes apstākļi un nodrošinājums ar mikro- un makroelementiem ietekmē gan auga augšanu un attīstību, gan mikroorganismu aktivitāti. Augsnes īpašības ietekmē gumiņbaktēriju simbiozes veidošanās efektivitāti. Konstatēts, ka atšķiras ne tikai dažādu gumiņbaktēriju sugu, bet arī sēklu inokulēšanā lietoto baktēriju celmu aktivitāte. Būtiskākās atšķirības, vairumā gadījumu, novērojamas starp augsnēm ar atšķirīgu organiskās vielas saturu (Dubova, Šenberga, Alsīņa, Sergējeva, 2016).

**Augsnes mitrums.** Parasti gumiņi veidojas, ja augsnes mitrums ir 40–80% robežās no pilnas ūdens ietilpības. Optimālais augsnes mitrums gumiņbaktērijām ir 60–70%. Ja gumiņi ir izveidojušies, tad paaugstināts mitrums to darbības aktivitāti nesamazina, bet ilgstoša sausuma apstākļos, augs var “nomest” jau izveidojušos gumiņus. Kritiskās mitruma robežas dažādiem augiem atšķiras. Piemēram, uz esparsetes saknēm gumiņi var veidoties arī nepietiekama mitruma apstākļos, bet lucernai un zirņiem ūdens deficīta apstākļos gumiņi var

neizveidoties. Vairumam gumiņbaktēriju kritiskā augsnes mitruma robeža ir 16% no pilnas ūdens ietilpības. Baktēriju vairošanās sausā augsnē nenotiek, tās pāriet neaktīvā stāvoklī.

Kā vienu no iemesliem, kāpēc gumiņbaktēriju un pākšaugu simbiozes veidošanās ir apgrūtināta sausā augsnē, min baktēriju nespēju pārvietoties dīgstošo sēklu virzienā.

**Augsnes aerācija.** Augsnē ar sliktu aerāciju pat efektīvi baktēriju celmi veido mazus gumiņus. Aerācija pozitīvi ietekmē auga sakņu attīstību un veicina intensīvāku gumiņu veidošanos, ietekmē to izvietojumu uz saknes. Vairums gumiņu veidojas saknes augšējā daļā, bet uz saknēm, kas izvietotas dziļāk par 30 cm, parasti gumiņu ir mazāk vai to nav vispār. Kaut arī baktērijām gumiņā skābekli vajag mazāk nekā vairojoties augsnē, skābekļa deficīts ietekmē gumiņbaktēriju bioķīmisko procesu norisi, kā rezultātā pazeminās slāpekļa saistīšanas efektivitāte.

**Temperatūra.** Temperatūra ir viens no būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē ne tikai pākšaugu augšanu un attīstību, bet arī gumiņbaktēriju aktivitāti simbiozes veidošanā un atmosfēras slāpekļa saistīšanas efektivitāti. Atmosfēras slāpekļa saistīšanu samazina gan temperatūras pazemināšanās, gan paaugstināšanās virs optimālās. Jāatzīmē, ka optimālās temperatūras pākšaugu dīgšanai, gumiņu veidošanās procesam un slāpekļa saistīšanai atšķiras. Atšķiras arī temperatūra, kas ietekmē gumiņu veidošanos uz pirmās un otrās pakāpes saknēm.

Gumiņu veidošanās zirņiem un lauka pupām notiek temperatūras diapazonā no +4 °C līdz +30 °C, bet būtiski atšķiras to izveidošanās laiks un skaits. Aukstā augsnē, gumiņu veidošanās notika lēnāk, tie parādās vēlākā auga attīstības fāzē. Uz zirņu un pupu saknēm 18–22 °C temperatūrā gumiņi bija konstatējami 13–14 dienas pēc sējas divu īsto lapu fāzē, 10–12 °C temperatūrā gumiņus konstatēja 25–27 dienas pēc sējas, bet 5–7 °C temperatūrā gumiņi parādījās tikai pēc 26–42 dienām, kad augiem bija izveidojušās 3–4, vai pat 6 īstās lapas. Īpaši augu augšana un gumiņu veidošanās bija aizkavēta 4–5 °C temperatūrā. Šajā temperatūrā zirņiem gumiņi izveidojās pēc 48 dienām, bet pupām tikai pēc 60 dienām (Воробьев, 1998).

Gumiņu veidošanās, ja augsnes temperatūra, ir dažus grādus virs nulles, novērojama tikai arktiskajos reģionos, bet arī šajā zonā zemā temperatūrā atmosfēras slāpekli var saistīt nelielā apjomā tikai atsevišķi baktēriju celmi. Parasti atmosfēras slāpekļa saistīšana sākas, ja augsnes temperatūra ir vismaz 10–12 °C. Audzējot pākšaugus augsnē ar zemu temperatūru (8 °C) samazinās slāpekļa saistīšanas produktivitāte, salīdzinot ar 18–22 °C, jo palēninās saistītā slāpekļa aizvadīšana uz auga virszemes daļām. Tāpēc tiek rekomendēts, agras sējas apstākļos, pākšaugiem dot nelielas starta devas slāpekļa mēslojumu. Augot vēsā augsnē, pākšaugi labāk izmanto minerālo slāpekli.

Atmosfēras slāpekļa saistīšanu nelabvēlīgi ietekmē arī augsnes temperatūra virs optimālās. Novērots, ka lucernai, ja augsnes temperatūra pārsniedz 30°C, gumiņos samazinās leghemoglobīna daudzums. Gumiņbaktēriju jutību pret paaugstinātu temperatūru ietekmē arī augsnes tips. Mālainās augsnēs paaugstinātas temperatūras negatīvā ietekme izpaužas vājāk nekā smilšainās augsnēs. To skaidro ar gumiņbaktēriju šūnas virsmas īpatnībām. Lēni un ātri augošajām gumiņbaktērijām atšķiras adaptācijas spēja augstām temperatūrai. Tāpēc dienvidu reģionos dominē lēni augošo gumiņbaktēriju sugas, bet mērenā un vēsā klimata zonā ātri augošās.

Izvēloties gumiņbaktērijas pākšaugu sēklu inokulēšanai, jāņem vērā gumiņbaktēriju piemērotība konkrētās vietas agroekoloģiskajiem apstākļiem. *Rhizobium leguminosarum* celmi, kas izdalīti no vēsā klimata augsnēm, labāk pacieš pazeminātu temperatūru inhibējošo ietekmi. *R. leguminosarum* sliktāk adaptējas paaugstinātai augsnes temperatūrai nekā *R. phaseoli*.

Sējot inokulētas sekas, jāņem vērā mikroorganismu un dīgļsaknes mijiedarbība vēl pirms sākas gumiņu veidošanās. Šo mijiedarbību arī ietekmē augsnes apstākļi. Diedzējot sīksēklu (*Vicia faba* var. *minor*, 'Lielplatone') un rupjsēklu (*Vicia faba* var. *major*, 'Bartek')

pupas bez inokulēšanas un inokulētas ar gumiņbaktēriju vai gumiņbaktēriju un mikorizas sēņu preparātu dažādās temperatūrās (4, 8, 12, 20 °C), novērota atšķirības dīgļsaknes augšanā. Zemākajā temperatūrā gumiņbaktēriju klātbūtnē notika lēnāka dīgļsaknes augšana. Temperatūrā virs 8°C, konstatēta mikroorganismu klātbūtnes pozitīvā ietekme. Zemās temperatūrās pozitīva ietekme tika novērota dubultinokulācijai (gumiņbaktērijas un mikorizas sēnes) (Šenberga u.c. 2018).

**Augsnes reakcija (pH).** Augsnes reakcijai nozīmīga ietekme uz gumiņbaktērijām konstatēta to dzīves cikla saprotrofajā fāzē. Baktēriju dzīves ilgums un virulence būtiski samazinās skābās augsnēs. Kaut arī konstatēts, ka gumiņbaktēriju celmiem var konstatēt piemērotību konkrētam augsnes pH atkarībā no kādas augsnes tas ir izdalīts, būtiskāka ietekme ir visam agrotehnisko pasākumu kompleksam. Pastāv viedoklis, ka baktērijas piemērojas konkrētiem augsnes apstākļiem, tāpēc augsnēs, kur pH novirzīts no optimālā uz skābo vai sārmaino pusi, virulentākas un efektīvākas var izrādīties dabīgās (augsnē jau esošās) *Rhizobium* baktērijas, nevis inokulētie celmi.

Skāba augsne var ietekmēt gumiņu veidošanos, gan samazinot baktēriju virulenci, gan izmainot auga sakņu virsmu struktūru, samazinot potenciālo vietu gumiņu veidošanai. Augiem augot neatbilstošā augsnes pH veidojas spurgaliņas ar izmainītu struktūru, tas aizkavē vai neļauj baktērijām iekļūt saknē un veidot gumiņus. Izveidoto gumiņu dzīves ilgums ir mazāks nekā optimālā augsnes pH. Skābā augsnē augsnes šķīdumā pāriet alumīnijs, kas 5–7mg% koncentrācijā inhibē gumiņbaktēriju virulenci.

**Minerālais slāpekļlis.** Efektīvas simbiozes veidošanai un molekulārā slāpekļa saistīšanai, augsnē nedrīkst būt ievērojams daudzums minerālā slāpekļa. Pieļaujamā un nepieciešamā minerālā slāpekļa daudzums augsnē ir pētījumu un diskusiju avots daudzus gadu desmitus. Iemesls ir atšķirīgās augsnes īpašības, pākšaugu un gumiņbaktēriju bioloģiskās īpašības. Minerālais slāpekļlis neierobežo molekulārā slāpekļa saistīšanu, ja ir dota vidēja deva (1/3 no izneses ar ražu). Tomēr dažādiem pākšaugiem nepieciešamā deva un ietekme ir atšķirīga. Nelielas minerālā slāpekļa devas ir nepieciešamas dīgļstiem, līdz izveidojas funkcionējoša simbiotiskā sistēma.

Atkarībā no pākšauga sugas un augšanas apstākļiem, dažādu slāpekļa savienojumu izmantošanas attiecība svārstās plašā diapazonā. Tā izmēģinājumā ar lucernu un pupām noskaidrojās, ka, audzējot smiltī ar dažādām slāpekļa normām (0.1, 0.25, 0.50, 1.0), saistītā atmosfēras slāpekļa daudzums lucernai samazinājās attiecīgi par 89, 80, 42 un 19 %, bet pupām – 90, 79, 56 un 8 % (Гукова, 1970). Noskaidrots, ka būtiska nozīme ir mēslojumā lietotajai slāpekļa formai. Izmēģinājumos ar lucernu konstatēts, ka slāpekļa mēslojums amonija formā (deva no 0.5–12 mg kg<sup>-1</sup>) veicināja gumiņu veidošanos, bet nitrātu formā aizkavēja (Жизневская, 1972). Dažādiem pākšaugiem nepieciešamā slāpekļa mēslojuma starta deva ir atšķirīga, jo nav vienāda augu fizioloģisko procesu norise. Gumiņu veidošanās ātrums un nitrogenāzes aktivizēšanās ir atšķirīga dažādiem augiem – zirņiem un lupīnai 6–9 dienas, vīķiem, pupām un sojai 9–14 dienas, āboliņam 20–34 dienas, bet lucernai 23–38 dienas. Inokulētās pupas pēc dīgšanas aug lēni un parasti tiek reaģē uz slāpekļa trūkumu, tomēr relatīvi lielās sēklas kādu laiku var uzturēt augšanu. Konstatēts, ka sākotnēji, aptuveni līdz 30–50 dienām pēc sēšanas, saglabājas zema nitrogenāzes aktivitāte. Tāpēc rekomendē lietot nelielas slāpekļa starta devas, lai veicinātu augšanu un gumiņu veidošanos, īpaši ja augsnē ir zema nitrātu (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) koncentrācija (Terpolilli et al., 2012).

**Sēklu inokulēšana.** Tauriņziežu sēklu inokulēšanai izstrādāti dažādi paņēmieni. Sēklas var inokulēt ar gumiņbaktēriju preparātu tieši pirms sējas, vai sēt jau iepriekš dražētas sēklas. Paņēmienu izvēle ir atkarīga no konkrētajiem apstākļiem. Tomēr jāņem vērā, ka gumiņbaktēriju dzīves ilgums ir atšķirīgs dažāda sastāva preparātos. Būtiska ietekme ir

dažādiem palīgmateriāliem, kuros tiek ievadītas baktērijas. Veikti pētījumi, kuros noskaidrots, ka apstrādājot sēklas ar šķidru baktēriju preparātu, to dzīves ilgums uz sēklas virsmas ir dažas dienas. Tāpēc šādi apstrādātas sēklas jāiestrādā augsnē pēc iespējas ātrāk. Ilgāk gumiņbaktēriju dzīvotspēja saglabājas sausajos preparātos, kuros baktērijas atrodas anabiozes stāvoklī. Gumiņbaktērijas no šādiem preparātiem sāk aktīvu funkcionēšanu, līdzko augsnē ir piemēroti apstākļi. Nelabvēlīgos augšnes apstākļos šādi preparāti var zaudēt savu efektivitāti (Temprano et al., 2002). Lietojot dažādus palīgmateriālus gumiņbaktēriju uznešanai uz sēklas, noskaidrots, ka to ietekme uz baktēriju dzīvotspēju ir atšķirīga. Labākie rezultāti, saglabājot optimālo baktēriju šūnu skaitu ( $10^6$  baktēriju) uz sēklas virsmas, iegūti ar kūdru un *arabic gum*, kur baktēriju dzīvotspēja saglabājās vairākus mēnešus (Materon, Weaver, 1985; Temprano et al., 2002). Glabāšanās laiks atkarīgs arī no vides temperatūras un mitruma. Baktēriju dzīvotspēju preparātā samazina temperatūra virs 4 °C un mitrums virs 40%, sevišķi, ja gumiņbaktērijas pievienotas nesterilam materiālam (Temprano et al., 2002)

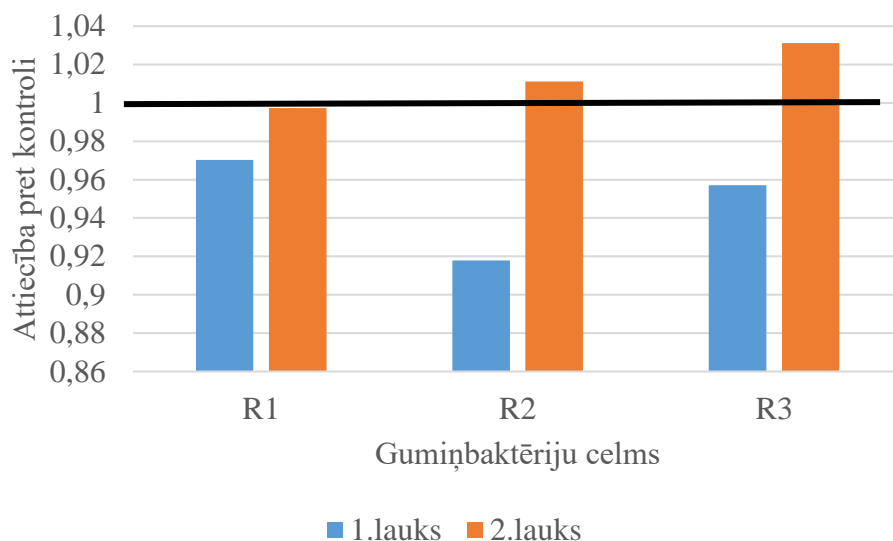
**Ietekme uz ražu.** Sēklu inokulēšana ar gumiņbaktērijām vai dubultinokulācija ar gumiņbaktērijām un mikorizas sēnēm palielina olbaltumvielu saturu pākšaugu sēklās vidēji par 14%, kopējo ražu par 7% (Kaschuk et al., 2010). Efektīvas simbiozes veidošanās apgādā augu ar minerālelementiem, nodrošinot optimālus fotosintēzes apstākļus. Rezultātā – arī augstāku un kvalitatīvāku ražu. Efektivitāte var atšķirties dažādiem baktēriju celmiem, tāpēc aizvien biežāk inokulēšanai lieto vairākus baktēriju celmus. Izmēģinājumos konstatēts, ka atšķiras ne tikai dažādu baktēriju celmu spēja saistīt atmosfēras slāpekli, bet to mijiedarbība ar citiem rizosfēras vai inokulēšanai lietotajiem mikroorganismiem. (Dubova, Šenberga, Alsiņa, 2015).

### 2.2.1. Lauka izmēģinājums

Lauku pupu audzēšanai izvēlēti divi lauki Zemdegas 56.609152,21.163236 un Stepenieki 56.577317,21.168702, Liepājas rajonā. Pirmajā laukā lauku pupas nav iepriekš audzētas, otrajā laukā lauku pupas iepriekš ir iekļautas augu maiņā. Izmantota lauka pupu šķirne 'Fuego'. Sēklas pirms sējas apstrādātas ar gumiņbaktēriju celmiem (R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y), kontrolei papildus apstrāde ar gumiņbaktērijām nav veikta. Augi analizēti ziedēšanas laikā (augu garums, lapu skaits, masa, hlorofilu saturs) un ražu novācot (ražā, pākstu skaits, 1000 sēklu masa, olbaltumvielu saturs sēklās).

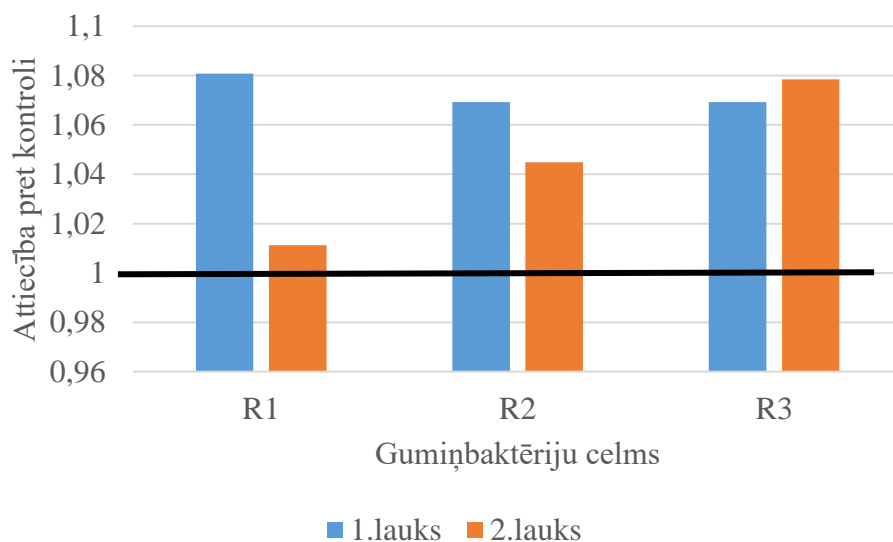
**Inokulācijas ietekme uz lauka pupu augšanas parametriem ziedēšanas fāzes laikā.** Izmēģinājumos noskaidrots, ka lauku pupu garumu 63% gadījumu nosaka audzēšanas apstākļi (lauks), un tikai 1.5% gumiņbaktēriju celms. Vidēji 1. laukā augi bija par 18% garāki nekā otrajā laukā (1. att.).

Tika novērota baktēriju pozitīvā ietekme uz lapu skaitu pupām (2. att.) ziedēšanas laikā. Netika novērotas atšķirības starp abiem laukiem (ietekmes īpatsvars 4%), savukārt, starp baktēriju celmiem un kontroli ir novērota būtiska pozitīva ietekme (6% īpatsvars). Pirmajā laukā visi ar gumiņbaktērijām apstrādātie varianti, bet 2. laukā R3 variants pārsniedza kontroli.



**1. attēls. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme uz lauka pupu garumu.**

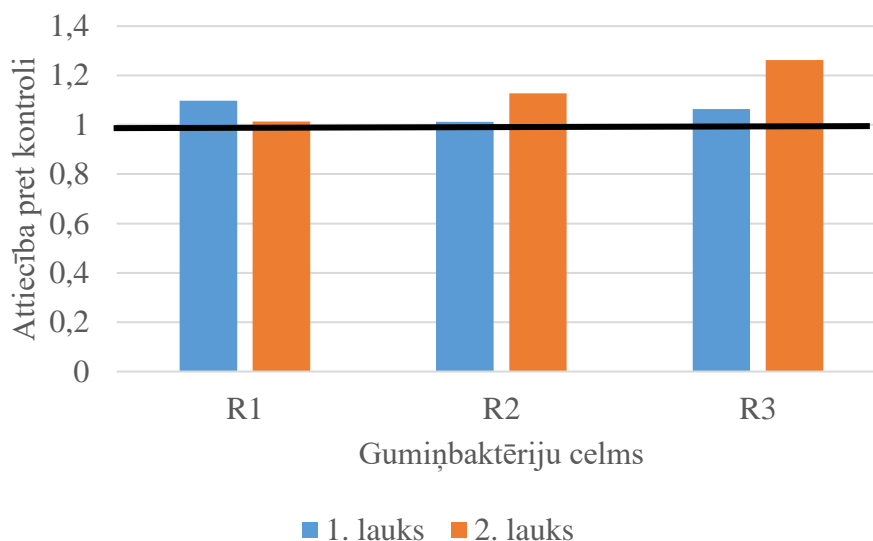
R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y. Rezultāti aprēķināti attiecībā pret kontroli (melnā horizontālā līnija).



**2. attēls. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme uz lauka pupu lapu skaitu.**

R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y. Rezultāti aprēķināti attiecībā pret kontroli (melnā horizontālā līnija).

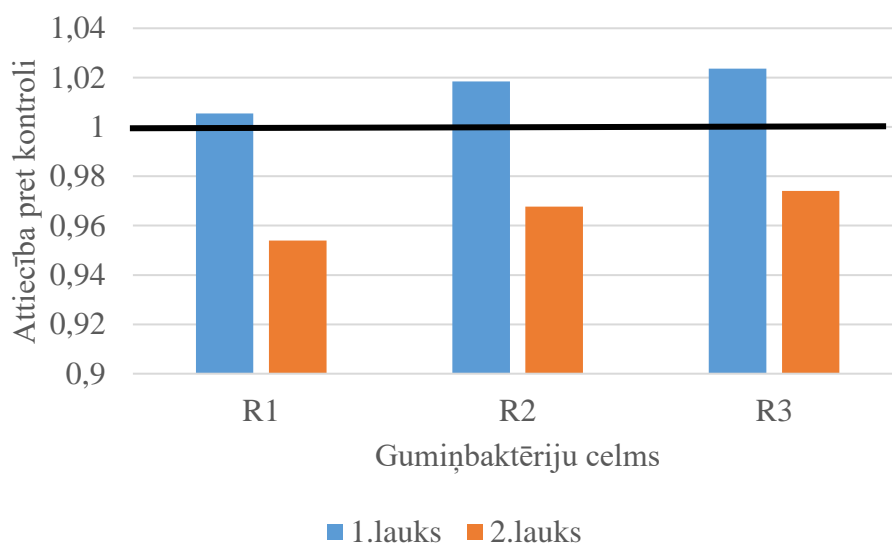
Pirmajā laukā novēroja nedaudz straujāku augu attīstību. Ietekme būtiska (ietekmes īpatsvars 12.1%). Inokulācija ar gumiņbaktērijām lauku pupu attīstību neietekmēja. Lai gan visos variantos novēroja nelielu zaļās masas pieaugumu (1–26%), datu matemātiskā apstrāde pieauguma būtiskumu neapstiprina. Inokulācijas ietekme sastāda 6.4 %. Būtiska ir audzēšanas vietas ietekme – 50.43%; vidēji no 1. lauka ievākta par 31.8% lielāka raža (3.att.).



