



Latvijas
Lauksaimniecības
universitāte



Zemkopības ministrija



SusCrop – ERA-NET
Cofund on Sustainable Crop Production



FACCEJPI

ATSKAITE

par ZM subsīdiju projektu

“Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā”

Projekta vadītāja:

Alise Klūga, Mg. biol.

Pētniece, vieslektore

Jelgava

2019

Projekta galvenie izpildītāji:

Alise Klūga, Mg. biol.

Ina Alsīņa, Dr. biol.

Zinta Gaile, Dr. agr.

Biruta Bankina, Dr. biol.

Gunita Bimšteine, Dr. agr.

Laila Dubova, Mg. agr.

Madara Darguža, Mg. agr.

Līga Lapse, Dr. agr.

Solvita Zeipiņa, Mg. agr.

ANOTĀCIJA

Klūga A. (2019). **Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā**. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava, 30 lpp.

Projekta trīs gadu laikā ir paredzēts identificēt lauka pupu šķirņu potenciālu un optimālo lauksaimniecības praksi, veicot literatūras studijas un lauka izmēģinājumus. Projektā tiks izvērtēts, kā panākt samazinātu klimata izmaiņu izraisīto ražas svārstīgumu un proteīnu iztrūkumu Eiropas Savienības līmenī, optimizējot pākšaugu ražošanas ekoloģisko potenciālu.

Pirmajā gadā tika uzsākts lauka pupu genotipu izvērtējums, un uzsākts dārzenų sojas (edamame) audzēšanas iespēju izvērtējums. Tika analizēti un apkopoti iepriekšējos eksperimentos iegūtie rezultāti – audzēšanas tehnikas ietekme, veģetācijas perioda ilgums, raža, kopproteīns. Secināts, ka novērojamas lielas ražas svārstības starp gadiem, kas parādās arī pētījumos ārpus Latvijas. Lai gan sākotnēji, Latvijā bija paredzēts tikai lauka pupu šķirņu izvērtējums, tomēr tā kā sojas audzēšana kļūst aizvien populārāka arī Latvijā, projekta sadarbības partneri izteica interesi par Latvijas iesaistīšanos sojas šķirņu apkopojumā un izvērtēšanā, lai atlasītu atbilstošākās šķirnes dažādiem Eiropas klimatiskajiem apstākļiem.

Tika apkopota literatūrā pieejamā informācija par lauka pupu agronomiskajām un ekonomiskajām priekšrocībām augu maiņā; pozitīvo ietekmi uz nākamajiem kultūraugiem; augsnes struktūras uzlabošanas īpašības; augsnes mikroorganismu stimulēšana. Vairākos apkopotajos pētījumos tiek pierādīta lauka pupu pozitīvā ietekme augu maiņā, palielinot, piemēram, ziemas kviešu ražu.

Tika uzsākts lauka pupu slimību izplatības izvērtējums, atkarībā no sējas laika, izsējas normas un lauka pupu šķirnes. Dominējošā lauka pupu slimība 2019. gadā bija lapu plankumainība. Tika novērots, ka šķirne ‘Laura’ bija ieņēmīgākā visām uzskaitītajām slimībām, kamēr šķirne ‘Isabell’ sējumos lapu plankumainības un brūnplankumainības izplatība bija būtiski zemāka. Zemāka slimību attīstības pakāpe tika novērota vēlas sējas gadījumā, kā arī zemākas izsējas normas variantos. Tika analizēti rezultāti 2018. gadā iekārtotajam lauka izmēģinājumam, kurā novērtēja lauka pupu ražas veidošanos, atkarībā no sējas laika, izsējas normas, šķirnes, kā arī fungicīdu lietošanas. Aprēķināts, ka sējas laiks būtiski ietekmē tikai sēklu skaitu pākstī. Secināts, ka augstākā raža iegūta, izmantojot šķirni ‘Boxer’, ar izsējas normu 50 dīgstspējīgas sēklas m², izmantojot fungicīdu. Visaugstākais sēklu kopproteīna saturs novērots trešajā sējas laikā sētajām pupām, šķirnei ‘Isabell’. Visus pārbaudītos kvalitātes radītājus būtiski ietekmēja gan sējas laiks, gan izmantotā šķirne.

Projekta laikā tika veikta projekta koordinācija, komunikācija starp iesaistītajiem partneriem. Ar projekta mērķiem un uzdevumiem tika iepazīstināti zemnieki un citi nozares pārstāvji (“Lauksaimniecības un meža tehnika. Lauku sēta 2019”), kā arī citi zinātnieki un ZM ministrijas pārstāvji (seminārā „Ražas svētki Vecauce-2019”). Šajā projekta posmā ir veiksmīgi nostiprināti kontakti ar starptautiskajiem partneriem, apspriestas vairākas potenciālās kopīgi publicējamās zinātniskās publikācijas. Liels darbs tika ieguldīts zemnieku aptaujas izveidē, kuras mērķis ir identificēt galvenos faktoros, kuri nosaka augstāku pākšaugu ražas iegūšanu, un, kuri būtu svarīgi, lai varētu samazināt ražas mainīgumu.

Satura rādītājs

IEVADS	5
1. Latvijā audzēto lauka pupu šķirņu ģenētiskā materiāla izvērtējums	7
1.1. Latvijā audzējamo lauka pupu (<i>Vicia faba</i> L.) šķirņu izvērtējums	7
1.2. Edamames (dārzeņu sojas) audzēšanas iespējas Latvijā	9
2. Literatūras apkopojums un analīze par lauka pupu nozīmi augu maiņā	12
3. Lauka pupu slimību izplatības izvērtējums atkarībā no sējas laika, izsējas normas un šķirnes	17
4. Lauka pupu ražas veidošanās un ražas kvalitāte atkarībā no sējas laika, izsējas normas, šķirnes un fungicīdu lietošanas	23
4.1. Lauka izmēģinājums	24
5. Projekta koordinācija, komunikācija un zināšanu pārnese	29
SECINĀJUMI	30
PIELIKUMI	31

IEVADS

Pākšaugiem ir būtiska loma proteīna nodrošināšanā cilvēka pārtikā un dzīvnieku barībā, kā arī vides ilgtspējas nodrošināšanā. Pākšaugu audzēšanas palielināšana nodrošinātu Eiropas pašpietiekamību proteīna apgādē, dažādotu lauksaimniecības ražošanas sistēmas, samazinātu minerālmēslu 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. Projekts LegumeGap trīs gadu laikā identificēs pupu šķirņu potenciālu un optimālo lauksaimniecības praksi. Projekts LegumeGap izvērtēs, kā panākt samazinātu klimata izmaiņu izraisīto ražas svārstīgumu un proteīnu iztrūkumu Eiropas Savienības līmenī, optimizējot pākšaugu ražošanas ekoloģisko potenciālu.

Projekts tiek fokusēts galvenokārt uz lauka pupām kā pākšaugu ar pieaugošu popularitāti, plašām adaptācijas spējām un augstu proteīna 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:

Pētījuma mērķis ir analizēt un definēt pupu produktivitāti noteicošos faktoros, veicot literatūras studijas un lauka izmēģinājumus. Projekta pirmā gada beigās tiks iegūts pupu ražas un slimību novērtējums, kā arī Latvijā audzējamo pupu šķirņu izvērtējums. Pamatojoties uz šiem rezultātiem, projekta nākamo divu gadu laikā tiks veikta zemnieku zināšanu uzlabošana par pākšaugu produktivitāti noteicošajiem faktoriem; tiks iegūtas rekomendācijas par piemērotāko pupu šķirņu audzēšanu Latvijas reģionā. Iegūtie rezultāti ļaus pilnveidot lauka pupu audzēšanas agrotehniku Latvijā, kas turpmāk dos iespēju veicināt lauka pupu audzēšanu Latvijā.

Pētījuma 2019. gada uzdevumi:

1. Apkopot un analizēt literatūrā pieejamo informāciju par Latvijā audzētajām lauka pupu šķirnēm, to ģenētisko materiālu. Lauku pupu šķirņu izvērtējums, balstoties uz literatūras datiem un iepriekšējo gadu izmēģinājumiem, tiks veikts visa projekta garumā.
2. Uzsākt literatūras apkopošanu un analīzi par lauka pupu nozīmi augu maiņā atkarībā no augsnes apstrādes paņēmiena.
3. Izvērtēt lauka pupu slimību izplatību atkarībā no sējas laika, izsējas normas, šķirnes.