**3. attēls. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme uz vasas masu ziedēšanas laikā.**

R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y. Rezultāti aprēķināti attiecībā pret kontroli (melnā horizontālā līnija).

Hlorofila saturu lauku pupu lapās būtiski neietekmē ne audzēšanas lauks, ne inokulācija ar gumiņbaktērijām, bet pierādās abu faktoru mijiedarbības ietekme (4. att.). Laukā, kur iepriekš nav audzētas pupas vidēji hlorofila saturs inokulācijas ietekmē ir palielinājies, bet tur kur pupas ir audzētas hlorofila saturs ir samazinājies, salīdzinot ar kontroli ( ietekmes īpatsvars 17.7 %).

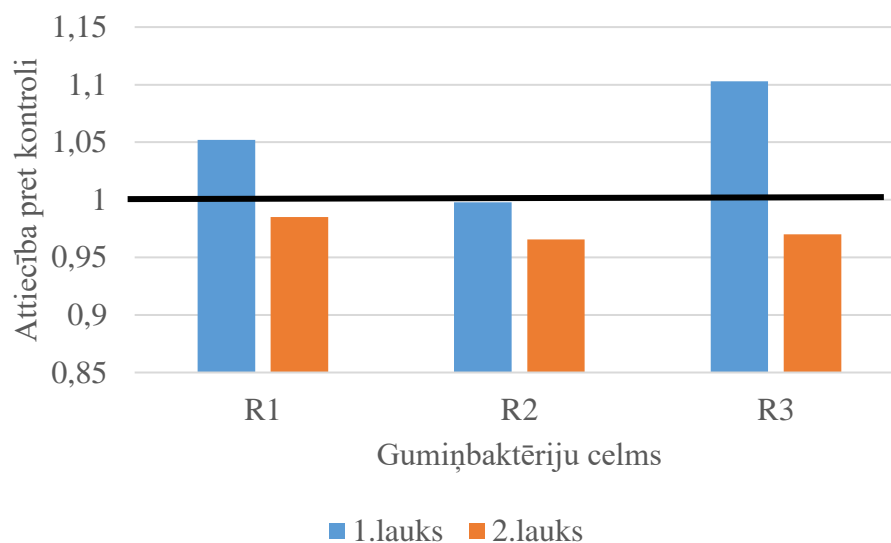


**4. attēls. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme uz hlorofila saturu lauka pupu lapās.**

R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y. Rezultāti aprēķināti attiecībā pret kontroli (melnā horizontālā līnija).

Pirmajā laukā inokulācijas ietekmē tika novērots neliels sausnas satura palielinājums (5. att.) (R1 5.2 – R3 10.3 %), tomēr datu matemātiskā apstrāde to būtiskumu nepierāda. 2.

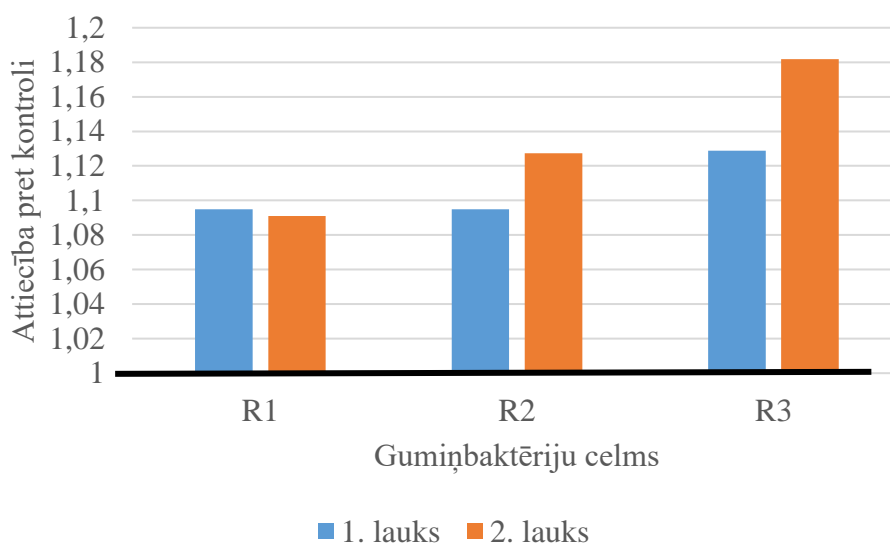
laukā sausnas saturs visos inokulētajos variantos bija 3.5–1.6% mazāks nekā kontroles variantā (lauka ietekme 5.8%, inokulācijas 11.8%, mijiedarbības 17.6%).



**5. attēls. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme uz sausnas saturu pupu lapās**

R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y. Rezultāti aprēķināti attiecībā pret kontroli (melnā horizontālā līnija).

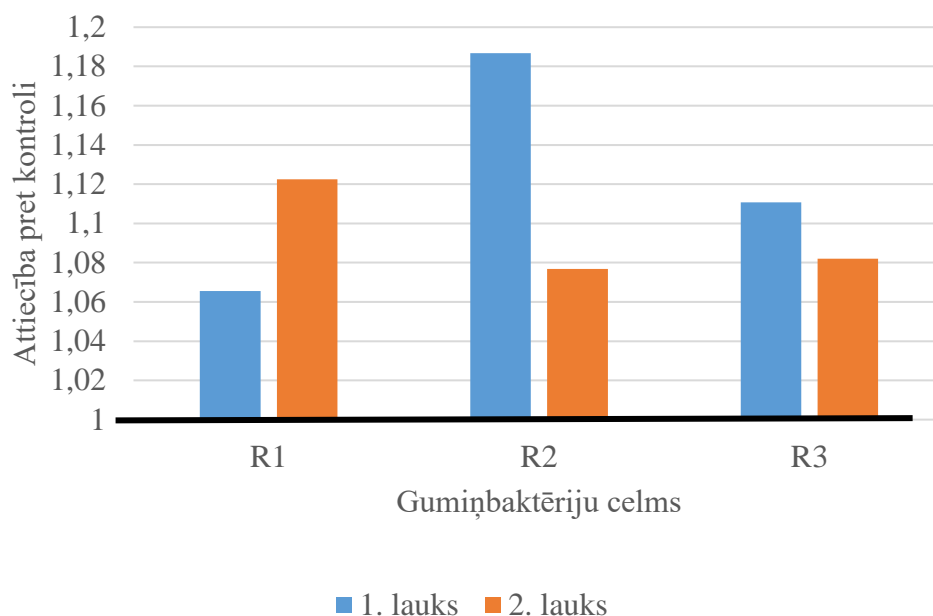
**Lauka pupu raža un to veidojošie parametri.** Vidēji no 1. lauka (lauks, ku lauku pupas iepriekš nav audzētas) ievākta par 12.0% lielāka raža. Parādās būtiska lauka, kā arī būtiska sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme. Laukā, kur iepriekš nav audzētas lauka pupas, inokulācijas efektivitāte bija 9–12%, bet tur, kur tās jau iepriekš audzētas, kopējā raža bija mazāka, bet inokulācija atkarībā no celma devusi no 9.1% (R1) līdz 18.2% ražas palielinājumu.



**6. attēls. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme uz lauka pupu ražu, attiecība pret kontroli.**

R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y. Rezultāti aprēķināti attiecībā pret kontroli (melnā horizontālā līnija).

Pirmajā laukā lauku pupas vidēji veido par 4.9% mazāk pākstis (7. att.). Datu matemātiskā apstrāde pierāda būtisku inokulācijas ietekmi. Parādās dažādu gumiņbaktēriju celmu ietekme. 1. laukā efektīvākais celms bijis R2, 2. laukā celms R1.

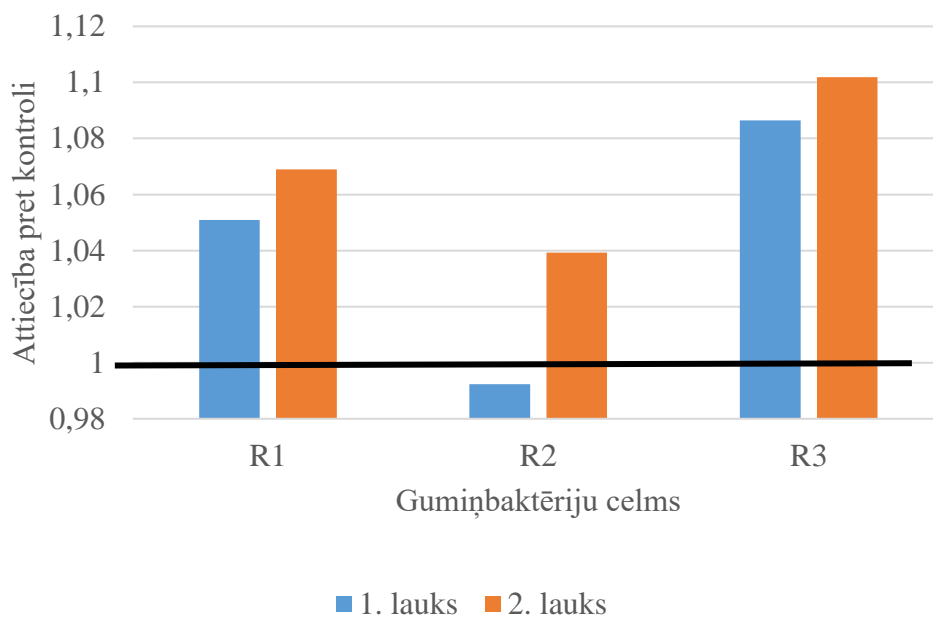


**7. att. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme uz lauka pupu pākstu skaitu, attiecība pret kontroli.**

R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y. Rezultāti aprēķināti attiecībā pret kontroli (melnā horizontālā līnija).

Inokulācijai izmantotie gumiņbaktēriju celmi R1 un R3 būtiski palielinājuši 1000 sēklu masu abos laukos (8. att.). Gumiņbaktēriju celms R2 sēklu masu būtiski neietekmē. Arī audzēšanas vietai (laukam) ietekme nav bijusi būtiska (ietekmes īpatsvars – 0.31%).





**8. att. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekme uz lauka pupu 1000 sēklu masu, attiecība pret kontroli.**

R1=RV50502; R2=RV40801; R3=RP023Y. Rezultāti aprēķināti attiecībā pret kontroli (melnā horizontālā līnija).

Veicot mērījumus lauka pupu ziedēšanas laikā, pierādās, ka lauku pupu garumu būtiski ietekmē audzēšanas lauks, bet inokulācijas ietekme ir niecīga. Sēklu inokulācijas ar gumiņbaktērijām ietekmē būtiski palielinās lapu skaits augiem, bet tā neietekmē ne augu attīstības stadiju, ne vasas masu. Novērota būtiska inokulācijas ar gumiņbaktērijām un audzēšanas vietas mijiedarbības ietekme uz hlorofilu saturu lauka pupu lapās. Tomēr, šos rezultātus būtu nepieciešams pārbaudīt turpmākajos pētījumos. Teorētiski, inokulācijas ietekmē vajadzētu palielināties hlorofilu saturam, gadījumā, ja veidojas efektīva simbioze starp augu un gumiņbaktērijām. Pētījumā novērots, ka samazinātais hlorofilu saturs nav atstājis iespaidu un lauka pupu vasas masu.

2020. gads ir bijis labvēlīgs efektīvas simbiozes izveidošanai, jo visi varianti, kuros veikta sēklu inokulācija ar gumiņbaktērijām, uzrādīja labākus rezultātus, salīdzinājumā ar kontroli. Mazākas ražas, bet lielāku inokulācijas efektu ieguva 2. laukā, kur lauka pupas audzētas atkārtoti. Tomēr, pēc viena gada izmēģinājumiem nav iespējams izdarīt galīgo secinājumu, jo lauks, kurā lauka pupas iepriekš nav audzētas, ir nodrošinājis augus ar barības elementiem labāk. Rezultāti norāda, ka jāizvērtē gan augsnes agroķīmiskais raksturojums, gan augsnē esošās gumiņbaktērijas. Tika pierādīta inokulācijas ar gumiņbaktērijām pozitīvā ietekme uz lauka pupu pākstu skaitu. Atsevišķu celmu ietekme tika novērota uz 1000 sēklu masu. Lielākas sēklas veidojušās gumiņbaktēriju celmu R1=RV50502 un R3=RP023Y ietekmē. Tas norāda, ka lauka pupu sēklu inokulācijai nepieciešams veidot gumiņbaktēriju asociācijas, kurās tiek apvienoti vairāki gumiņbaktēriju celmi.

**Izmantotā literatūra**

1. Alharbi, N., Adhikari, K. (2020). Factors of yield determination in faba bean (*Vicia faba*). *Crop and Pasture Science*, Vol. 71, p. 305–321.

2. Alharbi, N., Adhikari, K., Bramley, H. (2015). The effect of sowing dates on phenology of faba bean (*Vicia faba* L.). In: *Conference Proceedings, 2nd International Plant Breeding Congress and Eucarpia Oil and Protein Crops Section Conference*, Antalya, Turkey. p. 194.
3. Ali, S., Tedone, L., Verdini, L., Cazzato, E., & De Mastro, G. (2019). Wheat Response to No-Tillage and Nitrogen Fertilization in a Long-Term Faba Bean-Based Rotation. *Agronomy*, 9(2), 50. <https://doi.org/10.3390/agronomy9020050>
4. Alvarez-Iglesias L., Revilla, P., Cavaleiro, C., Reigosa M.J. (2015). Crop legumes for weed control: the case of faba bean (*Vicia faba* L.). In: *Eucarpia International Symposium on Protein Crops – V Meeting AEL „Plant Proteins for the Future”*. Book of Abstracts. Pontevedra, Spain 4–7 May 2015, p. 83–84.
5. Bankina, B. (2014). Šogad novērotās lauka pupu slimības. Skatīts 10.11.2020, pieejams <https://www.latraps.lv/latraps/zinas/sogad-noverotas-lauka-pupu-slimibas-1>.
6. Barłóg, P., Grzebisz, W., & Łukowiak, R. (2019). The Effect of Potassium and Sulfur Fertilization on. *Agronomy Journal*, 9(209), p. 1–18.
7. Berghuijs, H. N. C., Wang, Z., Stomph, T. J., Weih, M., Van der Werf, W., & Vico, G. (2020). Identification of species traits enhancing yield in wheat-faba bean intercropping: development and sensitivity analysis of a minimalist mixture model. *Plant and Soil*, 455(1–2), p. 203–226. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04668-0>
8. Bimšteine, G., Bankina, B. (2017). Neīstā miltrasa lauka pupu sējumos. No: *Ražas svētki “Vecauce – 2017”*: Lauksaimniecības zinātne Latvijas simtgades gaidās, Zinātniskā semināra rakstu krājums (2017. g. 2. nov.). Jelgava: LLU, 13.–16. lpp.
9. Bonelli, L.E., Monzon, J.P., Cerrudo, A., Rizzalli, R.H., Andrade, F.H. (2016). Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crops Research*, 198, p. 215–225.
10. Brauna-Morževska, E., Bankina, B., Kaņeps, J. (2019). *Botrytis* genus fungi as causal agents of legume diseases: a review. In: *Research for Rural Development 2019: annual 25th International scientific conference proceedings*, Jelgava, Latvia, 15–17 May, Vol. 2, p. 63–69.
11. Cazzato, E., Tufarelli, V., Ceci, E., Stellaci, A.M., Laudadio, V. (2014). Quality, yield and nitrogen fixation of faba bean seeds as affected by sulfur fertilization. *Acta Agricultura Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 62(8), p. 732–738. <https://dx.doi.org/10.1080/09064710.2012.698642>.
12. Darguza, M., Gaile, Z. (2020a). Comparison of energy output produced in different crop rotations. In: *Book of Abstracts of XXI European Society for Agronomy congress: Smart agriculture for great human challenges*. Sevilla, Spain, 1–3 September, 2020 [virtual congress]. University of Sevilla Sevilla, 2020. p. 130.
13. Darguza, M., Gaile, Z. (2020b). Ziemas kviešu ražība dažādās augu maiņās un augsnes apstrādes sistēmās. No: *Ražas svētki “Vecauce – 2020”*: Pētniecība COVID–19 ēnā, Zinātniskā semināra rakstu krājums (2020. g. 5. nov.). Jelgava: LLU, 21.–24. lpp.
14. Dubova, L., Šenberga, A., Alsīņa, I. (2015). The effect of double inoculation on the broad beans (*Vicia faba* L.) yield quality. *Research for rural development 2015: annual 21st international scientific conference proceedings*, Jelgava, Latvia, 13-15 May, 1, p.34–39
15. Dubova, L., Šenberga, A., Alsīņa, I., Sergejeva, D. (2016). Simbiotiskās sistēmas efektivitātes izvērtējums pupu (*Vicia faba* L.) sējumos. *Ražas svētki „Vecauce – 2016”*, 20.–23. lpp.
16. El-Hendawy, S., Shaban, W., Sakagami J.-I. (2010). Does treating faba bean seeds with chemical inducers simultaneously increase chocolate spot disease resistance and yield under field conditions? *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34, 475–485.

17. El-Metwally, I.M., Abdelhamid, M.T. (2008). Weed control under integrated nutrient management system in faba bean (*Vicia faba*) production in Egypt. *Planta Daninha, Viçosa-MG*, 26(3), p. 585–594.
18. French, R.J. (2010). The risk of vegetative water deficit in early-sown faba bean (*Vicia faba* L.) and its implications for crop productivity in a Mediterranean-type environment. *Crop and Pasture Science*, 61(7), p. 566–577.
19. Frenda, A.S., Ruisi, P., Saia, S., Frangipane, B., Di Miceli, G., Amato, G., Giambalvo, D. (2013). The Critical Period of Weed Control in Faba Bean and Chickpea in Mediterranean Areas. *Weed Science*, 61(3), p. 452–459. <https://doi.org/10.1614/WS-D-12-00137.1>
20. Grain Research & Development Corporation (2017). *GRC D Grownotes™. Faba Bean. Section 6: Weed Control*. 32 p. Retrieved: 10 November 2020, from [https://grdc.com.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0027/369144/GrowNote-Faba-Bean-West-6-Weed-control.pdf](https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file/0027/369144/GrowNote-Faba-Bean-West-6-Weed-control.pdf).
21. De Mastro, F., Traversa, A., Brunetti, G., Debiase, G., Cocozza, C., & Nigro, F. (2020). Soil culturable microorganisms as affected by different soil managements in a two year wheat-faba bean rotation. *Applied Soil Ecology*, 149(September 2019). <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103533>.
22. Kaņeps, J., Brauna-Morževska, E., Bankina, B., Bimšteine, G., Neusa-Luca, I. (2020). *Botrytis cinerea* un *B. pseudocinerea* – nozīmīgi pupu brūnplankumainības ierosinātāji. No: *Ražas svētki “Vecauce – 2020”: Pētniecība COVID–19 ēnā*, Zinātniskā semināra rakstu krājums (2020. g. 5. nov.). Jelgava: LLU, 37.–40. lpp.
23. Karkanis, A., Ntatsi, G., Lapse, L., Fernandez, J.A., Vagen, I.M., Rewald, B., Alsiņa, I., Kronberga, A., Balliu, A., Olle, M., Bodner, G., Dubova, L., Rosa, E., Savvas, D. (2018). Faba bean cultivation – revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontiers in Plant Science*, 9(1115). <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01115>.
24. Kaschuk G., Leffelaar P., Giller K., Alberton O., Hungria M., Kuyper T.W. (2010). Responses of legumes to rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi: A meta-analysis of potential photosynthate limitation of symbioses. *Soil Biology and Biochemistry*, 42, p. 125–127.
25. Kavurmaci, Z., Karavadut, U., Konten, K., Bakoglu, A. (2010). Determining critical period of weed-crop competition in faba bean (*Vicia faba*). *Int. J. Agric. Biol.*, 12, p. 318–320.
26. Knezevic, S.Z., Evans, S.P., Blankenship, E.E., Van Acker R.C. and Lindquist, J.L. (2002). Critical period for weed control: The concept and data analysis. *Weed Sci.*, 50, p. 773–786.
27. Köpke, U., & Nemecek, T. (2010). Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*, 115(3), 217–233. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.012>
28. Kumar, B. (2012). Integrated disease management of faba bean (*Vicia faba* L.). In: *Faba bean (Vicia faba L.): a potential Leguminous crop of India*. Patna (India): ICAR Research Complex for Eastern Region, p. 279–301.
29. Laguerre, G., Depret, D., Bourion, V., Duc, G. (2007) *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* genotypes interact with pea plants in developmental responses of nodules, roots and shoots. *New Phytol.*, 176, p. 680–690. DOI:10.1111/j.1469-8137.2007.02212.x
30. Landry, E.J., Coyne, C.J., McGee, R.J., Hu, J. (2016). Adaptation of Autumn-Sown Faba Bean Germplasm to Southeastern Washington. *Agronomy Journal*, 108(1), p. 301–308.
31. Lindström, K., Murwira, M., Willems, A., Altier, N. (2010). The biodiversity of beneficial microbe-host mutualism: the case of rhizobia. *Research in Microbiology*, 61, p. 453–463. DOI: 10.1016/j.resmic.2010.05.005

32. Lizarazo, C.I., Yli-Halla, M., Stoddard, F.L. (2015). Pre-crop effects on the nutrient composition and utilization efficiency of Faba bean (*Vicia Faba*) and Narrow-Leafed lupin (*Lupinus Angustifolius*). In: *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 103, p. 311–327.
33. Loss, S.P., Siddique, K.H.M., Jettner, R., Martin, L.D. (1998). Responses of faba bean (*Vicia faba* L.) to sowing rate in south-western Australia. I. Seed yield and economic optimum plant density. *Australian Journal of Agriculture Research*, 49, p. 989–997.
34. Materon, L.A., Weaver, R.W. (1985). Inoculant Maturity Influences Survival of Rhizobia on Seed. *Applied and Environmental Microbiology*, 49, p. 465–467.
35. McDonald, G.K., Adisarwanto, T., Knight, R. (1994). Effect of time of sowing on flowering in faba bean (*Vicia faba*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34., p. 395–400.
36. Micek, P., Kowalski, Z.M., Kulig, B., Kanski, J., & Slota, K. (2015). Effect of variety and plant protection method on chemical composition and *in vitro* digestibility of faba bean (*Vicia faba*) seeds. *Ann. Anim. Sci.*, 15(1), p. 143–154.
37. Munoz-Romero, V., Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, R.J. (2011). Faba bean root growth in a Vertisol: Tillage effects. *Field Crops Research*, 120, p. 338–344. doi:10.1016/j.fcr.2010.11.008
38. Plūduma-Pauniņa, I., Gaile, Z. (2020). Sējas laika ietekme uz lauka pupu ražu 2019. g. No: *Ražas svētki "Vecauce – 2020": Pētniecība COVID–19 ēnā, Zinātniskā semināra rakstu krājums* (2020. g. 5. nov.). Jelgava: LLU, 44.–47. lpp.
39. Plūduma-Pauniņa, I., Gaile, Z. (2019a). Sowing time effect on formation of faba bean yield in 2018. In: *Scientific Conference of PhD Students. Book of Abstracts*, Slovakia, Nitra, p. 67.
40. Plūduma-Pauniņa, I., Gaile, Z. (2019b). Faba bean quality depending on sowing time. *In: The International Conference of Young Scientists "Young scientists for advance of agriculture"*: abstracts, Vilnius, Lithuania, Nov. 14, Division of agricultural and forestry sciences of the Lithuanian Academy of Sciences. Vilnius, p.19.
41. Plūduma-Pauniņa, I., Gaile, Z., Bankina, B., Balodis, R. (2018). Field bean (*Vicia faba* L.) yield and quality depending on some agrotechnical aspects. *Agronomy Research*, 16(1), p. 212–220.
42. Plūduma-Pauniņa, I., Gaile, Z., Bankina, B., Balodis, R. (2019). Variety, seeding rate and disease control affect faba bean yield components. *Agronomy Research*, 17(2), p. 621–634.
43. Raymond, R., McKenzie, K., Rachaputi, R. (2016) Faba bean agronomy: Ideal row spacing and time of sowing. [tiešsaiste] [skatīts: 07.11.2020.] <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grdc-update-papers/tab-content/grdc-update-papers/2016/03/faba-bean-agronomy-ideal-row-spacing-and-time-of-sowing>.
44. Rodriguez, C., Carlsson, G., Englund, J. E., Flöhr, A., Pelzer, E., Jeuffroy, M. H., ... Jensen, E. S. (2020). Grain legume-cereal intercropping enhances the use of soil-derived and biologically fixed nitrogen in temperate agroecosystems. A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, 118(April). <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126077>.
45. Romaneckas, K., Kimbirauskiene, R., Adamavičiene, A., Jasinskas A. (2018). Impact of soil tillage intensity on faba bean cultivation. In: *Conference Proceedings: 17th International Scientific Conference Engineering for Rural Development*, 23–25 May 2018, Jelgava, LLU, pp. 34–38. DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N034
46. Roubinet, E. (2016). *Management of the broad bean weevil (Bruchus rufimanus Boh.) in faba bean (Vicia faba L.)*. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology. 18 p.