4. Analizēt lauka pupu ražas veidošanos atkarībā no sējas laika, izsējas normas, šķirnes, kā arī fungicīdu lietošanas, uzsākt lauka pupu kvalitātes izvērtēšanu atkarībā no iepriekšminētiem faktoriem.
5. Veikt projekta koordināciju, komunikāciju starp iesaistītajiem partneriem, kā arī ar zemniekiem; nodrošināt zināšanu pārnesi.

1. Latvijā audzēto lauka pupu šķirņu ģenētiskā materiāla izvērtējums

Projekta pirmajā gadā tika uzsākta literatūrā pieejamās informācijas apkopošana un analīze par Latvijā audzētajām lauka pupu šķirnēm, to ģenētisko materiālu. Lauku pupu šķirņu izvērtējums veikts, balstoties uz literatūrā pieejamiem datiem, kā arī, izmantojot iepriekšējo gadu izmēģinājumiem. Lauka pupu šķirņu izvērtējums, balstoties uz literatūras datiem un iepriekšējo gadu izmēģinājumiem, tiks turpināts arī nākamajā gadā. Projekta rezultātā mērķis ir salīdzināt dažādās Eiropas Savienības valstīs plašāk izmantoto lauka pupu, kā arī sojas šķirņu ģenētisko materiālu un izveidot rekomendācijas par lauka pupu un sojas šķirņu izvēli, atkarībā no audzēšanas klimata apstākļiem.

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

Lauka pupas ir viens no vēsturiski visagrāk audzētajiem laukaugiem Latvijas teritorijā. Līdz ar to šķirņu klāsts vēsturiski ir bijis salīdzinoši liels – ‘Lielplatones’, ‘Bauskas’, ‘Valmieras’, ‘Priekuļu-32’. Tomēr laika gaitā Latvijas izcelsmes šķirnes ir zudušas un to vietā tirgū ir ienākušas Rietumeiropas selekcijas šķirnes. Laika periodā no 2014. līdz 2017. gadam FP-7 projekta EUROLEGUME ietvaros tika apzinātas vietējās, vēl pieejamās lauka pupu šķirnes (genotipi) un izvērtētas Eiropas selekcijas šķirnes, nosakot to piemērotību augstu un kvalitatīvu ražu ieguvei Latvijas klimatiskajos apstākļos. Šajā pārskatā tiks sniegta informācija par šī projekta gaitā iegūtajiem rezultātiem.

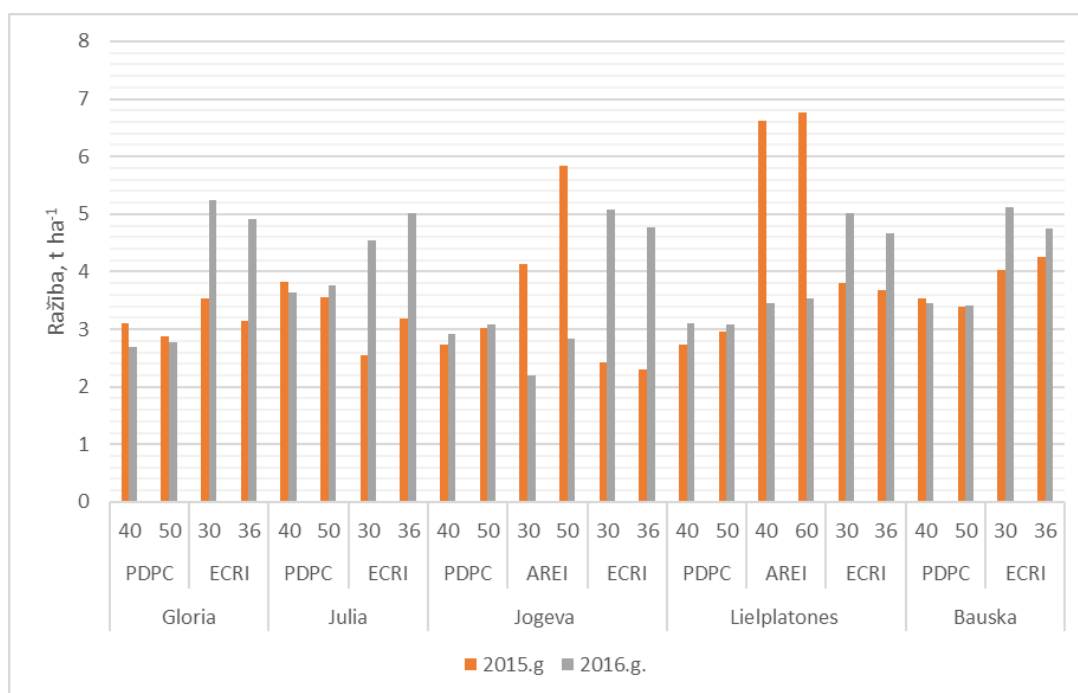
Izvērtējot vietējos ģenētiskos resursus, tika konstatēts, ka Latvijas izcelsmes genotipi izceļas ar agrāku ziedēšanu un garāku veģetācijas periodu, salīdzinot ar Zviedru izcelsmes paraugiem. Turklāt, kā nozīmīgs secinājums, ir jāatzīmē tas, ka pupām ir ļoti izteikta vietai specifiskā adaptācija (*site specific adaptation*) kā rezultātā katrā izmēģinājuma reģionā kā labākie – ražīgākie, augstāko proteīna saturu tika atzīti vietējās izcelsmes paraugi. Īpaši tika atzīmēta senā Latvijas šķirne ‘Lielplatones’, kas parādījusi ļoti labas un stabilas ražas, kā arī augstu un stabilu proteīna saturu.

Laika posmā no 2015. līdz 2017. gadam izvērtēti 16 – 18 paraugi veicot salīdzinoši plašu ražas, morfoloģisko un fenoloģisko pazīmju uzskaiti un analīzi. Te gan jāatzīmē, ka pupas ļoti izteikti reaģē uz nepietiekamu mitruma nodrošinājumu kritiskajos attīstības posmos – ziedēšana un pākšu veidošanās, kas būtiski ietekmē ražas iznākumu. Līdz ar to, teju visos izmēģinājumu gados iegūtas salīdzinoši zemas ražas, jo visos gados tika novērots pupu attīstībai un ražas veidošanai nepietiekams mitruma nodrošinājums veģetācijas periodā. Balstoties uz iegūtajiem datiem, no visiem izvērtētajiem genotipiem izvēlēti divi perspektīvākie Latvijas izcelsmes paraugi: ‘Lielplatones’ – sīkas sēklas, ražīgs, augstu proteīna saturu un ‘Bauskas’ - ražīgs, augstu proteīna saturu, plastisks dažādos meteoroloģiskajos apstākļos (1. tab.) (Bodner et. al., 2018).

Lauka pupu ražības un kvalitātes parametri, pēc EUROLEGUME projekta rezultātiem

Genotips	Ražība, g m ⁻²	100 sēkļu masa, g	Proteīns, %
Fuego	316.4	64.3	29.8
Bauska	332.9	57.9	31.3
Priekuļu -32	304.5	77.5	31.3
Lielplatones	308.0	44.9	31.9
Valmiera	263.4	61.4	31.3
Favel	78.6	95.6	29.9
Jogeva	251.8	75.6	30.8
Gloria	236.5	52.1	33.3

Paralēli ģenētisko resursu izvērtējumam tika veikti arī komercšķirņu izvērtēšanas izmēģinājumi un audzēšanas tehnoloģiju optimizācijas izmēģinājumi – pētīta samazinātas izsējas normas ietekme uz ražas un proteīna iznākumu. Veicot piecu šķirņu ('Gloria', 'Julia', 'Jogeva', 'Lielplatones', un 'Bauska') salīdzinājumu (izmēģinājumi veikti Latvijā Pūres DPC un AREI, kā arī Igaunijā (Estonian Crop Research Institute - ECRI)), konstatēts, ka audzēšanai Baltijas klimatā ieteicamākās ir šķirnes: 'Bauska', 'Jogeva' un 'Lielplatones', kas iezīmējās kā ražīgākās starp pārējām pārbaudītajām šķirnēm (1. att.).



1. attēls. Dažādu lauka pupu šķirņu ražības salīdzinājums 2015.–2016. gada periodā.