47. Saleh, M.A., Zaman, S., & Kabir, G. (2013). Yield response of black gram to inoculation by different Rhizobium strains using various types of adhesives. *Asian Journal of Biological Sciences*, 6(3), p. 181–186. DOI: 10.3923/ajbs.2013.181.186.
48. Stoddard, F.L., Nicholas, A.H., Rubiales, D., Thomas, J., Villegas-Fernandez, A.M. (2010). Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research*, 115, p. 308–318.
49. Sute, I. (s.a.). *Effect of insecticide treatments on crop damage by the faba bean beetle in faba beans depending on the application date and application technique*. Standort Soest: South Westphalia University of Applied Science. 19 p.
50. Šarauskis, E., Romaneckas, K., Jasinskas, A., Kimbirauskienė, R., & Naujokienė, V. (2020). Improving energy efficiency and environmental mitigation through tillage management in faba bean production. *Energy*, 209(118453), p. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118453>
51. Somasegaran P., Hoben H.J. (1994). Handbook for rhizobia: methods in Legume-rhizobium technology. *Springer-Verlag*, p. 1–75.
52. Šenberga A., Dubova L., Alsina I., Strauta L. (2015). The effect of Rhizobium leguminosarum strain genotype on host plant phenotypic expression. *Nordic View to Sustainable Rural Development, 25th Congress, Rīga*.
53. Šenberga A., Dubova L., Alsina I., Strauta L. (2017) Rhizobium sp. – a Potential Tool for Improving Protein Content in Peas and Faba Beans. *Rural Sustainability Research*, 37(332), p. 2–9. DOI: <https://doi.org/10.1515/plua-2017-0001>
54. Šenberga, A., Dubova, L., Alsina, I. (2018). Germination and growth of primary roots of inoculated bean (*Vicia faba*) seeds under different temperatures. *Agronomy Research* 16(1), p. 243–253, <https://doi.org/10.15159/AR.18.024>
55. Temprano, F.J., Albareda, M., Camacho, M., Daza, A., Santamaria, C., Rodriguez-Navarro, D. (2002). Survival of seven Rhizobium/Bradyrhizobium strains on different inoculant formulations and inoculated seeds. *Int. Microbiol.*, 5, p. 81–86.
56. Terpolilli J.J., Hood G.A., Poole P.S. (2012). What determines the Efficiency of N<sub>2</sub> – Fixing Rhizobium-Legume Symbioses? *Advances in Microbial Physiology*, 60, p. 325–389.
57. Thalji, T. (2006). Impacts of row spacing on faba bean L. growth under Mediterranean rainfed conditions. *Journal of Agronomy*, 5(3), p. 527–532.
58. Xing, H., Liu, D. L., Li, G., Wang, B., Anwar, M. R., Crean, J., ... Yu, Q. (2017). Incorporating grain legumes in cereal-based cropping systems to improve profitability in southern New South Wales, Australia. *Agricultural Systems*, 154(November 2016), p. 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.03.010>.
59. Yucel, D.O. (2013). Optimal intra-row spacing for production of local faba bean (*Vicia faba* L. *Major*) cultivars in the Mediterranean conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 45(6), p. 1933–1938.
60. Воробьев, В.А. (1998). Симбиотическая азотфиксация и температура. Новосибирск: Наука. Сиб.РАН, - 128 с.
61. Жизневская Г.Я. (1972). Медь, молибден и Железо в азотном обмене бобовых растений. Москва, Наука, с. 336.

### 3. Lauka pupu slimību izplatības izvērtējums atkarībā no sējas laika, izsējas normas un šķirnes

LegumeGap projekta otrajā gadā turpināta lauka pupu slimību izplatības izvērtēšana atkarībā no sējas laika, izsējas normas, šķirnes un fungicīdu lietošanas. Lauka pupu slimības un to ierobežošanas iespējas 2020. gadā pētītas LLU Lauksaimniecības fakultātes MPS “Pēterlauki”, kur iekārtoti plaši izmēģinājumi lauka pupu agrotehnisko paņēmieni izvērtēšanai, kuri tiks apkopoti Ievas Plūdumas-Pauniņas promocijas darbā. Lauka pupu slimību pētniecība ir viena daļa no šiem pētījumiem.

Slimības uzskaitītas regulāri, pēc pirmo pazīmju parādīšanās, attīstības pakāpe novērtēta ballēs (no 0 – slimības pazīmju nav; līdz 9 – augs ir nokaltis). Slimību attīstības pakāpes uzskaites izmantotas, lai aprēķinātu **laukumu zem slimības attīstības līknes** jeb AUDPC (*area under diseases progress curves*), kas parāda slimības ietekmi visā veģetācijas periodā. AUDPC aprēķina pēc formulas (1):

$$AUDPC = \sum_{n-1} \left[ \frac{x_1 + x_2}{2} * (t_1 - t_2) \right] \quad (1)$$

kur AUDPC – laukums zem slimības attīstības līknes;

n – uzskaites reizes;

x – slimības attīstības pakāpe uzskaites reizē;

t1 – t2 – laika periods starp uzskaites reizēm.

Pētāmo faktoru ietekmi uz slimību attīstību nosaka, veicot AUDPC vērtību statistisko apstrādi, izmantojot ANOVA dispersijas analīzi.

Fungicīdu efektivitāti novērtēja, aprēķinot to lietošanas tehnisko efektivitāti pēc formulas (2):

$$T = \frac{(k-v)*100}{k}, \quad (2)$$

kur T – tehniskā efektivitāte,

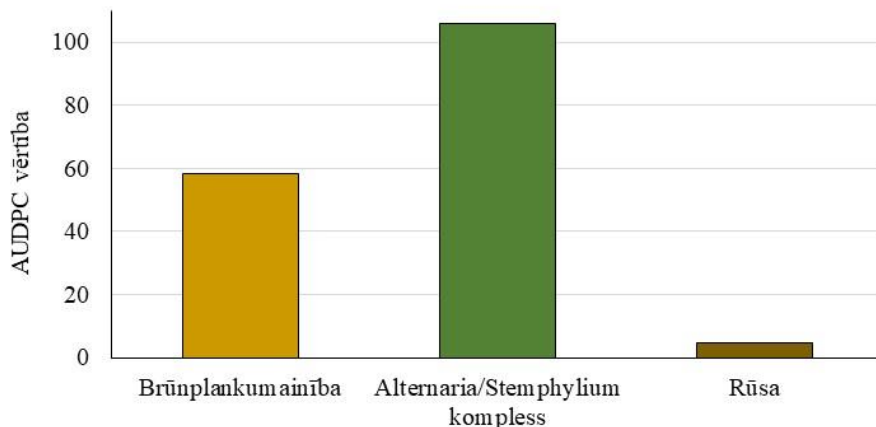
k – AUDPC variantā, kur fungicīdi nav lietoti;

v – AUDPC variantā, kur fungicīdi lietoti.

Izmēģinājumos novērtēta četru faktoru ietekme uz slimību attīstību: šķirnes; sējas laiks, izsējas norma; fungicīdu lietošana.

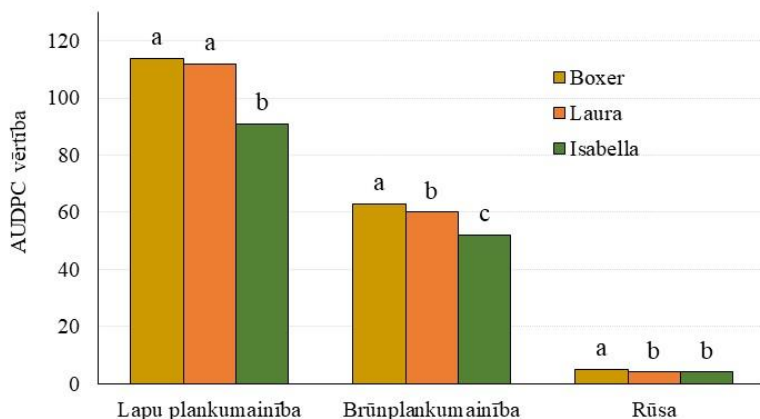
Slimību ierosinātāju identifikācija veikta Augu patoloģijas laboratorijā, kur no inficētajām lapām iegūtas patogēnu tīrkultūras. Tīrkultūru iegūšanai inficēto lapu gabaliņi sterilos apstākļos tiek novietoti Petri platēs uz kartupeļu dekstrozes agara (PD), pēc tam sēnes tiek vairākkārt pārsētas, līdz iegūti viendabīgi izolāti. Izolātus identificē pēc koloniju struktūras, micēlija krāsas, sklerociju esamības un konīdiju uzbūves, ja tādas ir.

2020. gada sezonā lauka pupu sējumos dominēja lapu plankumainība, ko ierosina *Alternaria/Stemphylium* ģinšu sēņu kompleks. Otra nozīmīgākā slimība bija lapu brūnplankumainība, ko ierosina *Botrytis* spp. Sējumos bija sastopama arī rūsa (ier. *Uromyces viciae-fabae*), bet tās attīstības pakāpe nebija nozīmīga (9. att.).



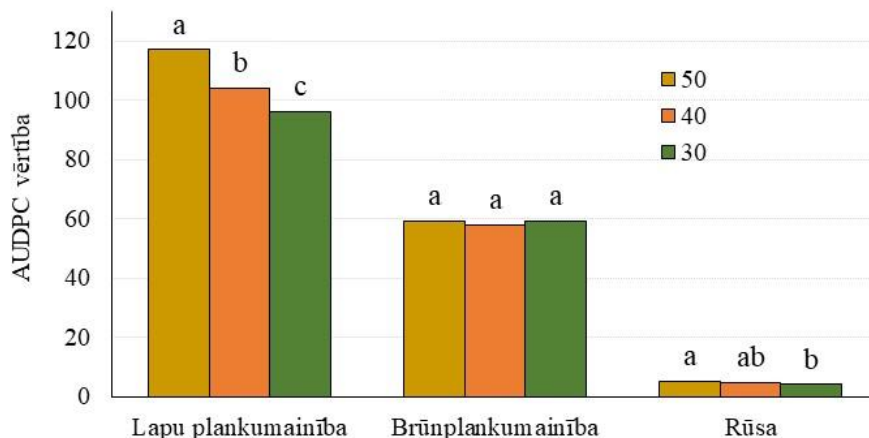
**9. attēls. Lauka pupu slimības 2020. gadā**

Visu trīs slimību attīstību būtiski ietekmēja šķirne ( $p < 0.001$ ), visos gadījumos slimību attīstības pakāpe bija zemāka 'Isabella' šķirnes sējumos (10. att.).



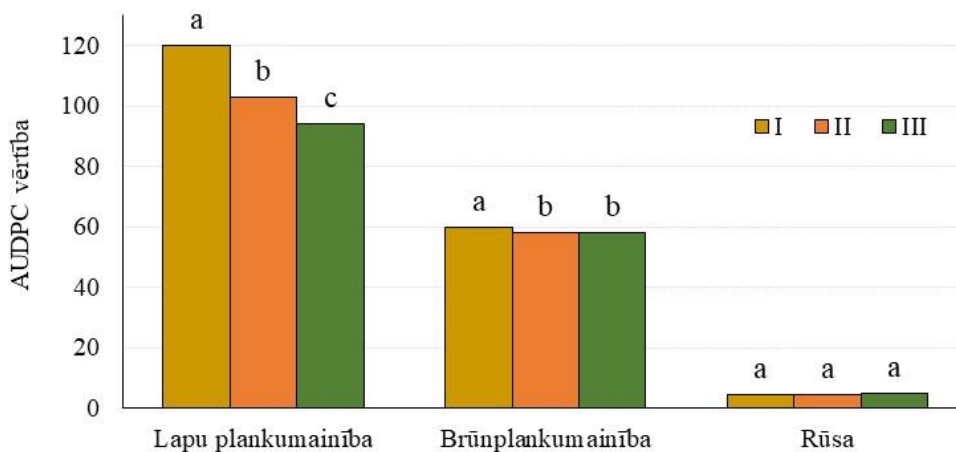
**10. attēls. Slimību attīstība atkarībā no šķirnes.**

Izsējas norma būtiski ietekmēja tikai lapu plankumainības attīstību (11. att.). Lielāka lapu plankumainības (ier. *Alternaria/Stemphylium*) attīstība bija augstāka, ja izsējas norma bija lielāka. Tas nozīmē, ka tieši lapu plankumainības attīstību ietekmē meteoroloģiskie apstākļi un mikroklīmats. Biezākos sējumos relatīvais gaisa mitrums ir lielāks, līdz ar to ir bijusi lielāka iespēja konīdiju dīgšanai. Brūnplankumainības attīstības pakāpe nebija atkarīga no izsējas normas. Statistiski rūsas attīstība arī bija lielāka biezākos sējumos, taču realitātē attīstības pakāpe bija pārāk zema, lai varētu izdarīt secinājumus.



**11. attēls. Lauka pupu slimību attīstība atkarībā no izsējas normas (sēklas m<sup>-1</sup>).**

2020. gadā sējas laiks būtiski ietekmēja lauka pupu slimību attīstības pakāpi (12. att.).

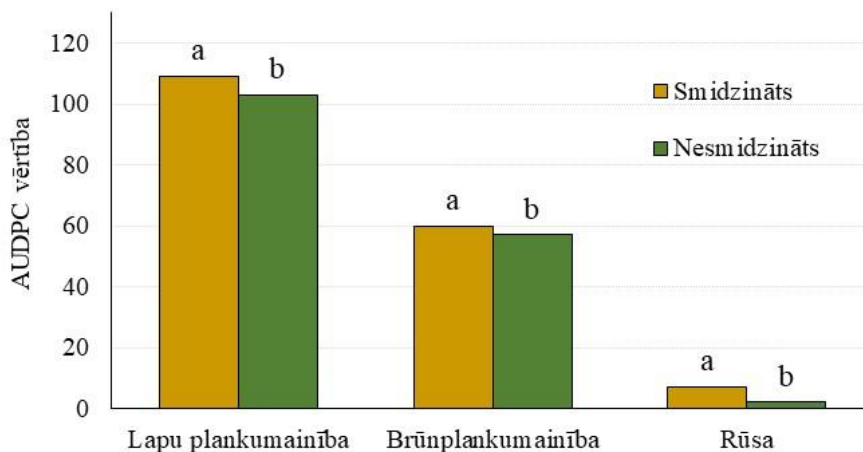


**12. attēls. Lauka pupu slimību attīstība atkarībā no sējas laika.**

Lapu plankumainības un brūnplankumainības attīstības pakāpe bija augstāka, ja pupas sētas agrāk. Attiecībā uz brūnplankumainību starpība nav liela, taču lapu plankumainība visstraujāk attīstījās agrākajos sējumos un lēnāk – vēlākajā sējumā. Iespējamais iemesls – biežāks sējumu un attiecīgi uz lapām ilgāk saglabājas mitrums, iespējams, arī gaisa relatīvais mitrums ir bijis augstāks.

Fungicīdu lietošana statistiski būtiski ierobežoja visas lauka pupu slimības (13. att.), tomēr efektivitāte bija ļoti zema (4. tab.).





13. attēls. Lauka pupu slimību attīstība atkarībā no fungicīdu smidzinājuma.

4. tabula.

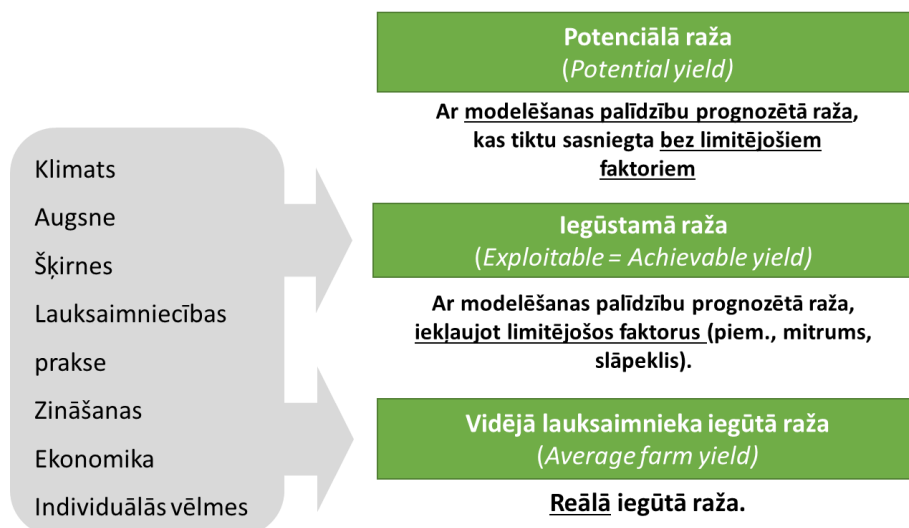
#### Lauka pupu slimību ierobežošanas tehniskā efektivitāte

Slimības nosaukums	Tehniskā efektivitāte, %
Brūnplankumainība (ier. <i>Botrytis</i> spp.)	5.5
Lapu plankumainība (ier. <i>Alternaria/Stemphylium</i> komplekss)	5.0
Rūsa (ier. <i>Uromyces viciae-fabae</i> )	71.4

Ierobežošanas zemā efektivitāte skaidrojama ar fungicīdu lietošanas laiku, ilgstoša lietus dēļ fungicīds tika smidzināts pārāk vēlu, tāpēc abu lapu plankumainību attīstību būtiski ietekmēt nevarēja. Turpretim rūsa tika ierobežota efektīvi, jo Latvijas apstākļos rūsa parādās tikai sēkļu gatavošanās laikā. Tomēr jāņem vērā, ka līdz šim veiktajos pētījumos Latvijas apstākļos rūsa nekad nav bijusi postīga, un fungicīds ir nepieciešams abu plankumainību ierobežošanai.

#### 4. Aptaujas izveide – identificējot lauksaimnieku pieredzi, audzējot lauka pupas un soju

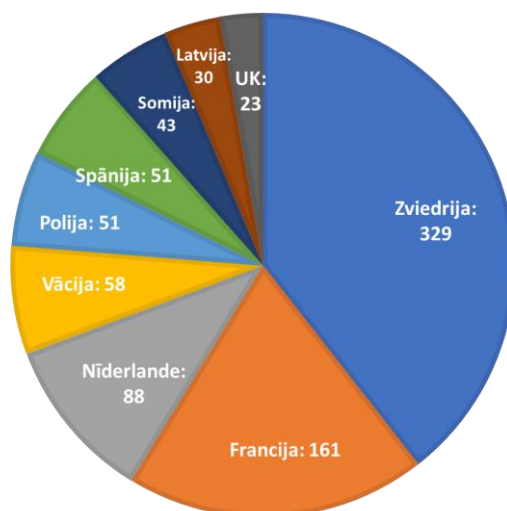
Projekta ietvaros tika izveidota aptauja, lai izvērtētu lauksaimnieku pieredzi pākšaugu audzēšanā. Aptaujas mērķis ir identificēt galvenos faktorus, kuri nosaka augstāku pākšaugu ražas iegūšanu, un, kuri būtu svarīgi, lai varētu samazināt ražas mainīgumu. Aptaujas izveidošanas sākumposmā tika definēti dažādu terminu nozīme, kā arī to, kurus tieši ražas ietekmējošos faktorus ar šīs aptaujas palīdzību vēlamies noskaidrot. Raža tika iedalīta (14. att.): 1) **potenciālajā ražā**, kas tiek prognozēta ar modelēšanas palīdzību – tā ir raža, kas tiktu sasniegta bez limitējošiem faktoriem; 2) **iegūstamajā ražā** – raža, kas arī tiek prognozēta ar modelēšanas palīdzību, iekļaujot potenciālos limitējošos faktorus; 3) **vidējā lauksaimnieka iegūtajā ražā** – reālā iegūtā raža, kuru ietekmē ļoti dažādi faktori. Projekta aptaujas mērķis bija identificēt šos faktorus, kas ietekmē iegūstamo ražu.