Tā kā šajā EUROLEGUME projektā tika izvērtētas tikai piecas šķirnes, tad audzēšanai ieteicamo šķirņu klāsts ir salīdzinoši neliels. Turpmākajos LegumeGap projekta realizācijas gados tiks apkopoti citu pētījumu rezultāti, lai paplašinātu audzēšanai Latvijā ieteicamo lauka pupu sortimentu.

1.2. Edamames (dārzeņu sojas) audzēšanas iespējas Latvijā

Soja (*Glycine max* (L.) Merr.) ir viengadīgs tauriņziešu dzimtas pākšaugš. Edamame pēc botāniskās nomenklatūras ir tā pati soja, kas tiek izmatota graudu ieguvei. Dārzeņu soja ir sojas paveids ar lielākām sēklām. Atšķirībā no graudu sojas edamamei uzturā lieto, nenobriedušas pupiņas, ko ievāc, kad tās sasniegušas apmēram 80% gatavību, kad pākstis tik tikko sāk krāsoties dzeltenas. Edamamei raksturīga augsta uzturvērtība un labas garšas īpašības (Hu et al., 2006; Pao et al., 2008). Ķīnā edamame jau bijusi pazīstama 2. gadsimtā pirms mūsu ēras (Mentreddy et al., 2002). Tā ir ļoti populāra arī Japānā, kur tā pazīstama jau 400 gadus (Wszelaki et al., 2005). Eiropā edamame kļūst arvien populārāka tās augstās uzturvērtības un labo garšas īpašību dēļ. Sojas pupiņas satur ļoti daudz olbaltumvielu, tās ir bagātas ar vitamīniem, šķiedrvielām, kalciju, mangānu, dzelzi un cinku (Basavaraja et al., 2005; Hu et al., 2006).

Latvijā ar sojas ieviešanu un kolekcionēšanu nodarbojās Pēteris Dindonis, viņš 40 gadus veltīja šī pākšauga selekcijai un introdukcijai. Pēc Pirmā pasaules kara tika uzsākta šī auga aklimatizācija un selekcija Bulduru dārzkopības skolā, kad 1924. gadā tika saņemtas pirmās sojas sēklas. Lai gan pirmie mēģinājumi iegūt ražu neesot bijuši veiksmīgi, ilgstošā selekcijas ceļā P. Dindonim izdevās atlasīt divus variantus, ar kuriem turpināts selekcijas darbs. Viņa izveidotās šķirnes joprojām tiek uzturētas ģenētisko resursu kolekcijās.

Pēdējos gados Latvijā palielinās saimniecību skaits, kas audzē graudu soju. Vienotajam platību maksājumam 2019. gadā ir deklarēti sojas sējumi 320 ha platībā, 2015. gadā tie bija tikai 93 ha.

Dārzeņu sojas audzēšana Latvijā uzsākta 2014. gadā, kad LLU APP "Dārzkopības institūts" zinātnieki iesaistījās ziemeļvalstu-Baltijas sadarbības projektā, kura laikā notika vairāki braucieni, kuros iepazinās ar sojas, t.sk. edamames, audzēšanas un pārstrādes iespējām Baltijas jūras reģiona valstīs. 2015. gadā, lai izvērtētu šī kultūrauga audzēšanas iespējas Latvijas agroklimatiskajos apstākļos, uzsākta piecu Japānas izcelsmes šķirņu audzēšana ('Soya Komachi', 'Midori Giant', 'Sappon Miclin', 'Chiba Green', 'Kaoshiung'). Sēklu dīdžība uz lauka šīm šķirnēm variēja no 14 līdz 94%. Izvērtējot dažādus parametrus, no priekšizmēģinājumā iekļautajām šķirnēm kā perspektīvas turpmākai audzēšanai izvēlētas divas šķirnes - 'Chiba Green' un 'Midori Giant'. Edamames audzēšanas tehnoloģisko risinājumu izpēte uzsākta pasākuma "Sadarbība" ietvaros projektā „Jauna dārzeņa - edamame audzēšanas tehnoloģijas izstrāde bioloģiskajā ražošanā”. Izmēģinājumos Dārzkopības institūtā tiek pētīti trīs dažādi faktori: šķirne, audzēšanas veids un augu biežība. Augi tiek audzēti divās dažādās biežībās (13 un 20 augi uz m²), sējot sēklas tieši laukā, vai izstādot dēstus. Izvēlēto šķirņu raksturojums:

- 'Midori Giant' – šķirnei raksturīgs īss veģetācijas periods, 80 – 95 dienas. Lielas, koši zaļas pupiņas. Augi sasniedz 50 – 60 cm augstumu, ļoti zaroti un izturīgi, nav nepieciešami balsti. Šķirne piemērota gan lielām, gan mazām lauka platībām.
- 'Chiba Green' – šķirnei raksturīgs īsāks veģetācijas periods kā šķirnei 'Midori Giant' – vien 70 – 80 dienas. Ražīga, lielas pupiņas. Augi sasniedz 50 – 60 cm augstumu, kompakti. Pupiņas nobriest vienmērīgi.

Izvērtējot šīs Japānas izcelsmes šķirnes, novērots, ka Latvijas platuma grādos un klimatiskajos apstākļos veģetācijas periods ir garāks, nekā tas minēts šķirņu raksturojumā.

Turklāt veģetācijas periods atšķirās pa gadiem laika apstākļu ietekmē, un to ietekmēja arī audzēšanas veids. Arī šķirņu agrīnums un ienākšanās laiks bija atšķirīgs no šķirņu aprakstos dotā. Garāks veģetācijas periods bija šķirnei 'Chiba Green'. Visgarākais veģetācijas periods izmēģinājumos bija 2017. gadā, bet visīsākais tas bija 2019. gadā. Kopumā pa visiem izmēģinājuma gadiem novērots, ka, audzējot edamami no dēstiem, raža ir iegūta pat pa divām, trīs nedēļām agrāk nekā sējot tieši uz lauka. Vismazākās atšķirības starp sēto un stādīto bija 2017. gadā, atšķirība bija vien dažas dienas. Īsākais veģetācijas periods bija ap 90 dienām, bet garākais tuvu pie 130 dienām.

Izvērtējot iegūto ražu, četru gadu periodā tā variēja ļoti lielā amplitūdā, vidēji no 3 līdz 12 t ha⁻¹. 2016. gadā sētajos variantos raža netika iegūta, jo, beidzoties veģetācijai, pākstis vēl nebija sasniegušas nepieciešamo gatavības fāzi, tādēļ raža netika uzskaitīta. Skaidri vērojama tendence, ka augstāka raža sasniegta pirmajos izmēģinājuma gados. Pēdējos divos gados tā bija krietni zemāka. Tas ir skaidrojams ar mainīgajiem meteoroloģiskajiem apstākļiem, jo 2018. un 2019. gads raksturojās ar gariem sausuma periodiem un ne vienmēr bija tehniska iespēja nodrošināt nepieciešamo mitrumu ar laistīšanu. Kopumā, izņemot 2018. gadu, novērojama tendence, ka augstāka raža iegūta variantos, kad edamame audzēta no stādiem. Kā arī vērojams, ka nereti ražas atšķirība starp dažādas augu biežības variantiem ir neliela.

Iepazīstoties ar citu valstu pētījumiem, tiek minēts, ka pagājušā gadsimta deviņdesmito gadu pētījumā Kolorado štata ASV divos apgabalos četru gadu periodā (1994.–1998. g.) iegūta raža 2.2 –10.2 t ha⁻¹ (Johnson et al., 1999), kas lielā mērā sakrīt ar izmēģinājumos iegūtās ražas amplitūdu. Indijā veiktajā pētījumā ar desmit dažādiem dārzeņu sojas genotipiem un šķirnēm iegūtā svaigu pākšu raža variēja no 6.2 līdz 11.4 t ha⁻¹, audzējot 30 cm attālumā starp rindām un 10 cm starp augiem rindā (Basavaraja et al., 2005). S. Metreddy u.c. (2002) savā pētījumā minējuši, ka no Japānas šķirnēm var vidēji iegūt pat 19.7 t ha⁻¹, no Ķīnas šķirnēm 18 t ha⁻¹ un no amerikāņu – 16.3 t ha⁻¹ (Mentreddy et al., 2002). Viens no faktoriem, kas ietekmē ražu, ir augu biežība. Attālums starp rindām ietekmē vairāk nekā attālums starp augiem rindā. Zemākā augu biežībā veidojas tumšākas pākstis un konstatēts augstāks aminoskābju un cukuru līmenis (Kanovsky et al., 1994).