**14. attēls. Ražas definīciju iedalījums un ražu ietekmējošie faktori.**

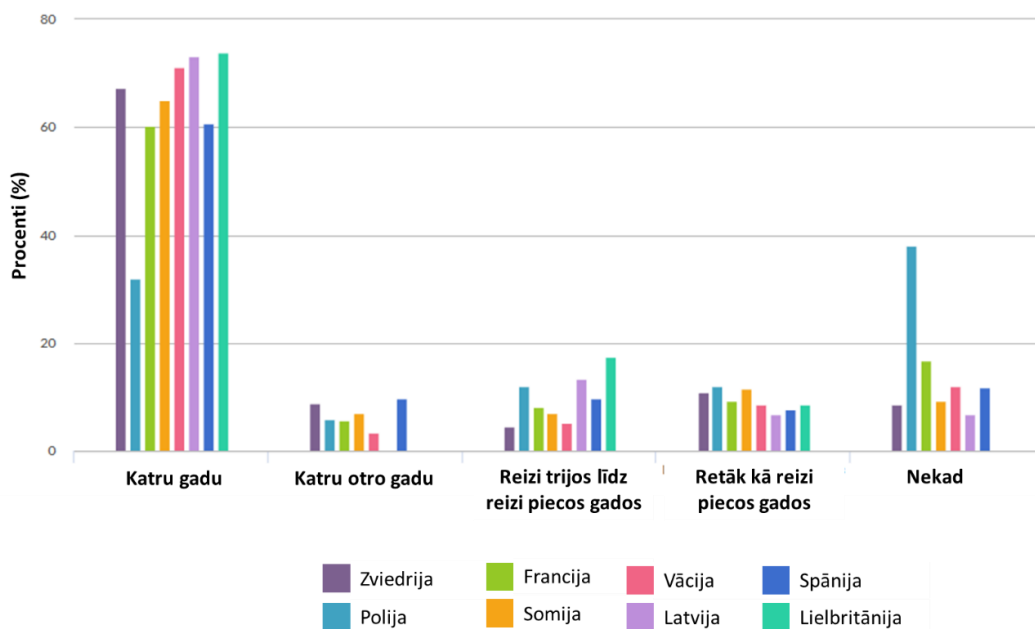
Aptauja tika veidota, sadarbojoties visiem iesaistītajiem partneriem. Aptauja aptver plašu spektru jautājumu, lai varētu izvērtēt lauksaimnieku pieredzi, audzējot pākšaugus. Aptaujas gatavā versija latviešu valodā ir aplūkojama 1. pielikumā, kā arī ir pieejama <https://www.surveygizmo.eu/s3/90220084/Latviski>. Aptauju plānots slēgt 2021. gada februārī. Sākotnēji to bija plānots pabeigt šajā gadā, bet, sakarā ar jaunā vīrusa Covid-19 izplatības pirmo uzliesmojumu, iespēja aptauju izplatīt un popularizēt tika aizkavēta. Aptauja tika uzsākta 2020. gada martā, astoņās Eiropas Savienības valstīs – Latvijā, Somijā, Nīderlandē, Polijā, Vācijā, Spānijā, Francijā un Zviedrijā, kā arī Lielbritānijā.

Līdz šim saņemtas 1867 atbildes, 40% no tām ir pilnīgi aizpildītas. No Latvijas saņemtas 30 lauksaimnieku atbildes (15. att.), kas salīdzinājumā ar citām valstīm, rēķinot uz valsts iedzīvotāju skaitu, ir salīdzinoši daudz.



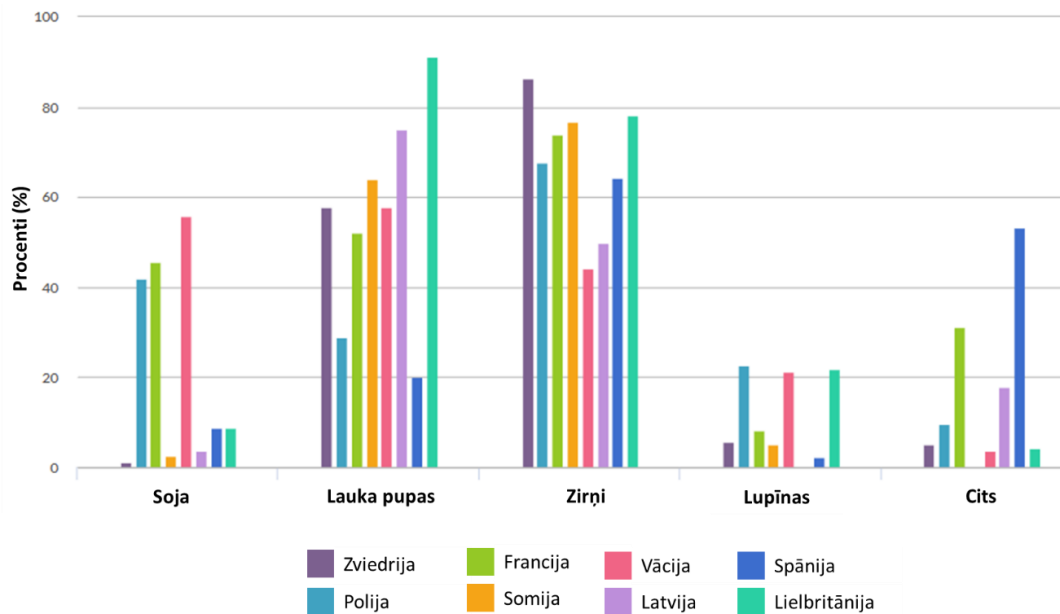
**15. attēls. Lauksaimnieku aptaujas pilnīgi aizpildīto aptauju skaita sadalījums pa valstīm.**

Uz jautājumu, cik bieži saimniecībā tiek audzēti pākšaugi (16. att.), lielākā daļa lauksaimnieku, tajā skaitā arī Latvijas, pākšaugus audzē katru gadu. Starp Latvijas lauksaimniekiem, kas izpildījuši aptauju, neliela daļa audzē pākšaugus reizi trijos līdz reizi piecos gados, vai retāk kā reizi piecos gados. Neliela daļa aptauju aizpildījušie Latvijas lauksaimnieki atzīmējuši, ka neaudzē pākšaugus.



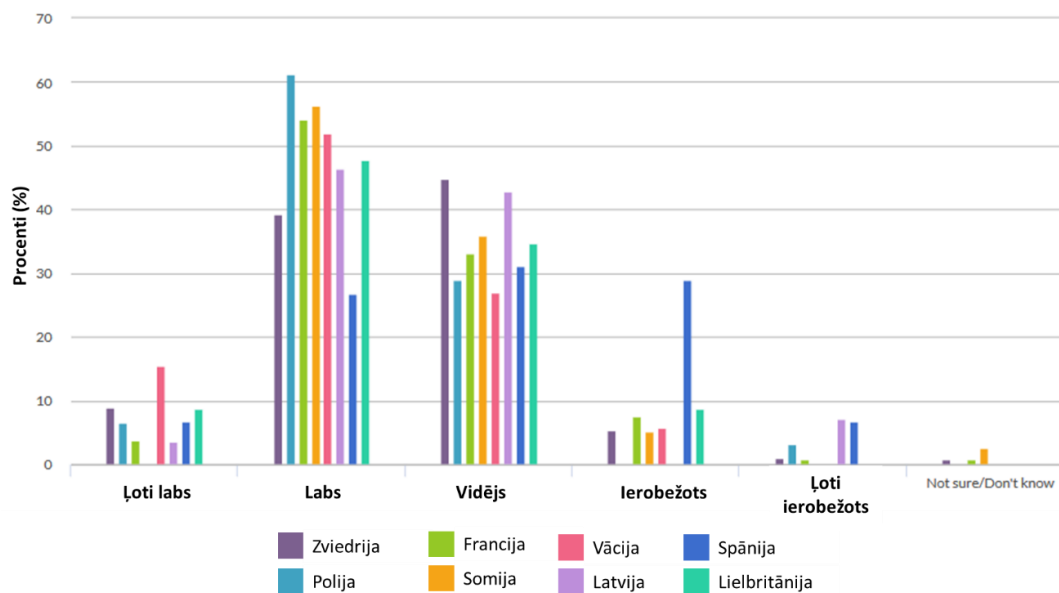
**16. attēls. Pākšaugu audzēšanas biežums aptaujā iesaistītajās valstīs.**

Par to, kādi tieši pākšaugi tiek audzēti (17. att.) – Latvijā, līdzīgi, kā citās valstīs, dominē lauka pupas un zirņi. Soja, starp aptaujas respondentiem no Latvijas, tiek audzēta maz, lupīnu audzētāju starp respondentiem nav bijis neviena. Savukārt, gandrīz 20% aptaujāto Latvijas lauksaimnieki atzīmējuši, ka audzē kādus citus, jautājumā nepieminētos pākšaugus.



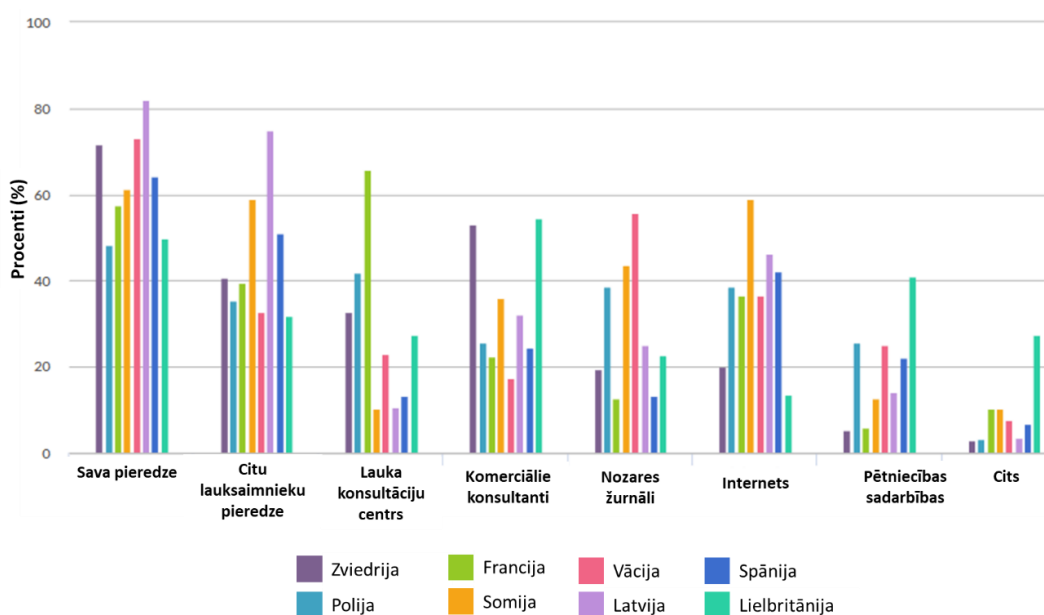
17. att. Saimniecībās audzētie pākšaugi aptaujā iesaistītajās valstīs.

Vaicājot par zināšanu un iemaņu līmeni, lauksaimnieki, tajā skaitā Latvijas lauksaimnieki, to novērtējuši lielākoties kā labu vai vidēju (18. att.). Izņēmums ir Spānijas Lauksaimnieki, kuri savu zināšanu līmeni ir novērtējuši vienlīdz lielā daudzumā kā labu, vidēju, kā arī ierobežotu.



17. att. Lauksaimnieku zināšanu un iemaņu līmeņa pašnovērtējums.

Jautājot par to, kur tiek iegūta informācija par pākšaugu audzēšanu (18. att.), tika noskaidrots, ka lauksaimnieki lielākoties balstās uz paši savu, vai citu lauksaimnieku pieredzi. Īpaši izteikti to var novērot Latvijas gadījumā. Kā citi būtiski avoti starp Latvijas lauksaimniekiem tiek norādīts arī internets, komerciālie konsultanti un nozares žurnāli. Par mazāk būtisku informācijas avotu aptaujātie Latvijas lauksaimnieki uzskata informāciju, ko sniedz lauka konsultāciju centrs un pētniecības sadarbības ar zinātniekiem.



18. attēls. Lauksaimnieku informācijas avoti par pākšaugu audzēšanu.

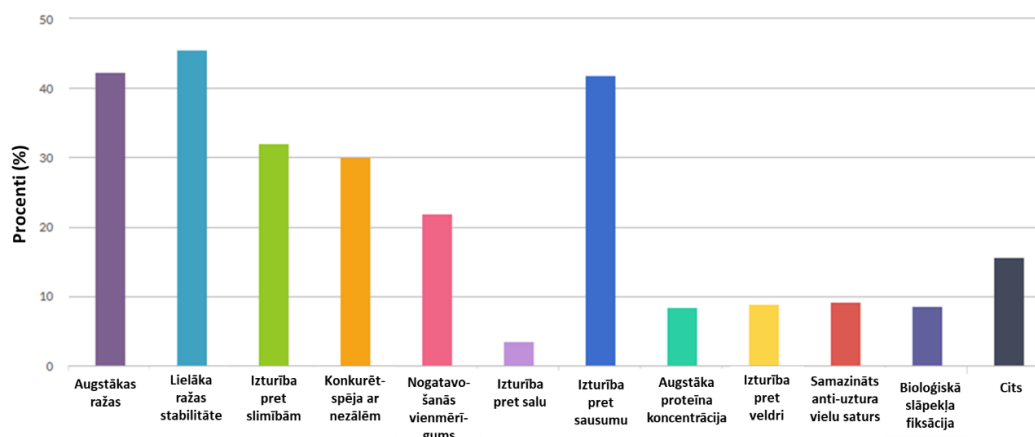
Lauksaimnieki aptaujas ietvaros novērtēja lauka pupu un sojas ražu svārstīgumu, salīdzinājumā ar citiem laukaugiem. Apkopojot visu anketā iesaistīto valstu aptauju rezultātus, tika noskaidrots, ka lielākoties lauksaimnieki novērtē lauka pupu ražu kā svārstīgāku, salīdzinājumā ar ziemājiem un vasarājiem. Savukārt sojas raža tika novērtēta kā nedaudz svārstīgāka, vai tik pat svārstīga kā citi laukaugi (19. att.).

		Daudz svārstīgāka	Nedaudz svārstīgāka	Tik pat svārstīga	Mazāk svārstīga	Daudz mazāk svārstīga	Nezina	Kopējais atbilstošu skaits
Lauka pupas	Salīdzinājumā ar ziemājiem	117	110	75	14	4	29	349
	Atbilstošu skaits	33.5%	31.5%	21.5%	4.0%	1.1%	8.3%	
	Procenti (%)							
	Salīdzinājumā ar vasarājiem	68	133	91	22	5	31	350
Atbilstošu skaits	19.4%	38.0%	26.0%	6.3%	1.4%	8.9%		
Procenti (%)								
Soja	Salīdzinājumā ar ziemājiem	18	36	34	10	5	8	111
	Atbilstošu skaits	16.2%	32.4%	30.6%	9.0%	4.5%	7.2%	
	Procenti (%)							
	Salīdzinājumā ar vasarājiem	8	31	45	12	4	11	111
Atbilstošu skaits	7.2%	27.9%	40.5%	10.8%	3.6%	9.9%		
Procenti (%)								

19. attēls. Lauksaimnieku novērtējums sojas un lauka pupu ražas svārstīgumam salīdzinājumā ar citiem laukaugiem.

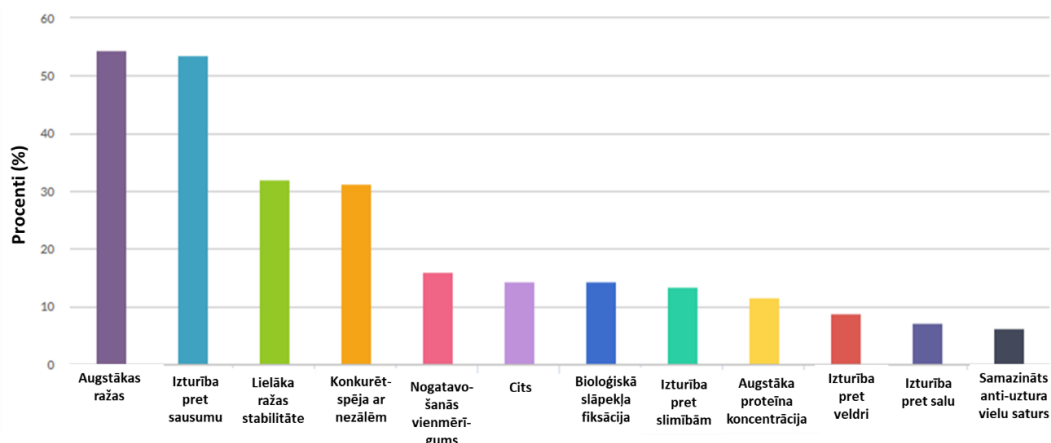
Lauksaimniekiem tika vaicāts, kādi ir galvenie aspekti, lai lauka pupu šķirnes būtu piemērotākas audzēšanai (20. att.). Kā būtiskākos, lauksaimnieki minēja – šķirnes, kas uzrāda augstākas ražas, lielāku ražas stabilitāti, kā arī labāku izturību pret sausumu. Arī izturība pret

slimībām, konkurētspēja ar nezālēm, kā arī nogatavošanās vienmērīgums tika minēti kā svarīgi faktori šķirņu izvēlei.



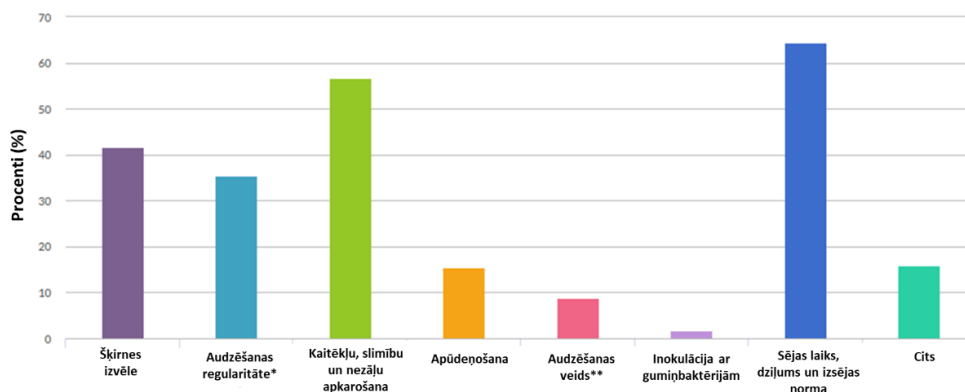
**20. attēls. Galvenie aspekti lauka pupu šķirņu piemērotībai no lauksaimnieku skatu punkta.**

Līdzīgi, arī sojas gadījumā (21. att.), kā būtiskākie faktori šķirņu piemērotībai tika minēti – augstākas ražas un izturība pret sausumu. Kā būtiski faktori tika minēti arī lielāka ražas stabilitāte un konkurētspēja ar nezālēm.



**21. attēls. Galvenie aspekti lauka pupu šķirņu piemērotībai no lauksaimnieku skatu punkta.**

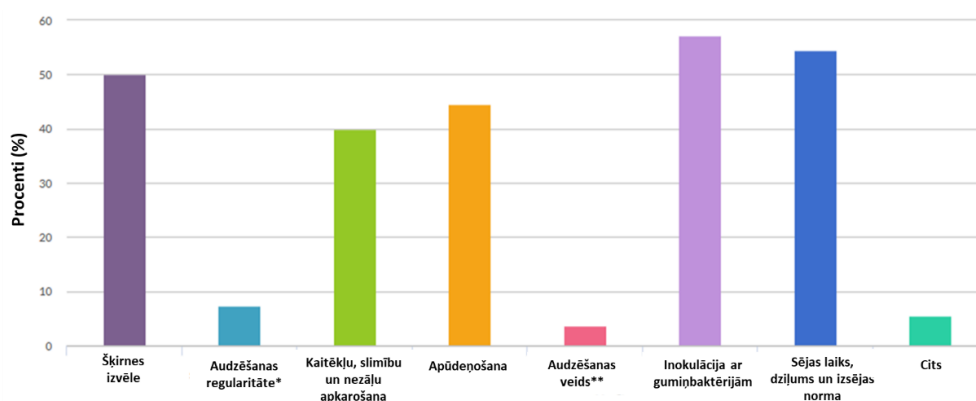
Pēc aptaujāto lauksaimnieku novērtējuma, galvenie faktori, kas ietekmē lauka pupu ražu ir (22. att.), pirmkārt, sējas laiks, dziļums un izsējas norma, otrkārt, kaitēkļu, slimību un nezāļu apkarošana, kā arī būtisku lomu ieņem šķirnes izvēle un tipiskais starplaiks starp lauka pupu audzēšanu vienā un tajā pašā laukā. Lauka pupu gadījumā vismazākā nozīme tiek piešķirta inokulācijai ar gumiņbaktērijām.



\* – tipiskais starplaiks starp lauka pupu audzēšanu vienā un tajā pašā laukā)  
 \*\* – (piem., lauka pupu audzēšana ar vienu vai vairākiem laukaugiem kopā)

## 22. attēls. Galvenie faktori, kas pēc lauksaimnieku pieredzes ietekmē lauka pupu ražu.

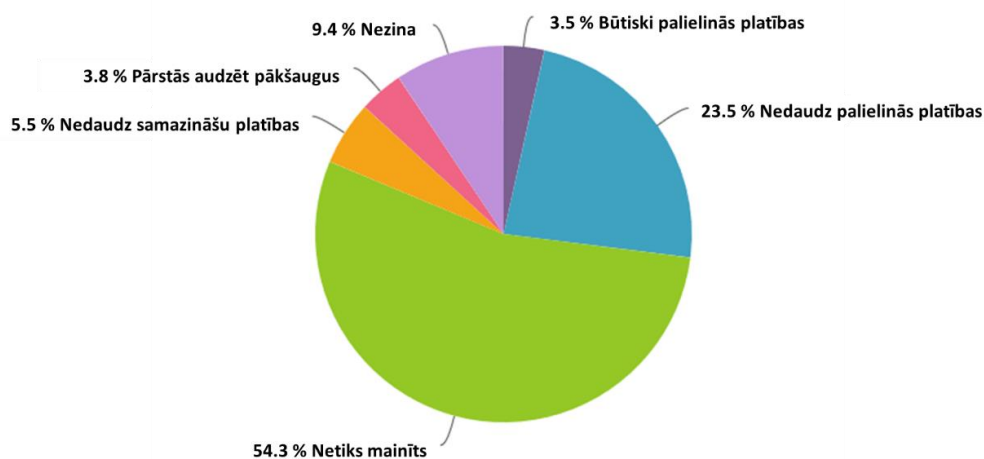
Savukārt, par sojas ražu ietekmējošajiem faktoriem (23. att.), aptaujātie lauksaimnieki kā būtiskāko ir atzīmējuši sojas sēklu inokulācija ar gumiņbaktērijām, tad, līdzīgi kā lauka pupām – sējas laiks, dziļums un izsējas norma, kā arī šķirnes izvēle un apūdeņošanas sistēma, tiek novērtēta kā nozīmīga, audzējot soju.