Šķirņu raksturojumā minēts, ka auga garums variē no 50 līdz 60 cm. Literatūrā min, ka kopumā edamames auga augstums visbiežāk variē no 40 līdz 100 centimetriem. (Soya beans..., 2010). Izmēģinājumos augu garums bija gandrīz līdz pat metram. Izteikti garāki augi bija 2016. gadā, pārējos gados augu garums bija vidēji par 20 cm īsāks. Bieži vien augu garums bija diezgan līdzīgs gan sētajos, gan stādītajos variantos. 2019. gadā ir izteiktāka tendence, ka lielāks auga garums bija sētajos variantos. Salīdzinot abas šķirnes, lielākus augus veidoja 'Midori Giant' šķirnes augi.

Literatūrā ir atrodama informācija par Indijas genotipiem, ka pākšu skaits uz auga izmēģinājumos bijis vidēji 26 pākstis (Basavaraja et al., 2005). Institūtā veiktajos izmēģinājumos pa gadiem bija vērojama liela pākšu skaita amplitūda, tāpat kā ar ražu attiecīgi. Pa variantiem pākšu atšķirības bija pat pa 50 pākstīm. 2016. un 2019. gadā izteikti novērojams, ka tieši sētajos variantos pākšu skaits bija teju uz pusi lielāks nekā stādītajos variantos. Kopumā vērojama tendence, ka vairāk pākšu veidojās variantos ar mazāku augu biežību, jo tur augi bija vairāk izgaismoti. Vairāk pākšu veidoja šķirnes 'Midori Giant' augi.

Sausos edamames pupiņu paraugos noteiks kopproteīnu saturs Latvijas Lauksaimniecības universitātes Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā. Kopproteīna saturs variēja no 33 līdz 42%. Visvairāk kopproteīnu bija 2016. gada ražas pupiņās, bet vismazāk – 2019. gadā. Ietekme uz kopproteīna saturu augu biežībai nav konstatēta. Ne katru gadu, bet vērojamas tendences, ka nedaudz lielāks kopproteīna saturs ir ar dēstu stādītajos augos. Nav konstatētas nozīmīgas atšķirības kopproteīna saturam starp šķirnēm.

Izmantotā literatūra

1. Hu Q., Zhang M., Mujumdar A.S., Xiao G, Jincai S. (2006). Drying of edamame by hot air and vacuum microwave combination. *Journal of Food Engineering*. Vol. 77, Issue 4, p. 977 – 982.
2. Mentreddy S.R., Mohamed A.I., Joshee N., Yaav A.K. (2002). Edamame: A nutritious vegetable crop. *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA. p. 432 – 438.
3. Pao S., Eitinger M.R., Khalid M.F., Mebrahtu T., Mullins C. (2008). Microbiological quality of frozen „edamame” (vegetable soybean). *Journal of Food Safety*. Vol. 28, p. 300 – 313.
4. Soya beans production guideline. (2010). Pretoria: Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, 32 p.
5. Wszelaki A.L., Delwiche J.F., Walker S.D., Liggett R.E., Miller S.A., Kleinhenz M.D. (2005). Consumer liking and descriptive analysis of six varieties of organically grown edamame-type soybean. *Food Quality and Preference*, Vol.16, Issue 8, p. 651 – 658.
6. Konovsky J., Lumpkin T.A., McClary D. (1994). Edamame: the vegetable soybean. In: *Understanding the Japanese Food and Agrimarket: a multifaceted opportunity*. Binghamton: Haworth Press, p. 173 – 181.
7. Johnson D., Wang S., Suzuki A. (1999). Edamame: a vegetable soybean for Colorado. In: J. Janick (ed.), *Perspectives on new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA. p. 385 – 387.
8. Basavaraja G.T., Naidu G.K., Salimath P.M (2005). Evaluation of vegetable soybean genotypes for yield and component traits. *Karnataka Journal of Agricultural Science*. Vol.18, Issue 1, p. 27 – 31.
9. G. Bodner, A. Kronberga, L. Lapse, M. Olle, I.M. Vågen, L. Rabante, J.A. Fernández, G. Ntasi, A. Balliu, B. Rewald, 2018. Trait identification of faba bean ideotypes for Northern European environments. *European Journal of Agronomy* 96 (2018) 1–12 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030118300546>

2. Literatūras apkopojums un analīze par lauka pupu nozīmi augu maiņā

Projektā paredzēta literatūrā esošās informācijas apkopšana un analīze par lauka pupu nozīmi augu maiņā, atkarībā no augsnes apstrādes paņēmiena. Projekta pirmajā gadā tika paredzēta šīs literatūras analīzes uzsākšana.

Lauka pupu (*Vicia faba*) audzēšanai ir daudz priekšrocību. Galvenais faktors, kas lauku pupu un citus tauriņziežu dzimtas augus padara agronomiski un ekonomiski izdevīgus, plānojot augu maiņu, ir to spēja simbiotiski saistīt atmosfēras slāpekli (Köpke, Nemecek, 2010), samazinot nepieciešamību pēc papildu slāpekļa mēslojuma; turklāt saistītais slāpekļis augsnē ir pieejams arī nākamajam audzētajam kultūraugam. Tauriņziežu saistītais atmosfēras slāpekļis ir nozīmīgs slāpekļa avots zālaugu maisījumu mistriem, kā arī būtisks augsnes slāpekļa resursu papildinātājs. Simbiotiskā slāpekļa fiksācija ir ilgtspējīgs slāpekļa avots, kas var samazināt vai pilnībā aizvietot slāpekļa mēslošanas līdzekļu lietošanu (Garg, 2009). Lauka pupu sakņu sistēma uzlabo augsnes struktūru, tāpēc tās ir novērtētas kā labs priekšausgs dažādiem kultūraugiem augu maiņā (Stute et al., 2019). Lauka pupām ir arī ekonomiska nozīme augu maiņā, jo tās paaugstina pēcauga ekonomisko vērtību, gan pieaugot ražai, gan arī uzlabojoties proteīna kvalitātei (piem., Lopez-Bellido et al., 1998).

Divi galvenie agrotehniskie paņēmieni sekmīgai tauriņziežu saistītā slāpekļa izmantošanai ir pākšaugu iekļaušana augu maiņā un augu audzēšana mistros ar tauriņziežiem. Lielākā daļa no tauriņziežu biomasā saistītā slāpekļa tiek novākts un izmantots lopbarībā vai pārtikā, tomēr apkopojot vairāku eksperimentu datus, kuri veikti izmantojot dažādas metodikas, var secināt, ka tauriņziežu dzimtas augi var bagātināt augsni ar ievērojamu slāpekļa daudzumu (Fustec et al., 2010; Mahieu et al., 2007; Wichern et al., 2007). Lauka pupu simbiotiski saistītais slāpekļis var veidot līdz pat 100–200 kg ha⁻¹ lielas slāpekļa rezerves, līdz ar to mazinot nepieciešamā slāpekļa mēslojuma devas augiem, kas seko lauka pupām (Jensen et al., 2010), līdz ar to samazinot arī CO₂ izmešus (Jensen et al., 2011). Citas lauku pupu priekšrocības, iekļaujot tās augu maiņā, ir augsnes auglības saglabāšana, augsnes fizikālo īpašību uzlabošanās un augu slimību un kaitēkļu attīstības ciklu pārtraukšana (Mandal et al., 2003; Stoddard et al., 2010). Pie tauriņziežu pozitīvajām īpašībām pieder arī noderīgo augsnes mikroorganismu stimulēšana (Crews & Peoples, 2004; Peoples et al., 2009; Watson et al., 2017). Viens no šiem mehānismiem ir slāpekļa simbiotiskās saistīšanas blakusprodukta ūdeņraža atbrīvošanās augsnē, kas tālāk stimulē ūdeņradi pārstrādājošās baktērijas tauriņziežu gumiņu rizosfērā, kuras tālāk pozitīvi ietekmē augsnes faunu (La Favre & Focht, 1983) un augu augšanu stimulējošas rizosfēras baktērijas (Golding & Dong, 2010; Lugtenberg & Kamilova, 2009). Daudzu kultūraugu saknes, kuru priekšausgs ir bijuši tauriņzieži, aug labāk salīdzinājumā ar citiem variantiem, kad priekšausgs ir bijis ne-tauriņziežu dzimtas augs. Ietekme uz pēcaugiem zināmā mērā ir atkarīga arī no augsnes tipa, kurā tiek audzēti kultūraugi – slāpekļa krājumi sakņu zonas rizosfērā var būtiski veicināt augu sakņu augšanu smilšainās augsnēs, kamēr efekts būs gandrīz nemanāms smilšmāla augsnēs (Jensen et al., 2004).