\* – tipiskais starplaiks starp lauka pupu audzēšanu vienā un tajā pašā laukā)  
 \*\* – (piem., lauka pupu audzēšana ar vienu vai vairākiem laukaugiem kopā)

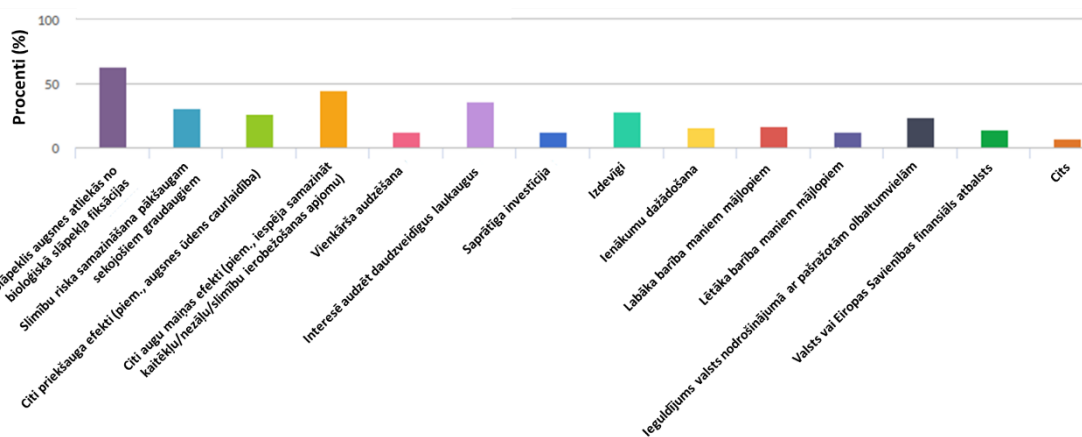
## 23. attēls. Galvenie faktori, kas pēc lauksaimnieku pieredzes ietekmē sojas ražu.

Lauksaimniekiem tika jautāts ne tikai par līdzšinējo pieredzi, bet arī par **nākotnes plāniem**, audzējot pākšaugus. Attiecībā uz pākšaugiem atvēlēto platību saimniecībā (24. att.), lielākā daļa aptaujātie lauksaimnieki neplāno neko mainīt. 23.5% plāno nedaudz palielināt pākšaugiem atvēlētas platības, savukārt neliela daļa lauksaimnieku plāno nedaudz samazināt, vai pat pārstāt audzēt pākšaugus – attiecīgi 5.5 un 3.8% no aptaujātajiem.



#### 24. att. Plānotās izmaiņas saimniecībās pākšaugiem atvēlētajām platībām.

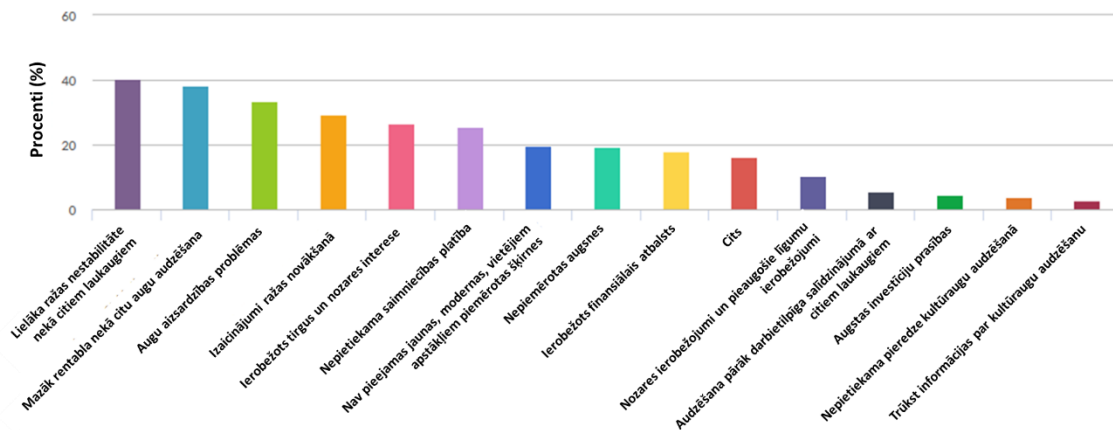
Atbildot uz jautājumu, kādi ir iemesli šo platību palielināšanai, tika minēti trīs galvenie iemesli (25. att.): 1) slāpekļa augsnes atliekās no bioloģiskā slāpekļa fiksācijas; 2) citi augu maiņas efekti (piemēram, iespēja samazināt kaitēkļu/nezāļu/slimību ierobežošanas apjomu); 3) interese audzēt daudzveidīgus laukaugus. Savukārt citi iemesli, kā piemēram, valsts vai ES finansiālais atbalsts, tika minēti retāk.



#### 24. attēls. Iemesli, kāpēc lauksaimnieki plāno palielināt pākšaugiem atvēlēto platību saimniecībā.

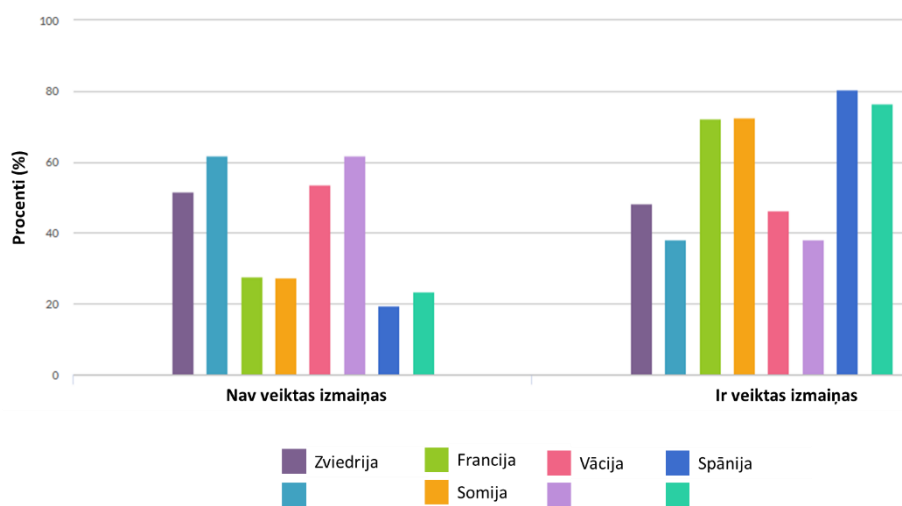
Iemesli, kāpēc lauksaimnieki plāno samazināt pākšaugiem atvēlētas platības, bija daudzveidīgāki (25. att.) un ne tika viennozīmīgi kā platību palielināšanas gadījumā. Galvenie iemesli, kāpēc lauksaimnieki plāno samazināt pākšaugiem atvēlētas platības, vai pārtraukt audzēt pākšaugus: 1) lielākoties tas, ka pākšaugiem novērota lielāka ražas nestabilitāte; 2) tie ir mazāk rentabli; 3) problēmas ar augu aizsardzību; 4) izaicinājumi ražas novākšanā, kā arī 5) tirgus un nozares interese nav pietiekoši liela. Šie rezultāti apkopo visās aptaujā iesaistītajās valstīs iegūtos rezultātus.





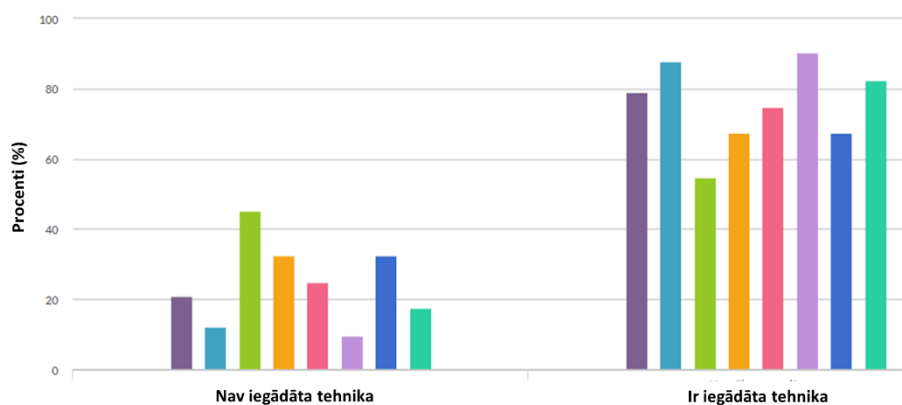
**25. attēls. Iemesli, kāpēc lauksaimnieki plāno samazināt pākšaugiem atvēlēto platību saimniecībā.**

Šajā aptaujā tika uzdoti arī jautājumi par saimniecībām, kuras aptaujātie lauksaimnieki pārstāv. Uz jautājumu, vai pēdējos piecos gados saimniecībās ir būtiski mainīti audzējamie kultūraugi vai pielietotā audzēšanas sistēma un agrotehnika (26. att.), aptuveni 60% Latvijas lauksaimnieki nav veikuši būtiskas izmaiņas, tomēr gandrīz 40% ir veikuši kādas būtiskas izmaiņas.



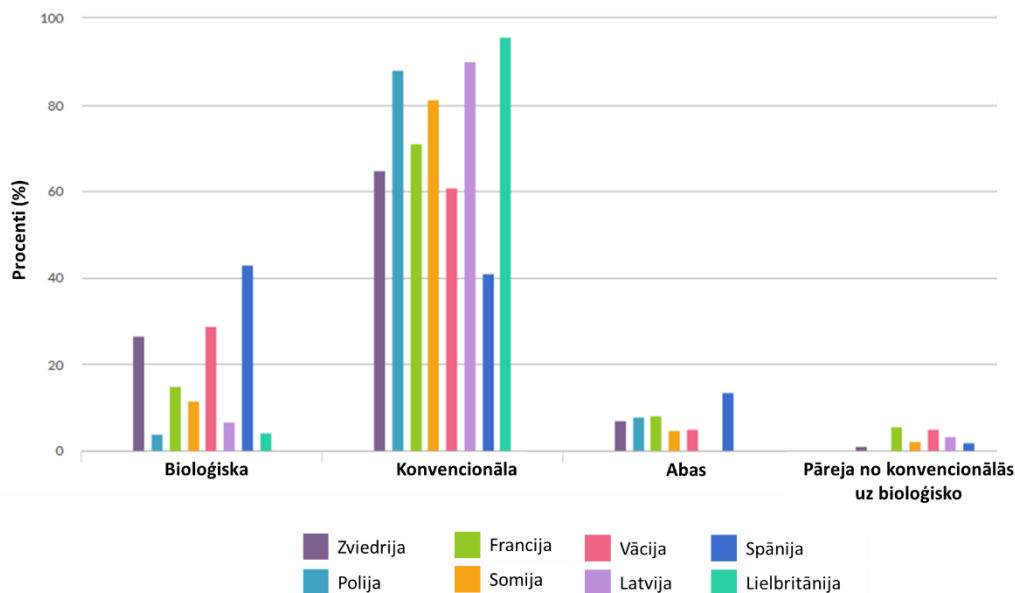
**26. attēls. Saimniecībās veiktās izmaiņas lauksaimniecības praksē pēdējo piecu gadu laikā.**

Lielākā daļa aptaujāto Latvijas lauksaimnieku atzīmējuši, ka ir iegādājušies kādu jaunu vērtīgu vai būtisku tehnikas vienību pēdējo piecu gadu laikā (27. att.). Latvija, salīdzinot ar citām valstīm izrāvusies priekšgalā ar jaunas tehnikas iegādi.



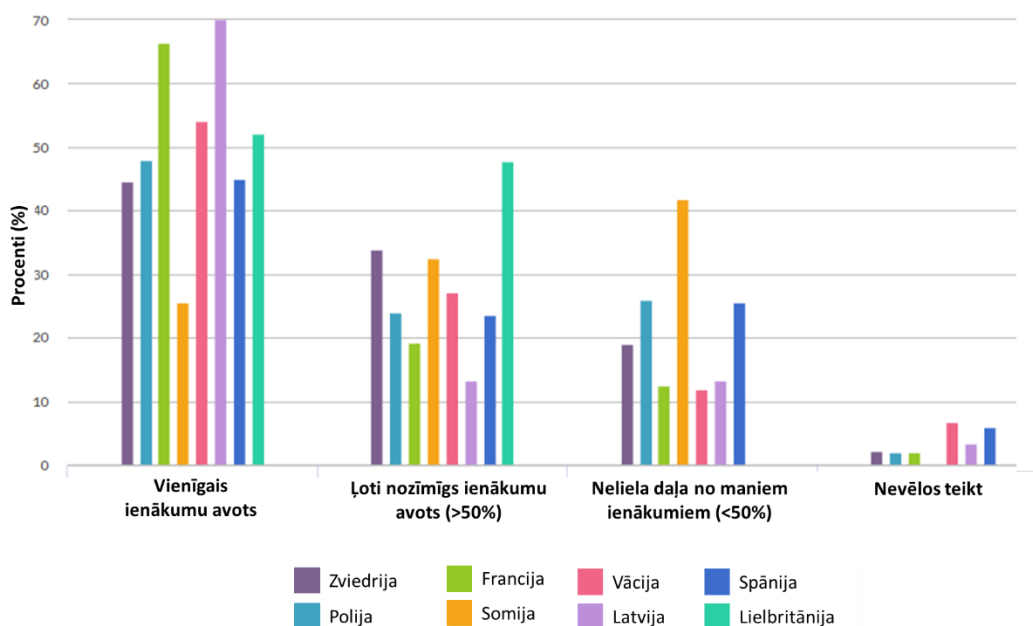
**27. attēls. Saimniecībās iegādāta jauna tehnika pēdējo piecu gadu laikā.**

Lielākā daļa aptaujāto lauksaimnieku, tajā skaitā aptaujātie Latvijas lauksaimnieki, pārstāv konvencionālo lauksaimniecību (28. att.). Neliela daļa Latvijas lauksaimnieku norādījuši, ka pārstāv bioloģisko lauksaimniecību, vai atrodas pārejas posmā no konvencionālās uz bioloģisko lauksaimniecību.

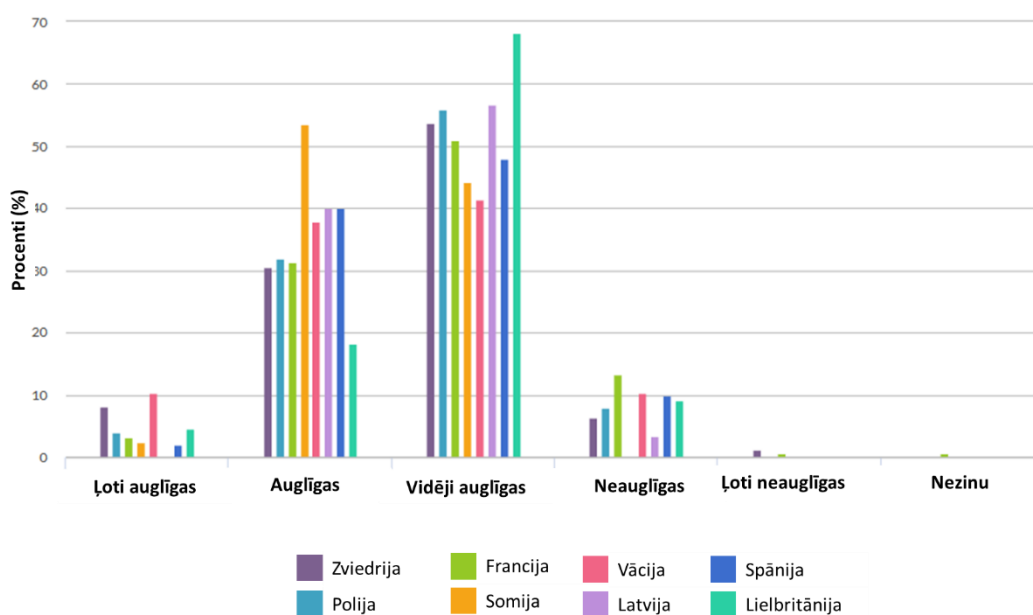


**28. att. Lauksaimniecības ražošanas specializācija aptaujātajās saimniecībās.**

Lielākā daļa aptaujāto lauksaimnieku norādījuši lauksaimniecību kā vienīgo ienākumu avotu (29. att.) – īpaši izteikti Latvijas un Francijas lauksaimnieku gadījumā. Lauksaimniekiem tika lūgts novērtēt savas saimniecības augsnes. Lielākā daļa aptaujāto lauksaimnieku novērtējuši savas saimniecības augsnes kā vidēji auglīgas vai auglīgas (30. att.).

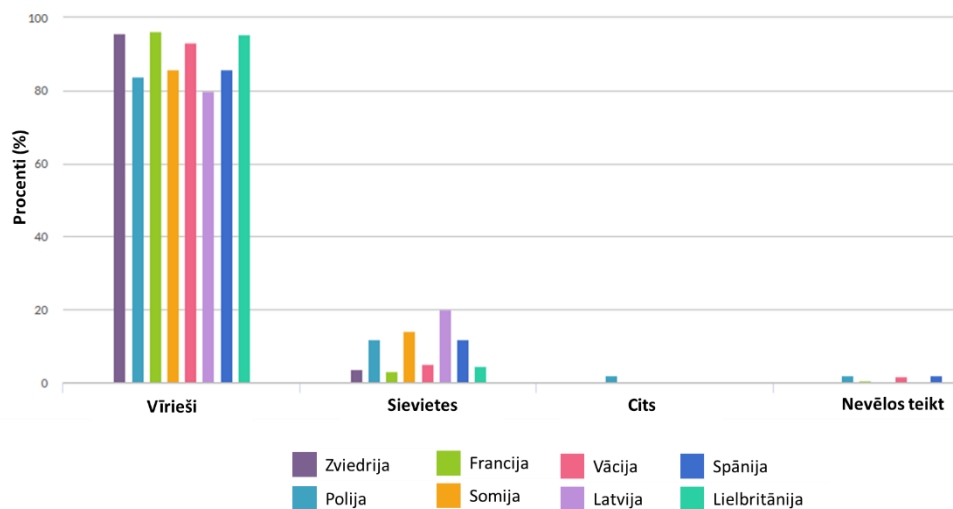


29. att. Lauksaimniecība kā iztikas avots aptaujātajās saimniecībās.

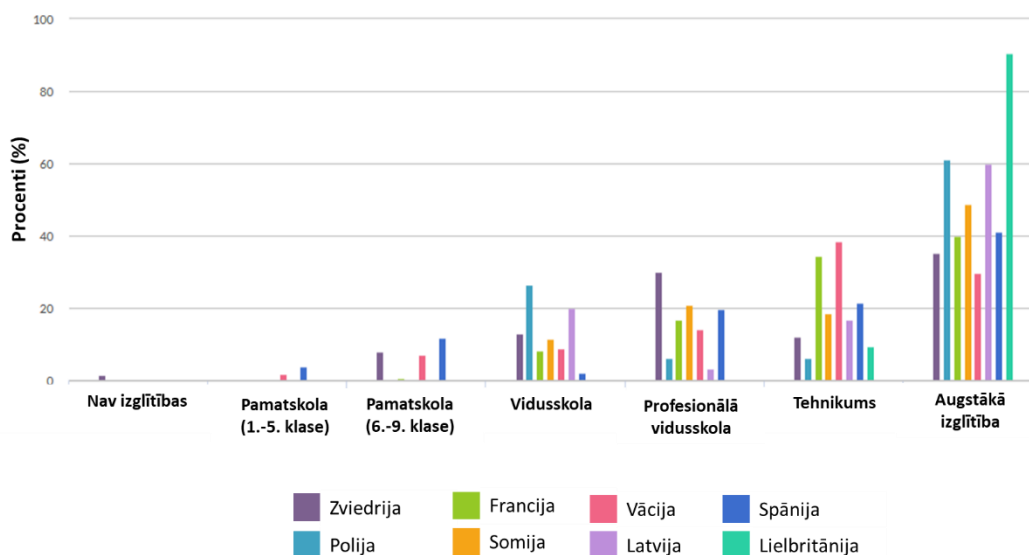


30. att. Aptaujāto saimniecību augsnes kvalitāte lauksaimnieku pašnovērtējumā.

Lielākā daļa aptaujāto lauksaimnieku visās valstīs ir bijuši vīrieši (31. att.) Neskatoties uz to, Latvijā 20% aptaujāto lauksaimnieku ir sievietes, kas salīdzinājumā ar citām aptaujā iekļautajām valstīm ir augstākais rādītājs. Tika noskaidrots arī aptaujas respondentu izglītības līmenis (32. att.). Lielākā daļa aptaujāto visās valstīs ir bijuši lauksaimnieki ir ar augstāko izglītību. Latvijā 20% aptaujāto lauksaimnieku ir vidusskolas izglītība.



31. attēls. Aptaujāto lauksaimnieku dzimums.



32. attēls. Aptaujāto lauksaimnieku izglītības līmenis.

Lai gan šo aptauju, kas apkopo dažādu valstu lauksaimnieku pieredzi pākšaugu audzēšanā, tiek plānots turpināt līdz 2021. gada februārim, ir jau izdevies iegūt padziļinātu informāciju no šī brīža provizoriskajiem datiem. Šie rezultāti parāda, ka lauksaimnieki par būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē lauka pupu ražu uzskata sējas laiku, dziļumu un izsējas normu, kā arī kaitēkļu, slimību un nezāļu apkarošanas efektivitāti. Lai lauka pupu šķirnes būtu piemērotākas audzēšanai, lauksaimnieki gribētu šķirnes, kuras uzrāda stabilas un augstas ražas, kā arī šķirnes, kuras ir izturīgas pret sausumu. Savukārt, pēc lauksaimnieku domām būtiskākie faktori, kas ietekmē sojas ražu ir, pirmkārt, inokulācija ar gumiņbaktērijām un, līdzīgi kā lauka pupu gadījumā – sējas laiks, dziļums un izsējas norma. Lauksaimnieki uzskata, ka sojas šķirnēm, lai tās būtu atbilstošākas audzēšanai, būtu jābūt izturīgākām pret sausumu un ar augstākām ražām. Šie apkopotie faktori tika analizēti skatoties visu aptaujāto valstu respondentu atbildes kopā. Nākamajā gadā plānots vairāk pievērties Latvijas lauksaimnieku aptaujas rezultātu analīzei.

## **5. Projekta koordinācija, komunikācija un zināšanu pārnese**

Projekta otrā gada laikā tika veikta projekta koordinācija un komunikācija ar projektā iesaistītajiem partneriem, tajā skaitā starptautiskajiem Sus-Crop ERA-NET projekta LegumeGap sadarbības partneriem. Neskatoties uz to, ka jaunā Covid-19 vīrusa dēļ tika atceltas klātienēs tikšanās, komunikācija veiksmīgi tika organizēta attālināti, izmantojot platformu Zoom. Kopumā gada laikā tika organizētas septiņas tikšanās Zoom platformā, no kurām viena – projekta vidusposma tikšanās (2. pielikums), kura sākotnēji tika plānota Berlīnē. Lielākoties tikšanās tika organizētas, lai diskutētu par lauksaimnieku aptaujas izveidi. Projekta vidusposma tikšanās reizē tika lemts par kopēju publikāciju sagatavošanu ar starptautiskajiem partneriem, projekta LegumeGap rezultātu popularizēšanai.