Pākšaugu pozitīvais efekts augu maiņā galvenokārt tiek raksturots ar augiem pieejamā slāpekļa izmaiņām, bet pākšaugu augu atliekas var ietekmēt arī fosfora pieejamību pākšaugu

pēcaugiem augu maiņā. Pākšaugu saknes izdala dažādus karboksilātu savienojumus, kas šķīdina fosforu saturošus kalcija un dzelzs savienojumus, kas ir nekustīgi augsnē un tiek uzskatīti par augiem nepieejamiem fosfora avotiem. Izdalītais karboksilātu daudzums ir atkarīgs no pieejamā fosfora augsnē – jo zemāks fosfora līmenis, augsnē jo lielāks izdalītais karboksilātu daudzums. Izdalītais karboksilātu daudzums un daudzveidība ir atkarīga no audzēto pākšaugu sugas, piemēram, lauka pupas izdala tikai ābolskābi un citronskābi, kamēr dažas lupīnu sugas var izdalīt līdz pat astoņām dažādām skābēm (Egle et al., 2003).

Lauka pupu nozīme augu maiņā ir plaši pētīta gan pasaulē, gan Eiropā, un ir arī sākti izmēģinājumi Latvijā. Lauka pupu vieta augu maiņā ir plaši pētīta Francijā. Aschia et al. (2017) izmēģinājumā tika pētītas divas augu maiņas piecu gadu periodā: ar iekļautiem pākšaugiem – lauka pupām (auga trešajā gadā) un bez tām. Konstatēts, ka augu maiņas pēdējā gadā, kurā aug kvieši (*Triticum*), augsnes organiskā oglekļa daudzums ir palielinājies, salīdzinot ar tā saturu augsnē pirms pieciem gadiem, kad uzsākts eksperiments, un tas ir augstāks, salīdzinot ar augu maiņu, kurā lauka pupas un citi pākšaugi netika iekļauti. Tas tiek skaidrots arī ar nabadzīgo augsnes organiskās vielas saturu eksperimenta sākumā, un lielāku iestrādāto augu atlieku daudzumu eksperimenta laikā tieši no lauka pupām, salīdzinot ar liniem (*Linum usitatissimum*), kuri tika audzēti lauka pupu vietā otrajā augu maiņas variantā (Aschi et al., 2017). Citā pētījumā Francijā tika salīdzinātas dažādas pākšaugu sugas (to skaitā arī lauka pupas) kā priekšaugi ziemas kviešiem (2014. un 2016. gadā), lai skaidrotu pākšaugu radītās slāpekļa plūsmas augsnē un to izmantojamību pēcaugam – kviešiem. Tika noskaidrots, ka lauka pupas starp dažādām pākšaugu sugām 2016. gadā spēja piesaistīt vislielāko N daudzumu, kā arī uzkrāja lielāko N daudzumu sēklās, salīdzinot ar citām pākšaugu sugām. Tomēr lauka pupu spēja saistīt neorganisko slāpekli augsnē un slāpekļa izskalošanās risks ir augstāks, kā, piemēram, sojas pupām (*Glycine max*). Konstatēts arī, ka ziemas kviešu dzinumos, kas sēti pēc lauka pupām, zirņiem (*Pisum sativum*), vīķiem (*Vicia sativa*) vai lēcām (*Lens esculenta*), bija tendence uzkrāt augstāku N daudzumu salīdzinājumā ar tādiem priekšaugiem kā auna zirņiem (*Cicer arietinum*), parastajām pupiņām (*Phaseolus vulgaris*) un sojas pupām (Guinet et al., 2019). Tauriņziežu piesaistītā slāpekļa daudzums ir tieši atkarīgs no tauriņzieža sugas, kas tika izmantots par priekšaugu. Saistītā slāpekļa loma samazinās palielinoties lietotā minerālmēslojuma daudzumam audzējot izvēlēto pēcaugus. Nemēsloti graudaugi ieguva 1-3 t ha⁻¹ eksperimentos Dānijā, Šveicē, Austrijā, Vācijā un Lielbritānijā. Palielinoties minerālmēslojuma devām, tauriņziežu atliekās saistītā slāpekļa loma samazinās, un ražas kļūst stabilākas. Eksperimenti ar augstu mēslošanas fonu parāda ar slāpekli nesaistītu efektu nozīmību. Lielākie ražas pieaugumi absolūtos skaitļos lielākoties tiek novēroti pēc tauriņziežu priekšauga arī pie augstām slāpekļa mēslojuma devām (Engström & Lindén, 2009).

Latvijā izmēģinājumu stacionārā LLU MPS „Pēterlaukos” ir pētīta lauka pupu iekļaušana augu maiņā un to ietekme uz ziemas kviešu graudu ražu un graudu kvalitātes rādītājiem. Ziemas kviešu raža pēc lauka pupām bija būtiski augstāka, nekā kviešu raža pēc kviešiem, un augstāka arī par to, ko ieguva, ja kviešus sēja pēc rapša (*Brassica napus* ssp. *oleifera*), bet šajā gadījumā ražu starpība nebija būtiska (Darguza, Gaile, 2019b). Lauka pupu ietekme arī uz ziemas kviešu graudu kvalitāti ir pozitīva, un ir iegūti rezultāti, ka, kviešus audzējot pēc lauka pupām, ir iespējams iegūt graudus ar augstāku proteīna un lipekļa saturu vai Zeleny indeksu, salīdzinot ar kviešiem, kuri sēti pēc kviešiem (Konavko & Ruža, 2017;

Darguža, Gaile, 2019a). Arī Francijā tika vērtēta pākšaugu ietekme uz pēcauga ražas lielumu 2017. gada ražai, un tika konstatēts, ka kviešu raža pēc lauka pupām bija būtiski augstāka kā pēc kviešiem, bet ne būtiski augstāka kā pēc citiem priekšaugiem – pākšaugiem. Šajā pašā izmēģinājumā netika novērota pākšauga kā priekšauga pozitīvā ietekme uz ražību rapsim – ražas līmenis matemātiski būtiski neatšķīrās vai rapša priekšaugš bija kvieši vai lauka pupas (Schneider et al., 2019).

Aptaujājot zemniekus, zemnieki Beļģijā, centrālajā Spānijā un Šveicē aplēsa, ka audzējot kviešu pēc pākšaugiem to ražība pieauga par 0.6 t ha⁻¹ salīdzinājumā, ja kviešus audzēja pēc graudaugiem, kamēr zemnieki Vācijā, Spānijas ziemeļos aplēsa, ka ražības pieaugums sasniedza pat 0.9 t ha⁻¹ (Von Richthofen et al., 2006.). Ražības datu meta analizē analizējot vairāk nekā 300 salīdzinājumus, tika noteikts, ka kviešu ražība pēc pākšaugiem bija par 1.2 t ha⁻¹ augstāka nekā varianti, kur tika audzēti kvieši pēc kviešiem (Angus et al., 2015). Aprēķinos, kas noteica tauriņziežu kā priekšauga ietekmi uz optimālajām slāpekļa mēslošanas devām nākamajā sezonā, balstoties uz ekspertu aplēsēm, zemnieku novērojumiem, matemātiskiem modeļiem, un kultūraugu papildus uzņemto slāpekli eksperimentos, noteica, ka tauriņziežu ietekme vidēji ir 23 – 31 kg ha⁻¹ (Preissel et al., 2015). Šie skaitļi ir daudz zemāki par slāpekļa iespējamo daudzumu tauriņziežu augu atliekās, ko var izskaidrot ar to, ka eksperimentos, kā pēcaugi audzēti augstāzīgi kultūraugi ar augstu slāpekļa patēriņu.

Audzējot pākšaugus augu maiņā ir jāņem vērā, ka pastāv arī riski videi – slāpekļa izskalošanās un slāpekļa oksīda (N₂O) veidošanās, lai samazinātu šos riskus ir jāveido piemērotas augu maiņas sistēmas, lai tauriņziežu atliekās saistītais slāpekļš, šīm atliekām noārdoties, neizskalotos no augsnes (Huth et al., 2010; Karkanis et al., 2018).

Ir vēl arī citi ieguvumi no lauka pupu iekļaušanas augu maiņā, kas nav saistīti ar slāpekli, piemēram, graudzāļu dzimtas nezāļu ierobežošana, slimību un kaitēkļu samazinājums, augsnes struktūras uzlabošana, augsnes produktīvā ūdens uzkrāšana. Lauka pupu iekļaušana augu maiņā arī pārtrauc augsnē esošo labību patogēnus attīstības ciklus (piem., *Gaeumannomyces graminis*) (Jensen et al., 2010). Tāpat arī pākšaugu iekļaušana augu maiņā aktivizē augsnes mikroorganismu darbību un daudzveidību (Lupavi, Kennedy, 2007). Lauka pupu iekļaušana augu maiņā ir veids kā saimniekot ilgtspējīgi un samazināt fosilās enerģijas pielietojumu (Jensen et al., 2010).

Izmantotā literatūra

1. Angus J., Kirkegaard J., Hunt J., Ryan M., Ohlander L., Peoples M. (2015). Break crops and rotations for wheat. *Crop and Pasture Science*, Vol. 66(6), p. 523-552.
2. Aschia A., Aubert M, Riah-Angleta W, Nélieuc S, Dubois C, Akpa-Vinceslas M, Trinsoutrot-Gattin I. (2017). Introduction of Faba bean in crop rotation: Impacts on soil chemical and biological characteristics. *Applied Soil Ecology*, Vol. 120, p. 219–228.
3. Crews T., Peoples M. (2004). Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 102(3), p. 279-297.

4. Darguza M., Gaile Z. (2019a). Yield and Quality of Winter Wheat, Depending on Crop Rotation and Soil Tillage. Conference “Research for Rural Development 2019” Jelgava: LLU. *In Press*.
5. Darguža M., Gaile Z. (2019b). Winter Wheat Yield Formation Influenced by Fore-crop and Foil Tillage. In: Proceedings of conference “Young Scientists for Advance in Agriculture” 14th November 2019, Lithuania, Vilnius, *In Press*.
6. Egle K., Römer W., Keller H. (2003). Exudation of low molecular weight organic acids by *Lupinus albus* L., *Lupinus angustifolius* L. and *Lupinus luteus* L. as affected by phosphorus supply. *Agronomie*, Vol. 23(5-6), p. 511-518.
7. Engström L., Lindén B. (2009). Importance of soil mineral N in early spring and subsequent net N mineralisation for winter wheat following winter oilseed rape and peas in a milder climate. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science*, Vol. 59(5), p. 402-413.
8. Fustec J., Lesuffleur F., Mahieu S., Cliquet J.-B. (2010). Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Vol. 30 (1), p. 57-66.
9. Garg N. (2019). Symbiotic nitrogen fixation in legume nodules: process and signaling: a review. *In Sustainable Agriculture*, p. 519-531.
10. Golding A.-L., Dong Z. (2010). Hydrogen production by nitrogenase as a potential crop rotation benefit. *Environmental Chemistry Letters*, Vol. 8(2), p. 101-121.
11. Guinet M., Nicolardot B., Voisin A.S. (2019). Multifunctional analysis of ecosystem services relative to the nitrogen fluxes provided by ten legume crops. In: *Abstract book of conference “European conference in crop diversification 2019”*, 18-21. septembris, Ungārija, Budapešta, 130.–131.lpp.
12. Huth N., Thorburn P., Radford B., Thornton C. (2010). Impacts of fertilisers and legumes on N₂O and CO₂ emissions from soils in subtropical agricultural systems: a simulation study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 136(3-4), p. 351-357.
13. Jensen C. R., Joernsgaard B., Andersen M. N., Christiansen J. L., Mogensen V. O., Friis P., Petersen C. T. (2004). The effect of lupins as compared with peas and oats on the yield of the subsequent winter barley crop. *European Journal of Agronomy*, Vol. 20(4), p. 405-418.
14. Jensen E.A., Peoples M.B., Hauggaard-Nielsen H. (2010). Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*, Vol. 115, p. 203–216.
15. Jensen E.S., Peoples M. B., Boddey R. M., Gresshoff P. M., Hauggaard-Nielsen H., J.R. Alves B., Morrison M. J. (2011). Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Vol. 32(2), p. 329-364.
16. Konavko, A., & Ruža, A. (2017). Augšnes apstrādes veida un augmaiņas ietekme uz ziemas kviešu graudu kvalitāti. No: *Zinātniski praktiskās konferences rakstu krājums “Līdzsvarota lauksaimniecība”*, 2017. gada 23. februārī, Jelgava: LLU, 50.–54. lpp.
17. Karkanis A., Ntatsi G., Lapse L., Fernandez J. A., Vagen I. M., Rewald B., Alsina I., et al. (2018). Faba Bean Cultivation - Revealing Novel Managing Practices for More Sustainable and Competitive European Cropping Systems. *Front Plant Sci*, Vol. 9, p. 1115.

18. Köpke U., & Nemecek T. (2010). Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*, Vol. 115 (3), p. 217-233.
19. La Favre J., Focht D. (1983). Conservation in soil of H₂ liberated from N₂ fixation by Hup-nodules. *Appl. Environ. Microbiol.*, Vol. 46(No), p. 304-311.
20. Lugtenberg B., Kamilova F. (2009). Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annual review of microbiology*, Vol. 63, p. 541-556.
21. Lupwayi, N.Z., Kennedy, A.C., 2007. Grain legumes in Northern Great Plains: impacts on selected biological soil processes. *Agronomy Journal*, Vol. 99, p. 1700–1709.
22. Mahieu S., Fustec J., Faure M.-L., Corre-Hellou G., Crozat Y. (2007). Comparison of two 15 N labelling methods for assessing nitrogen rhizodeposition of pea. *Plant and Soil*, Vol. 295 (1-2), p. 193-205.
23. Mandal U. K., Singh G., Victor U. S., Sharma K. L. (2003). Green manuring: its effect on soil properties and crop growth under rice–wheat cropping system. *European Journal of Agronomy*, Vol. 19(2), p. 225-237.
24. Peoples M., Brockwell J., Herridge D., Rochester I., Alves B., Urquiaga S., Boddey R., et al. (2009). The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis*, Vol. 48(1-3), p. 1-17.
25. Preissel S., Reckling M., Schläfke N., Zander P. (2015). Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe: A review. *Field Crops Research*, Vol. 175, p. 64-79.
26. Schneider A., Pelzer E., Jeuffory M.-H., Guinet M., Voisin A.S. (2019). Pre-cropping effect from grain legumes on wheat and oilseed rape: nitrogen fluxes and productivity. *In: Book of Abstracts of conference: European Conference on Crop Diversification*, 18.–21. september 2019, Hungary, Budapest, p. 85–86.
27. Stoddard F. L., Nicholas A. H., Rubiales D., Thomas J., Villegas-Fernández A. M. (2010). Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research*, Vol. 115(3), p. 308-318.
28. Stute I., Kezeya-Sepngang B., Haberlah-Korr V., Mergenthaler M. (2019). The association Rheinische Ackerbohne e.V. - A contribution to the diversification through the revival of a traditional, nearly forgotten crop. *In: Book of Abstracts of conference: European Conference on Crop Diversification*, 18.–21. september 2019, Hungary, Budapest, p. 54–55.
29. Von Richthofen J.-S., Pahl H., Bouttet D., Casta P., Cartrysse C., Charles R., Lafarga A. (2006). What do European farmers think about grain legumes. *Grain Legume*, Vol. 45, p. 14-15.
30. Watson C. A., Reckling M., Preissel S., Bachinger J., Bergkvist G., Kuhlman T., Lindström K., et al. (2017). Grain Legume Production and Use in European Agricultural Systems, *Advances in Agronomy*, Vol. 144, p. 235-303.
31. Wichern F., Mayer J., Joergensen R. G., Müller T. (2007). Rhizodeposition of C and N in peas and oats after 13C–15N double labelling under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 39 (10), p. 2527-2537.