Lai iepazīstinātu plašāku sabiedrības daļu, tajā skaitā lauksaimniekus un citas zinātniskās organizācijas ar projekta otrā gada sasniegtajiem rezultātiem, projekts tika prezentēts izgudrojumu un inovāciju festivālā “Minox 2020” (3. pielikums). Pētījuma rezultāti tika prezentēti arī seminārā “Ražas svētki – Vecauce – 2020” – ar mutisko referātu par lauksaimnieku aptaujā iegūtajiem provizoriskajiem rezultātiem (4., 5. pielikums), kā arī ar stenda ziņojumu par sējas laika ietekmi uz lauka pupu ražu 2019. gadā (6. pielikums). Šie rezultāti tika arī publicēti semināra “Ražas svētki – Vecauce – 2020” rakstu krājumā (7. pielikums).

Projekta trešajā gadā plānots projektā iegūtos rezultātus publicēt vairākās zinātniskajās publikācijās. Lauksaimnieku aptaujas rezultātus plānot publicēt kopā ar citiem starptautiskajiem sadarbības partneriem, kā arī plānots publicēt arī latviešu valodā, kas sniegtu padziļinātu apskatu tieši par Latvijas lauksaimnieku pieredzi pākšaugu audzēšanā. Plānots apkopot publikācijā arī lauka izmēģinājumu rezultātus par atsevišķu agrotehnisko paņēmienu ietekmi uz lauka pupu ražas veidošanos: sējas laiks, izsējas norma, šķirne, slimību ierobežošana ar fungicīdiem.

## SECINĀJUMI

- 1) Tika apkopota informācija par 7 dažādu Latvijā audzēto lauka pupu izvērtējumu, kā arī 5 sojas šķirnēm. No salīdzinājumā ietvertajām sojas šķirnēm, visaugstāko ražību uzrāda vidēji agrinās šķirnes 'Protina' un 'Sirelia'.
- 2) Apkopota un analizēta literatūrā pieejamā informācija par lauka pupu nozīmi augu maiņā ilgtspējīgas lauksaimniecības veicināšanā. Apskatīta literatūrā pieejamā informācija par dažādu agrotehnisko paņēmieni (barības elementi; augsnes apstrāde; sējas laiks un izsējas norma; nezāļu, slimību un kaitēkļu ierobežošana; sēklu inokulācija ar gumiņbaktērijām) ietekmi uz lauka pupu ražu. Papildus literatūras analīzei, veikts arī lauka izmēģinājums, kurā apskatīta gumiņbaktēriju preparāta ietekme uz lauka pupu ražu. Izmēģinājumā novērota gumiņbaktēriju preparāta un audzēšanas apstākļu būtiska ietekme uz lauka pupu lapu skaitu, hlorofilu saturu lapās, kā arī lauka pupu ražu.
- 3) Dominējošā lauka pupu slimība 2020. gadā bija lapu plankumainība (ieros. *Alternaria/Stemphylium*). Otra nozīmīgākā slimība bija lapu brūnplankumainība (ieros. *Botrytis* spp.). Pētāmie faktori – šķirnes izvēle, sējas laiks, fungicīdu lietošana, būtiski ietekmēja visu lauka pupu slimību attīstību. Izsējas norma būtiski ietekmēja tikai lapu plankumainības attīstību.
- 4) Aptaujas provizorisks rezultāti norāda, ka par būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē lauka pupu un sojas ražu, lauksaimnieki uzskata sējas laiku, dziļumu un izsējas normu, kaitēkļu un nezāļu apkarošanas efektivitāti, kā arī inokulāciju ar gumiņbaktērijām sojas gadījumā.
- 5) Plašākas sabiedrības iepazīstināšana ar projekta rezultātiem veikta divos pasākumos Latvijā – izgudrojumu un inovāciju festivālā "Minox 2020" un seminārā "Ražas svētki – Vecauce – 2020" (mutiskais ziņojums, stenda referāts un publikācija). Visas tikšanās ar projekta starptautiskajiem partneriem 2020. gadā tika organizētas attālināti (platformā Zoom).

# **PIELIKUMI**

## Projekta LegumeGap aptauja

### Jūsu saimniecība

---

1. Kāda ir zemes platība, kuru Jūs parasti izmantojiet lauksaimniecības vajadzībām (gan privātā, gan nomātā)?

hektāri atvēlēti laukkopībai

hektāri atvēlēti ganībām

2. Kāda ir Jūsu saimniecības specializācija?

- Specializācija - laukkopība (piem., graudaugi, eļļas augi, proteīna augi, kartupeļi u.tml.)
- Specializācija - dārzkopība (piem., dārzeni, ziedi, sēnes)
- Specializācija - daudzgadīgie augi (piem., augļaugi, vīnogas, rieksti)
- Specializācija - gaļas lopkopība (piem., piena lopkopība, liellopi, aitas, kazas)
- Specializācija - lopkopība (piem., cūkkopība, putnkopība)
- Laukkopība - dažādu laukaugu audzēšana
- Lopkopība - jaukta tipa lopkopība
- Gan laukkopība, gan lopkopība

3. Kāda ir Jūsu ražošanas specializācija?

- Bioloģiska
- Konvencionālā
- Abas
- Pāreja no konvencionālās uz bioloģisko

4. Kur atrodas Jūsu saimniecība? \*

5. Cik gadus Jūs nodarbojieties ar lauksaimniecību?

gadi



6. Cik nozīmīga ir lauksaimniecība kā ienākumu avots?

Mans vienīgais ienākumu avots	Ļoti nozīmīgs ienākumu avots (>50%)	Neliela daļa no maniem ienākumiem (<50%)	Izvēlos neteikt
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Zemes izmantošana un augsne**

7. Kāda ir Jūsu saimniecībā dažādiem laukaugiem atvēlētā platība tipiskā gadā

	0%	1-25%	26-50%	51-75%	76-100%
Graudaugi (piem., kvieši, mieži, kukurūza)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pākšaugi (piem., soja, lauka pupas, zirņi)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lopbarības pākšaugi (audzēti firsējā vai mistros ar stiebrzālēm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Citi kultūraugi (piem., rapsis, kartupeļi, dārzeņi)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Citi lopbarības augi (izņemot pākšaugus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="text" value="Citas atbildes ievadīšana"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Cik auglīgas ir augsnes Jūsu saimniecībā? Kāpēc? Lodziņā "Komentāri" lūdzu norādīt potenciālos iemeslus augsnes auglībai Jūsu saimniecībā (piem., laba augsnes struktūra) vai neauglībai (piem., pārāk smilšaina, sablīvēta, sāļa).

Ļoti auglīgas	Auglīgas	Vidēji auglīgas	Neauglīgas	Ļoti neauglīgas	Neesmu pārliecināts / nezinu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Komentāri

**Pieredze pākšaugu audzēšanā**

9. Cik bieži Jūs audzējat pākšaugus? \*

Katru gadu	Katru otro gadu	Reizi trijos līdz reizi piecos gados	Retāk kā reizi piecos gados	Nekad
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Cik gadus kopumā Jūs esat audzējis pākšaugus? \*

gadi

11. Kādus pākšaugus Jūs esat iepriekš audzējis? \*

Soja

Lupīnas

Lauka pupas

Cits (ierakstiet savu variantu)

Zirņi

12. Kā Jūs novērtētu savu zināšanu un iemaņu līmeni pākšaugu audzēšanā?

Ļoti labs	Labs	Vidējs	Ierobežots	Ļoti ierobežots	Neesmu pārliecināts / nezinu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Kur Jūs pārsvarā iegūstiet informāciju par pākšaugu audzēšanu? Izvēlieties trīs svarīgākos avotus.

Sava pieredze

Citu lauksaimnieku pieredze

Lauka konsultāciju centrs

Komerčiālie konsultanti

Nozares žurnāli

Internets

Pētniecības sadarbības

Cits (ierakstiet savu variantu)

14. Par kādiem no pākšaugu audzēšanas aspektiem Jūs gribētu iegūt padziļinātāku informāciju?

Izvēlieties trīs galvenos aspektus.

- Pākšaugu audzēšana un fizioloģija
- Priekšauga efekts uz nākamo kultūraugu
- Augu aizsardzība
- Šķirņu izvēle
- Citi labas lauksaimniecības prakses nosacījumi (lūdzu ierakstiet)
- Noieta tirgus
- Ietekme uz vidi
- Cits (ierakstiet savu variantu)
- Visi
- Nav nepieciešama papildus informācija

#### **Pieredze sojas audzēšanā**

---

15. Cik gadus kopumā Jūs esat audzējis soju?

gadi

16. Kādam nolūkam Jūs pārsvarā audzējat soju?

Izvēlieties divus svarīgākos iemeslus.

- Pašpatēriņam
- Pārdošanai - lopbarībai
- Pārdošanai - pārtikai
- Sēklas ražošanai
- Cits (ierakstiet savu variantu)

17. Kāpēc izvēlējāties sojas audzēšanu?

## Sojas raža

18. Kāda ir vidējā sojas pupu raža Jūsu saimniecībā? \*

tonnas no hektāra

aptuvenais mitruma saturs (%) (ja zināms)

19. Kāda ir bijusi lielākā un zemākā sojas pupu raža Jūsu saimniecībā?

Augstākā raža tonnās no hektāra

Zemākā raža tonnās no hektāra

20. Vai sojas pupu raža ir svārstīgāka nekā citu kultūraugu ražas Jūsu saimniecībā?

	Daudz svārstīgāka	Nedaudz svārstīgāka	Tik pat svārstīga	Mazāk svārstīga	Stipri mazāk svārstīga	Neesmu pārliecināts / nezinu
Salīdzinājumā ar ziemājiem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Salīdzinājumā ar vasarājiem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Sojas audzēšana

21. Kādas sojas šķirnes Jūs izmantojat visbiežāk? Lūdzu norādiet, kāpēc izvēlaties šīs šķirnes lodziņā "Komentāri"

Šķirne 1

Šķirne 2

Komentāri

22. Kādi ir galvenie aspekti, lai sojas šķirnes būtu piemērotākas audzēšanai? Izvēlieties trīs svarīgākos aspektus.

- Augstākas ražas
- Lielāka ražas stabilitāte
- Izturība pret slimībām
- Konkurētspēja ar nezālēm
- Nogatavošanās vienmērīgums
- Izturība pret salu
- Izturība pret sausumu
- Augstāka proteīna koncentrācija
- Izturība pret veldri
- Samazināts anti-uztura (anti-nutritional) vielu saturs
- Bioloģiskā slāpekļa fiksācija
- Cits (ierakstiet savu variantu)

23. Kāds tipiskais ir starplaiks starp sojas audzēšanu vienā un tajā pašā laukā?

gadi

24. Cik bieži Jūs ievērojat katru no šiem audzēšanas paņēmieniem audzējot soju? Savus komentārus varat norādīt lodziņā "Komentāri".

	Vienmēr	Bieži	Dažreiz	Reti	Nekad
Apūdeņošana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inokulācija ar gumiņbaktērijām	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaitēkļu apkarošana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Slimību apkarošana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nezāļu apkarošana (ķīmiska)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nezāļu apkarošana (mehāniska)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uz viena lauka tiek audzēts vēl viens vai vairāki laukaugi kopā ar soju	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Audzē vienā laukā un sezonā divus laukaugus vienu pēc otra (ziemājs, kuram seko soja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Komentāri

25. Kuri no šiem faktoriem, pēc Jūsu pieredzes, ietekmē sojas ražu visvairāk? Lūdzu, izvēlieties trīs vissvarīgākos faktorus. Savus komentārus varat norādīt lodziņā "Komentāri".

- Šķirnes izvēle
- Sojas audzēšanas regularitāte (tipiskais ir starplaiks starp sojas audzēšanu vienā un tajā pašā laukā)
- Kaitēkļu, slimību un nezāļu apkarošana
- Apūdeņošana
- Sojas audzēšanas veids (piem., sojas audzēšana ar vienu vai vairākiem laukaugiem kopā)
- Inokulācija ar gumiņbaktērijām
- Sējas laiks, dziļums un izsējas norma
- Cits (ierakstiet savu variantu)

Komentāri

**Sojas ražu ietekmējošie faktori**

---

26. Cik būtiski ir šie faktori, pēc Jūsu pieredzes, ietekmē sojas ražu? Savus komentārus varat norādīt lodziņā "Komentāri".

	Ļoti būtiski	Būtiski	Vidēji	Mazāk būtiski	Nav būtiski	Neesmu pārliecināts / nezinu
Temperatūras ierobežojumi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sausums	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Augsnes struktūra (piem., pārāk smilšaina)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Augsnes struktūra vai trūkumi (piem., sablīvētība, sāļums, skābums, lauka applūšana)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaitēkļu sastopamība	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Slimību sastopamība	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nezāļu sastopamība	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pieejamo šķirņu atbilstība	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pieredze audzējot kultūraugu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cits (ierakstiet savu variantu)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Komentāri

27. Kāds ir galvenais padoms, ko Jūs dotu kolēģiem lauksaimniekiem, kuri vēlas palielināt sojas ražu?

#### Pieredze lauka pupu audzēšanā

28. Cik gadus kopumā Jūs esat audzējis lauka pupas?

gadi

29. Kādam nolūkam Jūs pārsvarā audzējat lauka pupas?

Izvēlieties divus svarīgākos iemeslus.

- Pašpatēriņam
- Pārdošanai - lopbarībai
- Pārdošanai - pārtikai
- Sēklas ražošanai
- Cits (ierakstiet savu variantu)

30. Kāpēc izvēlējāties lauka pupu audzēšanu?

#### Lauka pupu raža

31. Kāda ir vidējā lauka pupu raža Jūsu saimniecībā? \*

tonnas no hektāru

aptuvenais mitruma saturs (%) (ja zināms)

32. Kāda ir bijusi lielākā un zemākā lauka pupu raža Jūsu saimniecībā?

Augstākā raža tonnās no hektāra

Zemākā raža tonnās no hektāra

33. Vai lauka pupu raža ir svārstīgāka nekā citu kultūraugu ražas Jūsu saimniecībā?

	Daudz svārstīgāka	Nedaudz svārstīgāka	Tik pat svārstīga	Mazāk svārstīga	Stipri mazāk svārstīga	Neesmu pārliecināts / nezinu
--	----------------------	------------------------	----------------------	--------------------	------------------------------	------------------------------------

Salīdzinājumā  
ar ziemājiem

Salīdzinājumā  
ar vasarājiem



## Lauka pupu audzēšana

---

34. Kādas lauka pupu šķirnes Jūs izmantojat visbiežāk? Lūdzu norādiet, kāpēc izvēlaties šīs šķirnes lodziņā "Komentāri"

Šķirne 1

Šķirne 2

Komentāri

35. Kādi ir galvenie aspekti, lai lauka pupu šķirnes būtu piemērotākas audzēšanai?

Izvēlieties trīs svarīgākos aspektus.

- Augstākas ražas
- Lielāka ražas stabilitāte
- Izturība pret slimībām
- Konkurētspēja ar nezālēm
- Nogatavošanās vienmērīgums
- Izturība pret salu
- Izturība pret sausumu
- Augstāka proteīna koncentrācija
- Izturība pret veldri
- Samazināts anti-uztura (anti-nutritional) vielu saturs
- Bioloģiskā slāpekļa fiksācija
- Cits (ierakstiet savu variantu)

36. Kāds ir tipiskais starplaiks starp lauka pupu audzēšanu vienā un tajā pašā laukā?

gadi

37. Cik bieži Jūs ievērojat katru no šiem audzēšanas paņēmieniem audzējot lauka pupas? Savus komentārus varat norādīt lodziņā "Komentāri".

	Vienmēr	Bieži	Dažreiz	Reti	Nekad
Apūdeņošana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inokulācija ar gumiņbaktērijām	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaitēkļu apkarošana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Slimību apkarošana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nezāļu apkarošana (ķīmiska)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nezāļu apkarošana (mehāniska)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uz viena lauka tiek audzēts vēl viens vai vairāki laukaugi kopā ar lauka pupām	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Audzē vienā laukā un sezonā divus laukaugus vienu pēc otra (ziemājs, kuram seko lauka pupas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Komentāri

38. Kuri no šiem faktoriem, pēc Jūsu pieredzes, ietekmē lauka pupu ražu visvairāk? Lūdzu, izvēlieties trīs vissvarīgākos faktorus. Savus komentārus varat norādīt lodziņā "Komentāri".

- Šķīmes izvēle
- Lauka pupu audzēšanas regularitāte (tipiskais ir starplaiks starp lauka pupu audzēšanu vienā un tajā pašā laukā)
- Kaitēkļu, slimību un nezāļu apkarošana
- Apūdeņošana
- Lauka pupu audzēšanas veids (piem., lauka pupu audzēšana ar vienu vai vairākiem laukaugiem kopā)
- Inokulācija ar gumiņbaktērijām
- Sējas laiks, dziļums un izsējas norma
- Cits (ierakstiet savu variantu)

Komentāri

**Lauka pupu ražu ietekmējošie faktori**

39. Cik būtiski ir šie faktori, pēc Jūsu pieredzes, ietekmē lauka pupu ražu? Savus komentārus varat norādīt lodziņā "Komentāri".

	Ļoti būtiski	Būtiski	Vidēji	Mazāk būtiski	Nav būtiski	Neesmu pārliecināts / nezinu
Temperatūras ierobežojumi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sausums	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Augsnes struktūra (piem., pārāk smilšaina)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Augsnes struktūra vai trūkumi (piem., sablīvētība, sāļums, skābums, lauka applūšana)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kaitēkļu sastopamība	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Slimību sastopamība	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nezāļu sastopamība	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pieejamo šķirņu atbilstība	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pieredze audzējot kultūraugu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cits (ierakstiet savu variantu)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Komentāri

40. Kāds ir galvenais padoms, ko Jūs dotu kolēģiem lauksaimniekiem, kuri vēlas palielināt lauku pupu ražu?

#### Pākšaugu audzēšanas nākotnes plāni

41. Kādi ir Jūsu nākotnes plāni attiecībā uz pākšaugiem atvēlamo platību Jūsu saimniecībā?

Tā tiks ievērojami palielināta	Tā tiks nedaudz palielināta	Neko neplānoju mainīt	Tā tiks nedaudz samazināta	Es pārstāšu audzēt pākšaugus	Neesmu pārliecināts / nezinu
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

42. Lūdzu izvēlieties četrus vissvarīgākos iemeslus, kāpēc plānojat nākotnē palielināt (vai salabāt esošo apjomu) pākšaugiem atvēlamo platību Jūsu saimniecībā?

- Slāpekļa augsnes atliekās no bioloģiskā slāpekļa fiksācijas
- Slimību riska samazināšana pākšaugam sekojošiem graudaugiem
- Citi priekšauga efekti (piem., augsnes ūdens caurlaidība)
- Citi augu maiņas efekti (piem., iespēja samazināt kaitēkļu/nezāļu/slimību ierobežošanas apjomu)
- Vienkārša audzēšana
- Interesē audzēt daudzveidīgus laukaugus
- Saprātīga investīcija
- Izdevīgi
- Ienākumu dažādošana
- Labāka barība maniem mājlopiem
- Lētāka barība maniem mājlopiem
- Ieguldījums valsts nodrošinājumā ar pašražotām olbaltumvielām
- Valsts vai Eiropas Savienības finansiāls atbalsts
- Cits (ierakstiet savu variantu)

43. Lūdzu izvēlieties četrus vissvarīgākos iemeslus, kāpēc plānojat nākotnē samazināt (vai salabāt esošo apjomu) pākšaugiem atvēlamo platību Jūsu saimniecībā?

- Trūkst informācijas par kultūraugu audzēšanu
- Nepietiekama pieredze kultūraugu audzēšanā
- Nepietiekama saimniecības platība
- Audzēšana pārāk darbietilpīga salīdzinājumā ar citiem laukaugiem
- Mazāk rentabla nekā citu augu audzēšana
- Augstas investīciju prasības
- Augu aizsardzības problēmas
- Izaicinājumi ražas novākšanā
- Lielāka ražas nestabilitāte nekā citiem laukaugiem
- Nepiemērotas augsnes
- Nav pieejamas jaunas, modernas, vietējiem apstākļiem piemērotas šķirnes
- Nozares ierobežojumi un pieaugošie līgumu ierobežojumi
- Ierobežots finansiālais atbalsts
- Ierobežots tirgus un nozares interese
- Cits (ierakstiet savu variantu)

44. Kādus pākšaugus Jūs plānojat audzēt nākotnē? Lūdzu norādat iemeslu savam lēmumam lodziņā "Komentāri".

- Soja
- Lauka pupas
- Zirņi
- Lēcas
- Turku zirņi
- Dārza pupiņas
- Vigna
- Šaurlapu lupīna
- Baltā lupīna
- Dzeltenā lupīna
- Vīķi
- Cits (ierakstiet savu variantu)

Komentāri

## Vispārīga informācija

---

45. Kāds ir Jūsu vecums?

gadi

46. Lūdzu norādiet savu augstāko izglītības līmeni

Nav izglītības  
Pamatskola (1.-5. klase)  
Pamatskola (6.-9. klase)  
Vidusskola  
Profesionālā vidusskola  
Tehnikums  
Augstākā izglītība

47. Kāds ir Jūsu dzimums?

- Vīrietis
- Sieviete
- Cits
- Izvēlos neteikt

## Citi faktori, kas saistīti ar lēmumu pieņemšanu Jūsu saimniecībā

---

### Page description:

Līdz šim šajā aptaujā aplūkoti praktiski faktori, kas sniedz informāciju par lēmumu pieņemšanu Jūsu saimniecībā. Šie jautājumi atšķirsies no pārējiem aptaujas jautājumiem, jo tie tiks fokusēti uz citiem faktoriem, kas potenciāli varētu dot ieguldījumu lēmumu pieņemšanā Jūsu saimniecībā.

48. Vai Jūs varētu atbildēt vēl uz dažiem jautājumiem par jūsu lauksaimniecības praksi? Jūs varat saglabāt līdzšinējās atbildes un turpināt vēlāk.

- Jā, piekřītu sniegt atbildes uz papildu jautājumiem.
- Nē, nevēlos atbildēt uz vairāk jautājumiem.

49. Cik lielā mērā audzējamo **kultūraugu** izvēli Jūsu saimniecībā ietekmē turpmāk uzskaitītie faktori?

Lūdzu klasificēiet šos faktoros nozīmīguma secībā. Ja faktors nav svarīgs Jūsu lēmumu pieņemšanā, varat to neiekļaut savā vērtējumā. Ja lēmumu pieņemšanā ir citi svarīgi faktori, kas nav uzskaitīti zemāk, lūdzu, pievienojiet tos komentāriem atvēlētajā lodziņā.

Lai izvēlētos atbildi, velciet to no saraksta kreisajā pusē uz sarakstu labajā pusē.

50. Cik liela ietekme ir šeit uzskaitītajiem faktoriem uz Jūsu saimniecībā izvēlēto

**audzēšanas tehnoloģiju** (piem., augsnes apstrāde, kaitīgo organismu ierobežošana)?

Lūdzu klasificējiet šos faktorus nozīmīguma secībā. Ja faktors nav svarīgs Jūsu lēmumu pieņemšanā, varat to neiekļaut savā vērtējumā. Ja lēmumu pieņemšanā ir citi svarīgi faktori, kas nav uzskaitīti zemāk, lūdzu, pievienojiet tos komentāriem atvēlētajā lodziņā.