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

LegumeGap projekta pirmajā gadā tika izvirzīts uzdevums – izvērtēt lauka pupu slimību izplatību, atkarībā no sējas laika, izsējas normas un lauka pupu šķirnes. Lauka pupu slimības un to ierobežošanas iespējas 2019. 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,

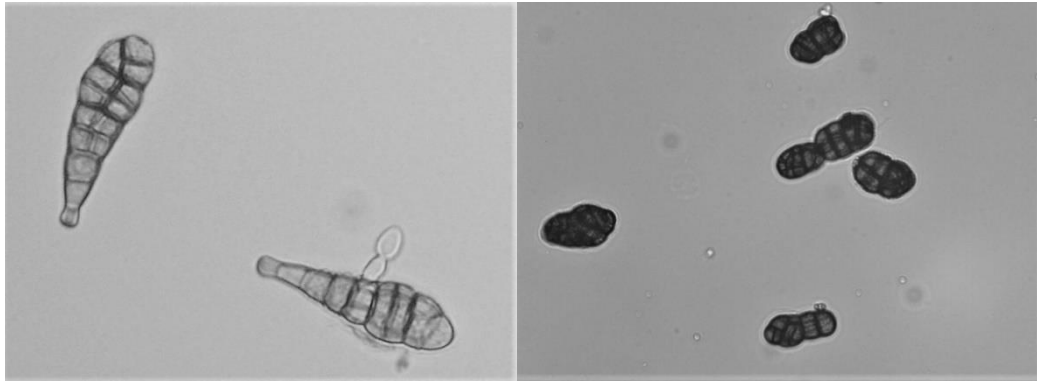
k – AUDPC variantā, kur fungicīdi nav lietoti;

v – AUDPC variantā, kur fungicīdi lietoti.

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

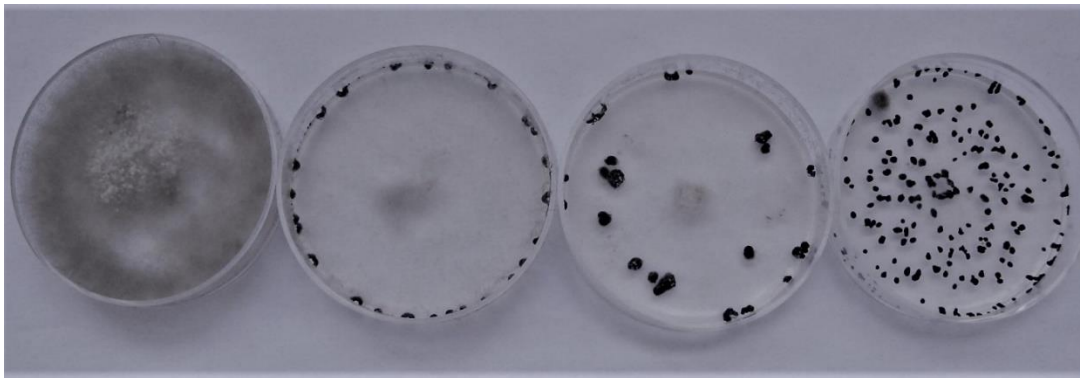
Slimību ierosinātāju identifikācija veikta Augu patoloģijas laboratorijā, kur no inficētajām lapām iegūtas patogēnu tīrkultūras. Tīrkultūru iegūšanai inficēto lapu gabaliņi sterilos apstākļos tiek novietoti Petri platēs uz kartupeļu dekstrozes agara (PD), pēc tam sēnes tiek vairākkārt pārsētas, līdz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

2019. gada sezonā lauka pupu sējumos dominēja lapu plankumainība, ko ierosina *Alternaria/Stemphylium* ģinšu sēņu komplekss. Lauka apstākļos pazīmes, ko ierosina šīs sēnes, nav atšķiramas, bet laboratorijā tikušas atrastas konīdijas, kas pieder šīm ģintīm (2. att.).



2. att. *Alternaria* sp. Un *Stemphylium* sp. sporas, kas iegūtas no inficētajā lapām.

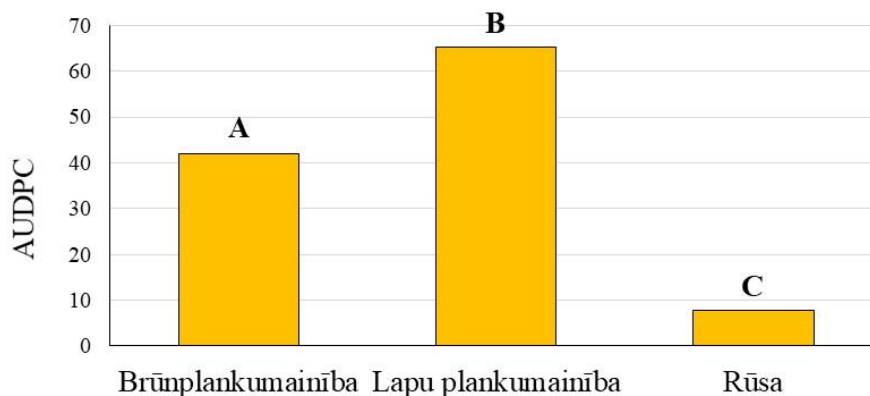
Otra nozīmīgākā slimība bija lapu brūnplankumainība, ko ierosina *Botrytis* spp., iepriekšējie novērojumi un literatūras dati (Zhang et al., 2010) pierāda, ka arī šajā gadījumā ir vairākas sugas, kuras nevar atšķirt pēc morfoloģiskajām pazīmēm (3. att.), bet ir nepieciešamas molekulāri-ģenētiskās analīzes. *Botrytis* spp. tīrkultūras atšķiras gan atkarībā no sugas, gan vienas sugas ietvaros (3. att.).



3. *Botrytis* spp. izolātu morfoloģiskās pazīmes.

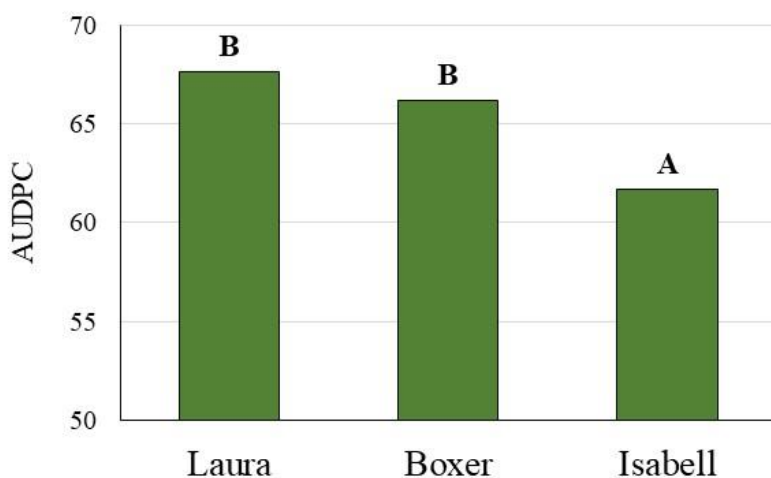
Sējumos bija sastopama arī rūsa (ier. *Uromyces viciae-fabae*), bet tās attīstības pakāpe nebija nozīmīga (4. att.).

Atšķirības starp slimību attīstību 2019. gadā bija statistiski būtiskas ($p < 0.001$).



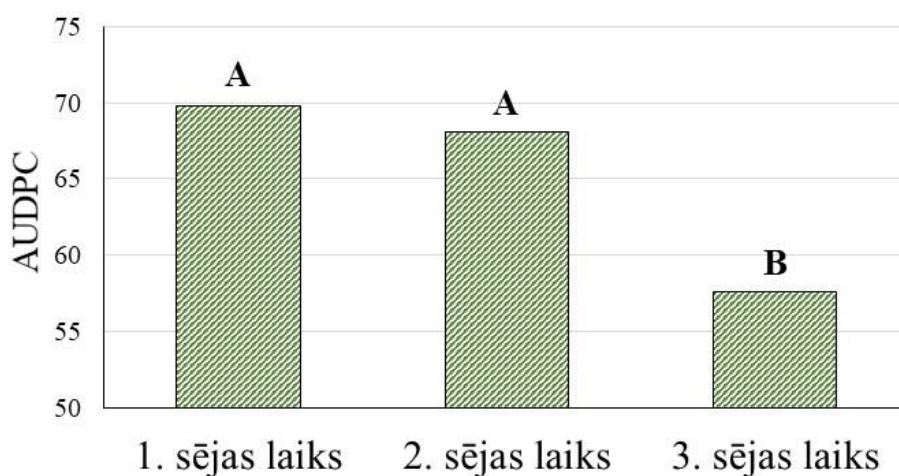
4. att. Lauka pupu slimības 2019. gadā

Plankumainības, ko ierosina *Alternaria/Stemphylium* sugu komplekss, attīstību būtiski ietekmēja šķirne ($p < 0.001$). Plankumainības attīstība šķirnes 'Isabell' sējumos bija būtiski zemāka nekā brūnplankumainības un rūsas attīstība (5. att.).