Lai izvēlētos atbildi, velciet to no saraksta kreisajā pusē uz sarakstu labajā pusē.

Darbaspēka nepieciešamība ↗

Lauksaimniecības iekārtu, mašīnu vai tehnoloģiju nodrošinājums ↗

Nepieciešamā aprīkojuma, mašīnu, tehnoloģijas izmaksas ↗

Lauksaimniecības ražošanai nepieciešamās informācijas pieejamība ↗

Valdības subsīdijas ↗

Jūsu saimniecības piemērotība ↗

Personīgā pieredze ↗

Ar pielietoto agrotehniku saistītais ražas zudumu risks ↗

Saimniecības tradicionālie darbības virzieni ↗

Reģiona tradicionālie darbības virzieni ↗

Agrotehnikas ietekme uz augsni, ūdeņiem vai bioloģisko daudzveidību ↗

Cits (ierakstiet savu variantu lodziņā "Komentāri") ↗

Komentāri

51. Cik lielā mērā Jūs piekrītat šiem apgalvojumiem?

Pilnībā piekrītu

Ne piekrītu, ne  
nepiekrītu

Pilnībā nepiekrītu

Man ir  
tendence  
paturēt  
vecas  
lietas

Nav  
attiecināi

Es jūtos  
ļoti slikti,  
ja kaut ko  
pazaudēju,  
pat ja tas  
nav tik  
svarīgi

Nav  
attiecināi

Es  
domāju,  
ka varu  
labi tikt  
galā ar  
neveiksmēm,  
ko  
nespēju  
kontrolēt

Nav  
attiecināi

Es viegli  
pieķeros  
materiālām  
lietām  
(savai  
mašīnai,  
mēbelēm,  
utt.)

Nav  
attiecināi

Es justos  
ļoti  
nekomfortabli,  
ja jauns  
darbinieks  
ierosinātu  
mainīt  
ierasto  
saimniekošanas  
praksi

Nav  
attiecināi

Es jūtos  
ļoti slikti,  
ja kāds  
runā par  
mani

Nav  
attiecināi

sliktu man  
aiz  
muguras

Man patīk  
ceļot  
ārpus  
Latvijas

Nav  
attiecināi

52. Vai pēdējos 5 gados esat būtiski mainījis audzējamus kultūraugus vai Jūsu saimniecībā pielietoto audzēšanas sistēmu, agrotehniku?

- Nē
- Jā (lūdzu ierakstiet kādas izmaiņas esiet veicis)



53. Vai Jūs esiet iegādājies kādu jaunu vērtīgu/būtisku tehnikas vienību pēdējo 5 gadu laikā?

- Nē
- Jā (lūdzu ierakstiet kādu)

54. Vai pēdējo 5 gadu laikā Jūs esat savā saimniecībā izmēģinājis jaunu tehnoloģiju?

- Nē
- Jā (lūdzu ierakstiet kādu)

55. Kāda ir iespēja, ka Jūs nākamajos 5 gados izmēģināsiet jaunus kultūraugus, jaunu lauksaimniecības praksi, vai jaunas iekārtas/tehnoloģijas savā saimniecībā?

- | Ļoti maz ticams       | Maz ticams            | Ne iespējams, ne neiespējams | Iespējams             | Ļoti iespējams        | Neesmu pārliecināts / nezinu |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>        |

#### Papildu komentāri

56. Vai Jums ir kādi citi komentāri?

#### Paldies!

Liels paldies par piedalīšanos mūsu aptaujā! Jūsu dalība palīdzēs mums labāk izprast, kā celt pākšaugu produktivitāti!!

2. pielikums  
Projekta vidusposma tikšanās Zoom vidē - dienas kārtība



## 2<sup>nd</sup> LegumeGap meeting

29<sup>th</sup> – 30<sup>th</sup> September 2020

Held via Zoom

<https://helsinki.zoom.us/j/66919525728?pwd=aGcwVG0xTmdpYW5oc2VpcktHNWpZz09>

### Tuesday, 29.09.2020, 9h00-17h00

09:00-09:30 Establishing virtual connections, introduction and objectives  
*Fred, Sonoko*

09:30-10:15 WP1  
*Etienne, Daniel*

10:15-11:00 WP2  
*Sonoko, Sylwia*

11:00-11:30 Coffee break

11:30-12:15 WP3  
*Moritz*

12:15-13:15 Lunch and coffee break

13:15-14:00 WP4  
*Fred, Ioanna*

14:00-14:45 WP5  
*Nynke, Moritz*

14:45-15:15 Coffee break

15:15-16:00 WP6  
*Fred, Moritz, Ioanna*

16:00-16:30 Input from Wageningen University and Research team  
*Marloes*

16:30-16:45 Slack time  
Extra time to catch up or discuss additional matters

16:45-17:00 Wrap-up of the day  
*Fred*

### Wednesday, 30.09.2020, 8h45-12h00

8:45-09:00 Introduction to the aims of the day  
*Fred*

09:00-10:00 Survey and WP4 synthesis discussion group (plenary)  
*Ioanna, Fred*

10:00-10:15 Coffee break

10:15-11:15 Field experiments discussion group (in parallel)  
*Sylwia, Sonoko*

10:15-11:15 Modelling and impact assessment discussion group (in parallel)  
*Etienne, Daniel, Nynke*

11:15-11:45 Reporting back from discussion groups

11:45-12:15 Dissemination activities noting and planning  
*Ioanna, Fred*

12:15-12:30 Wrap up and follow up  
*Fred*

3. pielikums  
Apliecinājums par projekta prezentēšanu izgudrojumu un inovāciju festivālā  
“Minox 2020”.



*Jelgava*  
*pilsēta izaugsmei!*

ZEMGALES REĢIONA  
KOMPETENČU ATTĪSTĪBAS CENTRS

**MINOX**  
MINOX 2020 ZEMGALE 2020

# PATEICĪBA

## Alisei Klūgai

par dalību izgudrojumu un inovāciju festivālā  
“MINOX Zemgale 2020” ar izgudrojumu  
«Siltumnīcu automatizācija» un  
«Gumiņbaktēriju preparāti»

Jelgavas pilsētas domes priekšsēdētājs  Andris Rāviņš

Zemgales reģiona  
kompetenču attīstības centra direktore  Sarmīte Vīksna

TEHNOLOĢIJU UN ZINĀŠANU  
PĀRNESES NODAĻA  
Latvijas Lauksaimniecības universitāte

05.09.2020

**Programma**  
**2020. gada 5. novembris**

**I Zinātnisks seminārs (14:00–17:00)**

**Referāti**

- Pilvere I. VPP projekta COVID – 19 seku mazināšanai atziņas “Vietējo pārtikas ķēžu noturības stiprināšana krīzes un pēckrīzes laikā Latvijā”
- Erdberga I., Vircava I., Kārklīšs A., Dorbe A., Vāle J. Inovatīvi risinājumi akmeņainu augšņu apstrādei
- Klūga A., Mouratiadou I. Lauka pupu un sojas ražu ietekmējošo faktoru analīze – lauksaimnieku pieredzes izvērtējums
- Suija-Markova I., Kronberga A. Inovatīvas pieejas ārstniecības augu un dabas vielu pētniecībā un attīstībā
- Ruska D. Klimatu saudzējoša lopkopība – vai tas ir iespējams?
- Kaufmane E. Projekta “Perspektīvas augļaugu komercultūras – krūmcidoniju (*Chaenomeles japonica*) vidi saudzējoša audzēšana un bezatlikuma pārstrādes tehnoloģijas” rezultātu apkopojums
- Rivža B., Rašals Ī. LLMZA Topošo zinātnieku konkursa rezultāti 2020. g.
- Siliņš G., Lapiņš D., Rivža B. Latvijas lauksaimniecības zinātnisko institūciju Direktoru padomes un LLMZA organizētā zinātnisko institūciju un laboratoriju skates – konkursa rezultātu (2020.) rezumējums

**Stenda referāti**

1. Aplociņa E. Nobarojamo Būru kazu augšanas rādītāju un liemeņu kvalitātes raksturojums
2. Aplociņa E., Kreišmane Dz., Runce A. Gaļas liellopu nobarošana bioloģiskās lauksaimniecības sistēmā gaļas kvalitātes uzlabošanai
3. Bankina B., Ruža A., Gaile Z. Ilggadīga izmēģinājuma sniegtās iespējas, sasniegumi un nākotnes perspektīva: LLU MPS “Pēterlauki” izmēģinājums
4. Birzleja D., Gavare D., Alsiņa I., Dubova L. Lapu atstarošanās spektru izmantošana gurķu fizioloģiskā stāvokļa novērtēšanā
5. Darguža M., Gaile Z. Ziemas kviešu ražība dažādās augu maiņās un augsnes apstrādes sistēmās
6. Darguža M., Gaile Z. Enerģijas ieguve augu maiņā atkarībā no tajā iekļautajiem kultūraugiem
7. Degola L., Veide Dz., Jansons I., Gūtmanis A. Vietējie sojas rauši zīdītājsivēnmāšu barības devās
8. Erdberga I., Vircava I., Kārklīšs A., Dorbe A., Vāle J. Īpaši skeletainu augšņu priekšizpēte akmeņu relokācijas metodes aprobācijas ietvaros
9. Ēberliņa E., Bimšteine G. Novērotās ķimeņu slimības 2019. un 2020. gadā

## 5. pielikums Prezentācija seminārā „Ražas svētki Vecauce-2020”

### Lauka pupu un sojas ražu ietekmējošo faktoru analīze – lauksaimnieku pieredzes izvērtējums

Alise Klūga, AAZI pētniece  
Ioanna Mouratiadou, ZALF  
05.11.2020.  
“Ražas svētki Vecauce – 2020”

**10 zinātniskās institūcijas no 8 ES valstīm (Latvija, Somija, Polija, Vācija, Nīderlande, Francija, Spānija, Lielbritānija)**

Projekta koordinators: Frederick Stoddard

**LegumeGap ir starptautisks projekts SusCrop – ERA-NET ietvaros.**  
Projekta galvenais mērķis ir palielināt Eiropas augu obaltumvielu ražošanas produktivitāti un ilgtspējību.

Alise Klūga  
Biruta Bankina  
Zinta Gaile  
Ina Alsina  
Gunita Bimšteine  
Laila Dubova  
Ieva Plūdumā-Pāuņa  
Jānis Kapeņš  
Madara Darguža  
Līga Lepse  
Solvita Zeļpiņa

### WP4: Ražu ietekmējošo faktoru analīze

Vadošie partneri: Berlīnes Humbolta Universitāte (Berlīne), Helsinku Universitāte (Somija)  
**LLU loma: Zemnieku aptaujas; datu analīze.**

Lauksaimnieku aptauja, lai apzinātu zināšanu iztrūkumu, kas varētu būt viens no iemesliem sub-optimālas ražas ieguvē.

Aptauja 9 ES valstīs.

Klimats  
Augšne  
Šķirnes  
Lauksaimniecības prakse  
Zināšanas  
Ekonomika  
Individuālās vēlmes

Potenciālā raža (Potential yield)  
Ar modelēšanas palīdzību prognozētā raža, kas tiktu sasniegta bez limitējošiem faktoriem

Iegūstamā raža (Exploitable = Achievable yield)  
Ar modelēšanas palīdzību prognozētā raža, iekļaujot limitējošos faktorus (piem., mitrums, slāpekļis).

Vidējā lauksaimnieku iegūtā raža (Average farm yield)  
**Reālā iegūtā raža.**

### Aptauja, lai veiktu lauksaimnieku pieredzes izvērtējumu

Projekta LegumeGap aptauja

Esiēt sveicināti mūsu aptaujā!

Mēs vēlamies uzzināt par Jūsu pieredzi un iesaistīties audzēšanā, izvērtēšanā un kopīgotā ražošanā. Izpildot šo aptauju, Jūs palīdzēsiet mums uzlabot mūsu izpratni par lauksaimniecības izaugsmi un izaugsmes ierobežotājiem. Jūs palīdzēsiet mums uzlabot mūsu izpratni par lauksaimniecības izaugsmi un izaugsmes ierobežotājiem. Jūs palīdzēsiet mums uzlabot mūsu izpratni par lauksaimniecības izaugsmi un izaugsmes ierobežotājiem.

Sauktā aptaujā mēs koncentrējamies uz to, kas ir svarīgi lauksaimniekiem, kā arī uz to, kas ir svarīgi mums. Jūs palīdzēsiet mums uzlabot mūsu izpratni par lauksaimniecības izaugsmi un izaugsmes ierobežotājiem. Jūs palīdzēsiet mums uzlabot mūsu izpratni par lauksaimniecības izaugsmi un izaugsmes ierobežotājiem.

Lai šī aptauja būtu interesantāka, mēs esam iekļāvuši dažus jautājumus, kas ir saistīti ar Jūsu lauksaimniecības izaugsmi un izaugsmes ierobežotājiem. Jūs palīdzēsiet mums uzlabot mūsu izpratni par lauksaimniecības izaugsmi un izaugsmes ierobežotājiem.

Paldies par atbildi un iesaistīšanos šajā aptaujā!

LLU, koordinējošā organizācija "SusCrop", Latvija

[Aptaujas saikne](#)

### Projekta LegumeGap aptauja – rezultāti

### Aptaujas respondenti

9 valstis, 1867 atbildes, 834 pilnīgas atbildes, Sākot ar 2020. gada martu, 40% no aptaujām pilnīgi izpildītas.

Valsts	Atbildes
Zviedrija	329
Francija	161
Nīderlande	88
Vācija	58
Polija	51
Spānija	51
Somija	43
Latvija	30
UK	23

### Projekta LegumeGap aptauja – lauksaimnieku pieredze

### Pākšaugu audzēšanas biežums

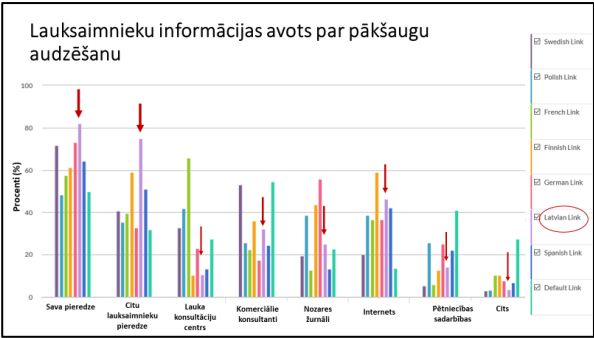
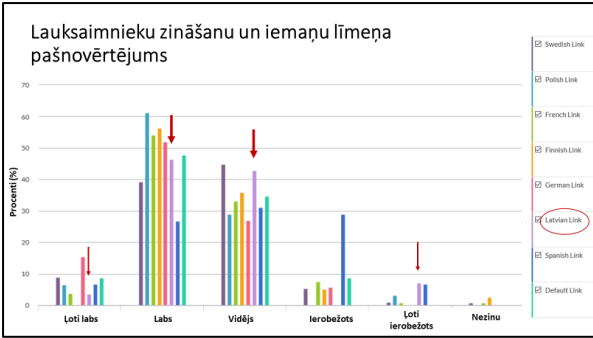
Katru gadu, Katru otro gadu, Reizi 1-2 reizes, Reizē kā reiz, Nekad.

Swedish Link, Polish Link, French Link, Finnish Link, German Link, Latvian Link, Spanish Link, Default Link.

### Kādi pākšaugi tiek audzēti?

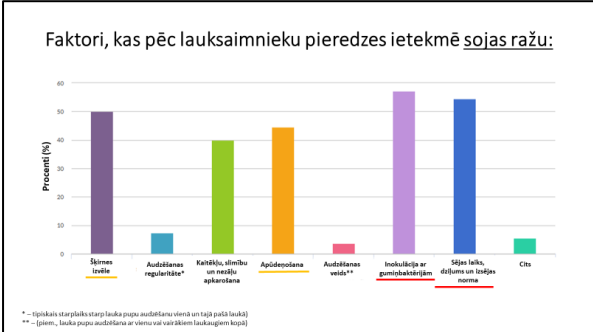
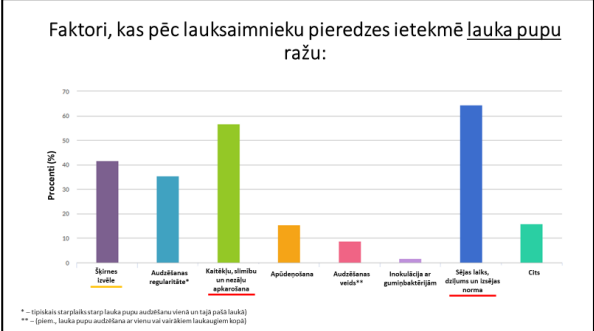
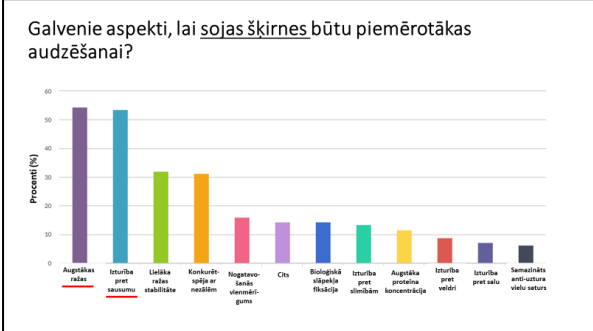
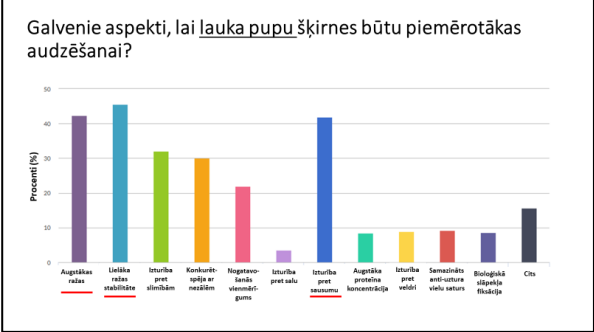
Soja, Lauka pupas, Zirņi, Lupiņas, Cits.

Swedish Link, Polish Link, French Link, Finnish Link, German Link, Latvian Link, Spanish Link, Default Link.

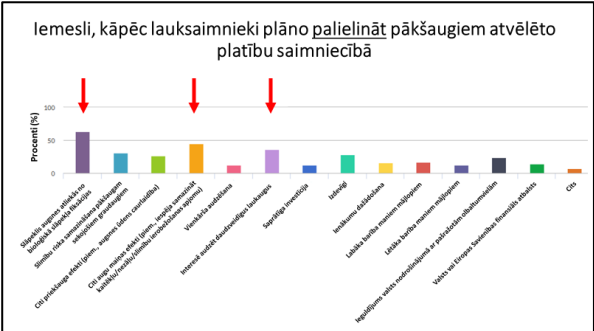
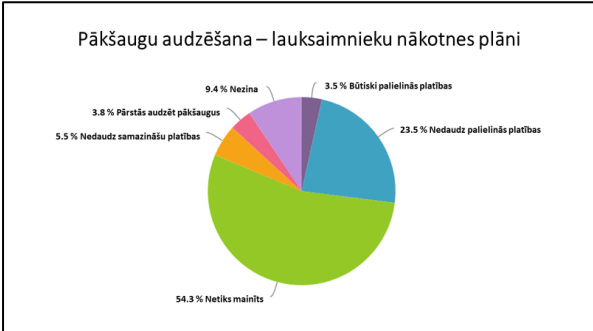


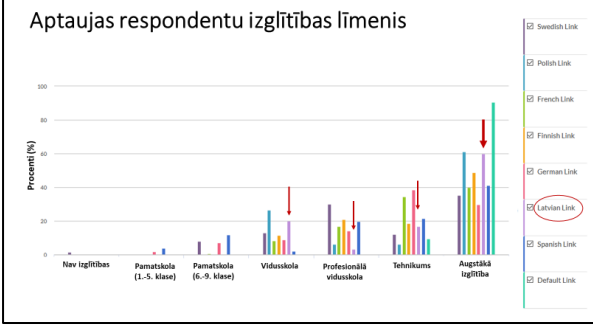
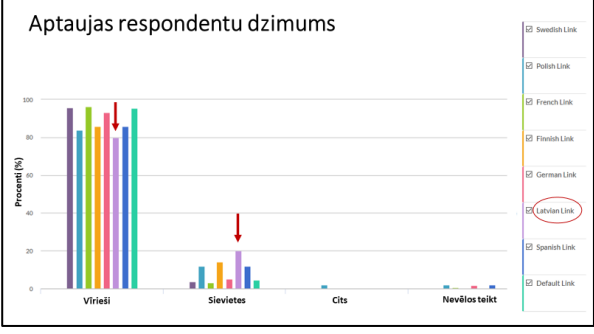
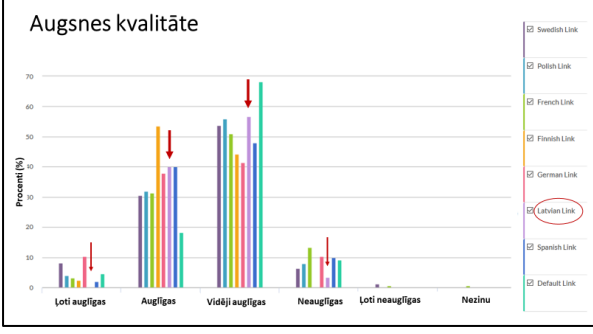
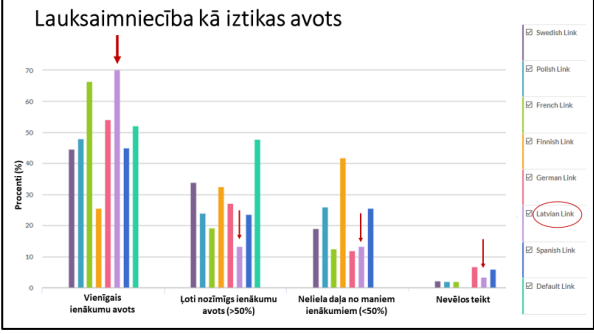
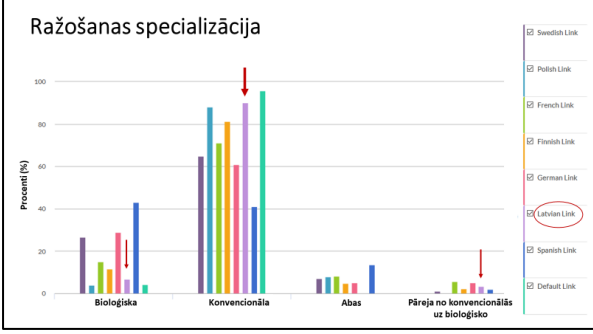
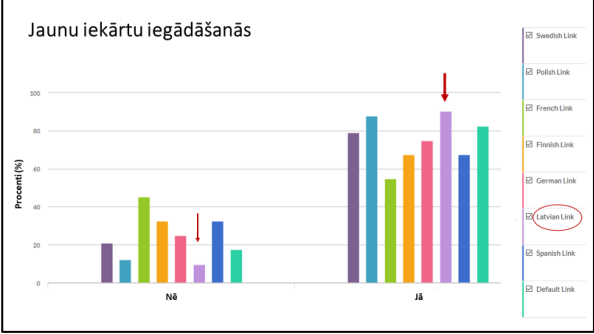
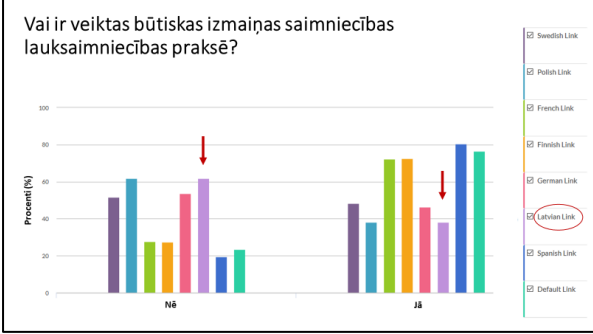
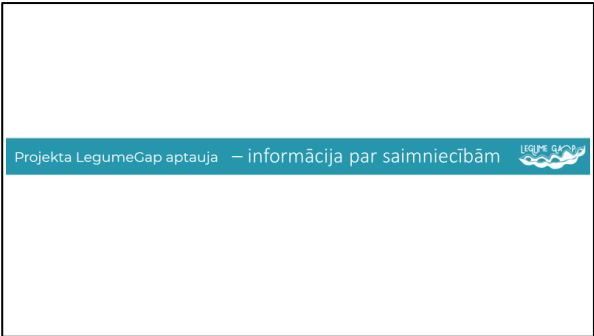
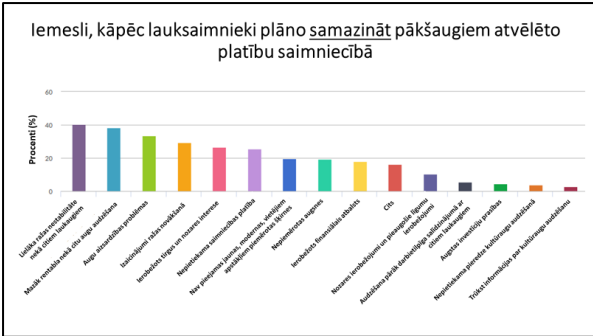
### Ražas svārstīgums salīdzinājumā ar citiem laukaugiem

Lauka pupas	Saldzīnāmā ar stembļiem Atbilstošais Procenti (%)	Daudz svārstīgāka		Tik pat svārstīga		Mazāk svārstīga		Daudz mazāk svārstīga	Nezinu	Kopējais atbilstošais skaits
		Atbilstošais Procenti (%)	Skaits	Procenti (%)	Skaits	Procenti (%)	Skaits			
Saldzīnāmā ar stembļiem	35.0%	117	31.5%	75	21.5%	14	4.0%	4	29	349
Saldzīnāmā ar vasaugiem	39.4%	61	32.0%	91	24.0%	22	6.2%	5	31	350
<b>Soja</b>										
Saldzīnāmā ar stembļiem	16.2%	18	3.6%	34	3.6%	10	9.0%	5	8	111
Saldzīnāmā ar vasaugiem	7.2%	8	27.9%	45	43.5%	12	10.8%	4	11	111



Projekta LegumeGap aptauja – nākotnes plāni







# Sējas laika ietekme uz lauka pupu ražu 2019. g.

Ieva Plūduma-Pauniņa, Zinta Gaile  
LLU Lauksaimniecības fakultāte



---

**Pastāv uzskats, ka lauka pupas ir jāsēj pēc iespējas agri pavasarī, jo tām ir augstas mitruma prasības dīgšanas laikā. Darba mērķis – vērtēt lauka pupu ražas izmaiņas, tās sējot aprīlī trīs dažādos sējas termiņos ar 10 dienu intervālu.**

**Materiāli un metodes**  
Lauka izmēģinājums ierīkots LLU MPS «Pēterlauki» 2019. g. Četri pētītie faktori:  
A – sējas laiks (05.04.; 15.04.; 25.04.);  
B – šķirne ('Laura', 'Boxer', 'Isabell');  
C – izsējas norma (30, 40, 50 dīgtspējīgas sēklas m<sup>2</sup>);  
D – fungicīda (F) lietošana (bez F, ar F (Signum, 1 kg ha<sup>-1</sup>)).  
Pirmajā un otrajā sējas laikā sētie laucīņi nokulti 29. augustā, savukārt trešajā sējas laikā sētie – 5. septembrī. Datu matemātiskai apstrādei izmantota daudzfaktoru dispersijas analīze programmā Rstudio.



**Secinājumi**

- Visaugstākā sēklu raža 2019. gadā tika iegūta, lauka pupas sējot 15. aprīlī, t.i., aprīļa otrajā dekādē.
- Lauka pupu ražu būtiski pozitīvi ietekmēja fungicīda lietošana, kā arī izsējas normas palielināšana (lietojot 50 dīgtspējīgas sēklas m<sup>2</sup>).
- Lai arī augstākās ražas 2019. gadā tika novērotas, izmantojot šķirnes 'Laura' un 'Boxer' (atkarībā no sējas laika), tomēr šajā gadā šķirnes izvēle būtiski 95% līmenī sēklu ražu neietekmēja.

**Pateicība** LLU MPS «Pēterlauki» par atbalstu izmēģinājuma ierīkošanai un uzturēšanai, kā arī tās darbiniekiem par palīdzību visa pētījuma gaitā.  
Pētījumu atbalsta projekts LegumeGap.



**Rezultāti**

Lauka pupu raža ir atkarīga no daudziem faktoriem, tomēr pareiza sējas laika izvēle ir viena no svarīgākajām izvēlēm augstu ražu ieguvei.



Atbilstoši teorijai lauka pupām pirmais sējas laiks 2019. gadā (05.04.) būtu vērtējams kā agrs; otrais sējas laiks (15.04.) – kā optimāls; savukārt trešais sējas laiks (25.04.) – vērtējams kā vēls. Pavasarī 2019. gadā bija piemērots agrai lauka pupu sējai, jo augsni varēja sastrādāt laicīgi, un mitruma bija pietiekami, lai pupas sadīgtu viennēriģi.

**Lauka pupu sēklu raža MPS «Pēterlauki» 2019. g. (t ha<sup>-1</sup>)**

Faktori	A			Vidēji
	5. aprīlis	15. aprīlis	25. aprīlis	
<b>B (p=0.341)</b>				
'Laura'	6.34	6.56	6.23	<b>6.38<sup>A</sup></b>
'Boxer'	6.32	6.59	6.20	<b>6.37<sup>A</sup></b>
'Isabell'	6.14	6.48	6.03	<b>6.22<sup>A</sup></b>
<b>C (dīgtspējīgas sēklas 1 m<sup>2</sup>) (p=0.024)</b>				
30	6.13	6.32	5.85	<b>6.10<sup>B</sup></b>
40	6.29	6.51	6.24	<b>6.35<sup>A,B</sup></b>
50	6.38	6.80	6.38	<b>6.52<sup>A</sup></b>
<b>D (p=0.015)</b>				
F0	6.19	6.20	5.86	<b>6.08<sup>B</sup></b>
F1	6.34	6.89	6.46	<b>6.56<sup>A</sup></b>
<b>Vidēji</b>	<b>6.27<sup>B</sup></b>	<b>6.54<sup>A</sup></b>	<b>6.16<sup>B</sup></b>	×

Lauka pupu sēklu ražu 2019. gada veģetācijas sezonā būtiski ietekmēja trīs no četriem pētāmajiem faktoriem. Gan izsējas normas palielināšana, gan fungicīda lietošana nodrošināja ražas pieaugumu, savukārt šķirnes izvēlei šajā gadā nebija būtiska ietekme uz ražas lielumu (skat. tab.).



Vērtējot sējas laika ietekmi uz lauka pupu ražu, būtiski visaugstākā raža (p=0.00038) tika iegūta, sējot pupas aprīļa otrajā dekādē. Taču arī pārējie divi sējas laiki 2019. gadā nodrošināja augstas, savstarpēji līdzīgas, lai arī būtiski zemākas ražas nekā tā, ko ieguva, sējot 15.04.

Visu ievietoto attēlu autore: I.Plūduma-Pauniņa

Ražas svētki „Vecauce – 2020”. Pētniecība COVID-19 ēnā



**Sējas laika ietekme uz lauka pupu ražu 2019. g.  
Effect of Sowing Time on Field Beans' Yield in 2019**

*Ieva Plūduma-Pauniņa, Zinta Gaile*

LLU Lauksaimniecības fakultāte

**Abstract.** Area sown with field beans' (*Vicia faba*) has grown in Latvia during the last decade. It reached the peak in 2018, and then decreased because of changes in greening requirements and because of poor seed yield (1.96 t ha<sup>-1</sup>) due to drought in this year. To try to maintain high field beans' yield, every step in growing technology is important. The aim of this study was to evaluate sowing time effect on yield. Field trial was carried out at the Research and Study farm “Pēterlauki” of the Latvia University of Life Sciences and Technologies in 2019. Researched factors were: A – sowing time (5, 15, 25 April); B – variety (‘Laura’, ‘Boxer’, ‘Isabell’); C – seeding rate (30, 40 and 50 germinable seeds m<sup>-2</sup>); D – treatment with fungicide (with and without application of fungicide Signum (boscalid, 267.0 g kg<sup>-1</sup>, pyraclostrobin, 67.0 g kg<sup>-1</sup>), 1 kg ha<sup>-1</sup>). In general, temperature and moisture conditions were suitable for field beans' seed yield formation in 2019. The highest (p=0.00038) yield was obtained when field beans were sown on 15 April (6.54 t ha<sup>-1</sup>). Although yields were high also when beans were sown on two other sowing times, they were significantly lower. The highest yield was provided by the variety ‘Laura’, but it was not significantly higher if compared with that of other two varieties. Higher seeding rate and fungicide application also resulted in significant yield increase.

**Key words:** faba bean, sowing time, agrotechnology.

**Ievads**

Lauka pupas (*Vicia faba*) Latvijā tiek audzētas jau ilgi, bet kopš 2010. gada to sējplatības valstī ir pakāpeniski palielinājušās, vislielāko lēcieni piedzīvojot 2018. gadā (39.7 tūkst. ha), kad, salīdzinot ar 2010. gadu (1.3 tūkst. ha), sējplatība bija pieaugusi 30 reizes<sup>1</sup>. Šis ievērojamais kāpums galvenokārt bija saistīts ar zaļināšanas prasību ieviešanu. Savukārt 2019. gadā lauka pupu sējplatība (25.7 tūkst. ha) atkal samazinājusies par 1/3, salīdzinot ar iepriekšējo gadu<sup>2</sup>; līdzīga sējplatība reģistrēta 2020. gada veģetācijas sezonā – 28.1 tūkst. ha. Ievērojamais lauka pupu sējplatību samazinājums atkal galvenokārt izskaidrojams ar izmaiņām zaļināšanas prasībās pākšaugu audzēšanai, kā arī ar

<sup>1</sup> FAOstat: <http://www.fao.org> – Resurss aprakstīts 2020. g. 11. septembrī.

<sup>2</sup> Lauksaimniecības kultūru sējumu platība (tūkst. ha). *No:* Centrālā statistikas pārvalde: [http://data1.csb.gov.lv/pxweb/lv/lauks/lauks\\_03Augk\\_ikgad/LAG020.px/table/tableViewLayout2/](http://data1.csb.gov.lv/pxweb/lv/lauks/lauks_03Augk_ikgad/LAG020.px/table/tableViewLayout2/) – Resurss aprakstīts 2020. g. 11. septembrī.

2018. gada meteoroloģiskajiem apstākļiem, kas nebija labvēlīgi augstu lauka pupu ražu ieguvei.

Lai gan lauka pupas Latvijā jau izsenis atzītas par labu lopbarības avotu, tās mūsdienās aizvien vairāk tiek izmantotas arī pārtikā. Neskatoties uz sēklu izmantošanas veidu – pārtikai vai lopbarībai – audzētājiem būtisks faktors ir iegūtā sēklu raža. Vidējā lauka pupu ražība Latvijā 2019. gadā bija 2.86 t ha<sup>-1</sup>.

Pēdējās desmitgadēs Baltijas valstīs nav veikti lauka izmēģinājumi, kur vērtētu gan lauka pupu sējas laiku, gan šķirņu, gan izsējas normu un fungicīda lietošanas ietekmi uz šī laukauga sēklu ražu. Pastāv uzskats, ka lauka pupu lielo mitruma prasību dēļ dīgšanas laikā tās ir jāsēj pēc iespējas agri pavasarī. Iepriekšējo Latvijā veikto izmēģinājumu (2015.–2017. g.) rezultāti liecina, ka, lauka pupas sējot marta beigās / aprīļa sākumā, iegūtās sēklu ražas bija augstas (Plūduma-Pauniņa et al., 2018). Taču citā pētījumā arī, sējot vēlā sējas termiņā (1. maijā), ir iegūta laba sēklu raža (Bartuševics, 2014).

Darba mērķis – vērtēt lauka pupu ražas izmaiņas, tās sējot aprīlī trīs dažādos sējas termiņos ar 10 dienu intervālu.

### **Materiāli un metodes**

Lauka izmēģinājums ierīkots 2019. gada veģetācijas sezonā Latvijas Lauksaimniecības universitātes mācību un pētījumu saimniecībā “Pēterlauki”. Iekārtoja četrus faktoru izmēģinājumus, kur faktors A – sējas laiks (trīs dažādi sējas laiki), faktors B – šķirne (trīs izplatītas lauka pupu šķirnes: ‘Laura’, ‘Boxer’, ‘Isabell’), faktors C – izsējas norma (trīs izsējas normas: 30, 40 un 50 dīgspējīgas sēklas m<sup>-2</sup>), faktors D – fungicīda Signum (boskalīds, 267.0 g kg<sup>-1</sup> un piraklostrobīns, 67.0 g kg<sup>-1</sup>) lietošana (ar (1 kg ha<sup>-1</sup>) vai bez fungicīda lietošanas lauka pupu ziedēšanas laikā). Kopā izmēģinājumā bija 54 varianti, kas izkārtoti četros atkārtojumos, katra lauciņa platība – 16 m<sup>2</sup>.

Izmēģinājums sēts trīs dažādos sējas laikos, sākot no 5. aprīļa ar 10 dienu intervālu. Izmēģinājumā veikta nezāļu un kaitēkļu ierobežošana, kā arī smidzināts fungicīds atbilstoši izmēģinājuma shēmai (20. jūnijā). Lai arī aprīļa otrā puse bija bez nokrišņiem, siltais un nokrišņiem bagātais maijs veicināja vienmērīgu un strauju lauka pupu attīstību. Kopumā – meteoroloģiskie apstākļi bija piemēroti augstu lauka pupu sēklu ražu ieguvei.

Pirmajā un otrajā sējas laikā sētie lauciņi nokulti 29. augustā, savukārt trešajā sējas laikā sētie – 5. septembrī. Raža nosvēta un pārrēķināta pie 100% tīrības un 14% mitruma. Datu matemātiskai apstrādei izmantota daudzfaktoru dispersijas analīze programmā Rstudio.

Pētījumu atbalsta projekts LegumeGap (Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā).

### **Rezultāti un diskusija**

Lauka pupu raža ir atkarīga no daudziem faktoriem, tomēr pareiza sējas laika izvēle ir viena no svarīgākajām izvēlēm augstu ražu ieguvei. Atbilstoši teorijai lauka pupām pirmais sējas laiks 2019. gadā (05.04.) būtu vērtējams kā agrs;

otrais sējas laiks (15.04.) – kā optimāls; savukārt trešais sējas laiks (25.04.) – vērtējams kā vēls. Agrāku lauka pupu sēja pavasarī rezultējas ar agrāku ziedēšanas sākumu, lielāku produktīvo stublāju skaitu, mazāku pākšu atvēršanās risku un agrāku gatavību (Landry, 2014). Savukārt, sējot pupas pārlietu vēlu, tās var būt īsākas augumā ar zemu piestiprinātām apakšējām pākstīm (problemātiski nokult); ar samazinātu auga zaļo masu; ar mazāk ziediem – pākstīm – zemāku ražu<sup>3</sup>. Protams, lielu nozīmi sējas laika izvēlē un turpmākajā rezultātā ieņem meteoroloģiskie apstākļi ap sējas laiku.

Pavasaris 2019. gadā bija piemērots agrai lauka pupu sējai, jo augsni varēja sastrādāt laicīgi, un mitrums bija pietiekami, lai pupas sadīgtu vienmērīgi. Zemgales reģionā ir novērots, ka lauka pupas visbiežāk sēj līdzīgā laikā (aprīļa sākumā), kāds šajā izmēģinājumā bija pirmais sējas laiks (05.04.); lauksaimnieki to uzskata par optimālu. Šajā izmēģinājumā būtiski ( $p=0.00038$ ) visaugstākā lauka pupu raža ir iegūta, sējot pupas aprīļa otrajā dekādē (15. aprīlis) ( $6.54 \text{ t ha}^{-1}$ ), taču arī pārējie sējas laiki nodrošināja augstas ražas (1. tab.).

1. tabula

Lauka pupu sēklu raža LLU MPS “Pēterlauki 2019. g.,  $\text{t ha}^{-1}$ 

Faktori	Sējas laiks (A)			Vidēji
	5. aprīlis	15. aprīlis	25. aprīlis	
<b>Šķirne (B)</b> ( $p=0.341$ )				
‘Laura’	6.34	6.56	6.23	<b>6.38<sup>A</sup></b>
‘Boxer’	6.32	6.59	6.20	<b>6.37<sup>A</sup></b>
‘Isabell’	6.14	6.48	6.03	<b>6.22<sup>A</sup></b>
<b>Izsējas norma (C)</b> (dīgtspējīgas sēklas $1 \text{ m}^2$ ) ( $p=0.024$ )				
30	6.13	6.32	5.85	<b>6.10<sup>B</sup></b>
40	6.29	6.51	6.24	<b>6.35<sup>A,B</sup></b>
50	6.38	6.80	6.38	<b>6.52<sup>A</sup></b>
<b>Fungicīda lietošana (D)</b> ( $p=0.015$ )				
F0	6.19	6.20	5.86	<b>6.08<sup>B</sup></b>
F1	6.34	6.89	6.46	<b>6.56<sup>A</sup></b>
<b>Vidēji</b>	<b>6.27<sup>B</sup></b>	<b>6.54<sup>A</sup></b>	<b>6.16<sup>B</sup></b>	×

F0 – bez fungicīda lietošanas; F1 – ar fungicīdu; <sup>A,B</sup> – vidējās ražas, kas apzīmētas ar dažādiem burtiem augšrakstā, ir būtiski atšķirīgas.

<sup>3</sup> Richards, M., Armstrong, E., Gaynor, L., Graham, N., Coombes, N. (2016). Sowing time and variety selection in southern NSW. GRDC Update paper: <https://grdc.com.au/Research-and-Development/GRDC-Update-Papers/2016/02/Sowing-time-and-varietyselection-for-faba-bean-in-southern-NSW> – resurss aprakstīts 2020. gada 14. septembrī.

Identiskā izmēģinājumā, kas ierīkots 2018. gadā, ar sējas laikiem 21.04., 29.04. un 08.05., augstākā raža ( $3.33 \text{ t ha}^{-1}$ ) (Plūduma-Pauniņa, Gaile, 2019), tāpat kā 2019. g. izmēģinājumā, iegūta, izmantojot otro sējas laiku, kas vairāk sakrīt ar 2019. g. pēdējo sējas laiku.

Iepriekšējā pētījumā par lauka pupu piemērotāko izsējas normu, šķirnes un fungicīda ietekmi uz ražu, tās trīs gadu periodā sēja marta beigās vai aprīļa pirmajā dekādē un ieguva vidējo ražu  $5.8\text{--}7.3 \text{ t ha}^{-1}$  (Plūduma-Pauniņa et al., 2018). Visos gados apstākļi lauka pupu ražas veidošanai bija piemēroti, novēroja tikai atsevišķus stresa faktoros. ASV ierīkotā divu gadu izmēģinājumā, kur lauka pupas sētas aprīlī un maijā divos reģionos, augstāku ražu ( $1.3\text{--}2.9 \text{ t ha}^{-1}$ ) ieguva, sējot agrākā sējas termiņā (Landry, 2014). Latvijā ierīkotā demonstrējumā, sējot lauka pupas 23.04., raža svārstījās no  $2.9\text{--}3.3 \text{ t ha}^{-1}$  (Mellere, 2016), taču, arī sējot 1. maijā, ražošanas apstākļos iegūta raža sasniedza  $3.8 \text{ t ha}^{-1}$  (Bartuševics, 2014). Jāuzsver, ka katrā konkrētā gadījumā rezultātu varēja ietekmēt meteoroloģiskie apstākļi.

Augstākā sēklu raža iegūta, sējot šķirni ‘Laura’, kas gan būtiski neatšķirās no pārējo šķirņu ražas. Būtiski augstāka raža iegūta, lietojot izsējas normu 50 dīgspējīgas sēklas  $1 \text{ m}^2$ , kā arī, raža bija būtiski augstāka, izmantojot fungicīdu (1. tab.).

### Secinājumi

Visaugstākā lauka pupu sēklu raža 2019. gadā LLU MPS “Pēterlauki” iegūta, sējot tās vidēji agrā sējas termiņā (15.04.) šī gada apstākļos, bet viszemākā – sējot vēlākajā termiņā (25.04.). Ražu būtiski ietekmēja arī izmantotā izsējas norma un būtiski paaugstināja fungicīda lietošana, taču šķirnei šajā gadā nebija būtiskas ietekmes.

### Literatūra

1. Bartuševics, J. (2014). Lauka pupu audzēšanas pieredze zemnieku saimniecībā “Dāvidi”. No: *Zinātniski praktiskās konferences “Līdzsvarota lauksaimniecība” Raksti*. Jelgava: LLU, 217.–219. lpp.
2. Landry, E.J. (2014). *Faba bean (Vicia faba L.) a promising new pulse crop for south-eastern Washington*. A dissertation. Washington State University. 254 p.
3. Mellere, D. (2016). Augu aizsardzības līdzekļu lietošanas efektivitāte lauka pupu sējumos. No: *Demonstrējumi augkopībā un lopkopībā 2016*. Ozolnieki: LLKC, 33.–39. lpp.
4. Plūduma-Pauniņa, I., Gaile, Z. (2019). Sowing time effect on formation of faba bean yield in 2018. In: *Scientific Conference of PhD Students*. Book of Abstracts. Nitra. p. 67.
5. Plūduma-Pauniņa, I., Gaile, Z., Bankina, B., Balodis, R. (2018). Field Bean (*Vicia faba L.*) Yield and Quality Depending on Some Agrotechnical Aspects. *Agronomy Research*, Vol. 16(1), p. 212–220.