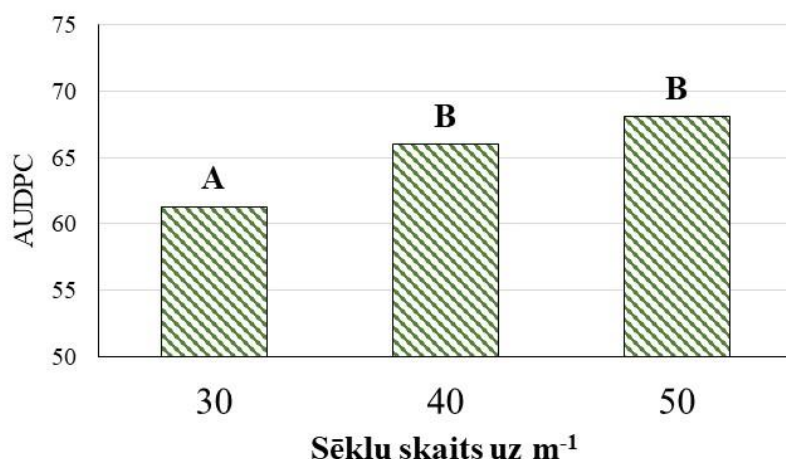
5. att. Plankumainības, ko ierosina *Alternaria/Stemphylium* kompleksa attīstība atkarībā no šķirnes.

Arī sējas laiks būtiski ($p < 0.001$) ietekmēja plankumainības attīstību, vēlāk sētajām pupām slimības attīstības pakāpe bija būtiski zemāka (6. att.).



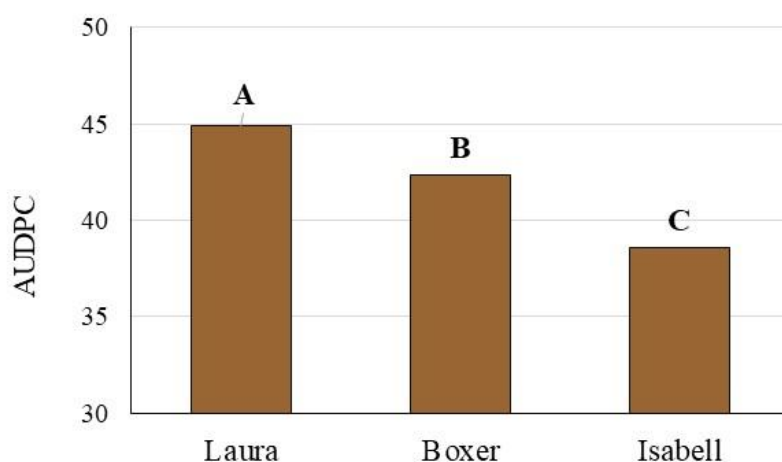
6. att. Plankumainības, ko ierosina *Alternaria/Stemphylium* kompleksa attīstība atkarībā no sējas laika.

Izsējas norma arī ietekmēja plankumainības attīstību ($p < 0.001$), viszemākā slimības attīstība pakāpe novērtā variantā, kur bija viszemākā izsējas norma – 30 sēklas uz m^{-1} (7. att.).



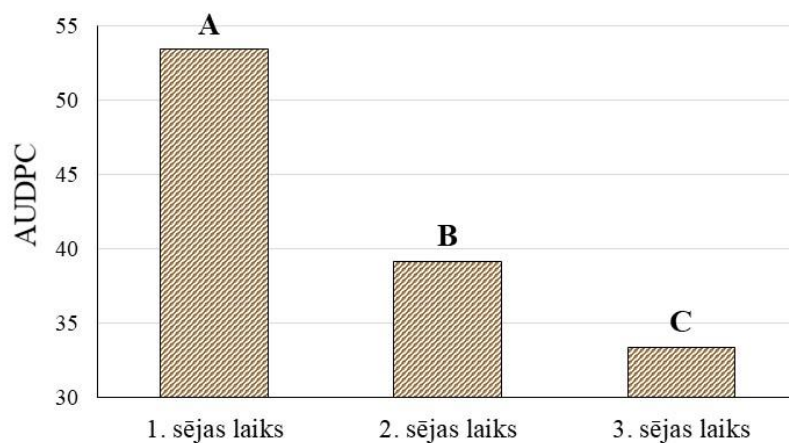
7. att. Plankumainības, ko ierosina *Alternaria/Stemphylium* kompleksa attīstība atkarībā no izsējas normas.

Lapu brūnplankumainības (ier. *Botrytis* spp.) attīstību būtiski ietekmēja šķirne ($p < 0.001$). Visaugstākā slimības attīstības pakāpe novērota šķirnes ‘Laura’ sējumos, bet zemākā – tāpat kā attiecībā uz plankumainību – ‘Isabell’ sējumos (8. att.).



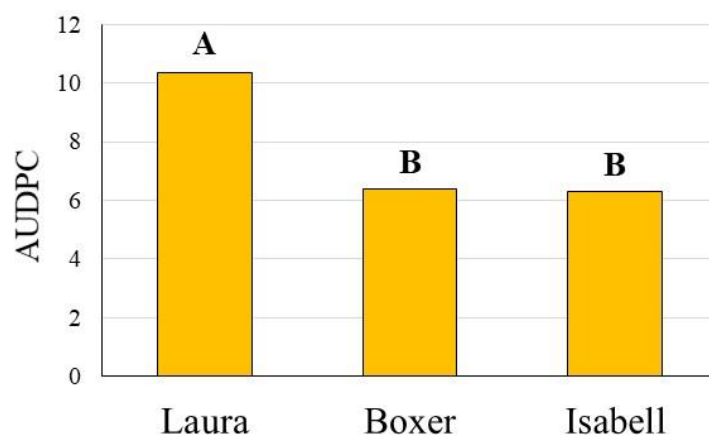
8. att. Brūnplankumainības (ier. *Botrytis* spp.) attīstība atkarībā no šķirnes.

Sējas laiks būtiski ($p < 0.001$) ietekmēja brūnplankumainības attīstību, agrāk sētajā variantā bija augstākā slimības attīstība, bet vēlāk sētajām – viszemākā (9. att.). Turpretim izsējas norma brūnplankumainības attīstību neietekmēja ($p > 0.05$).

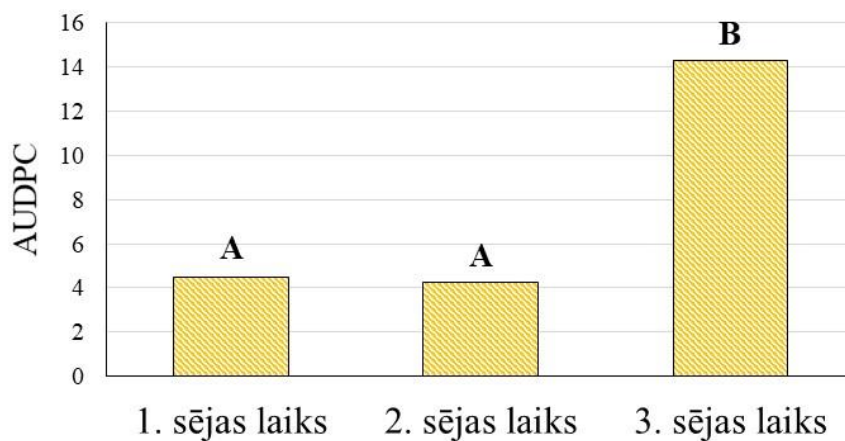


9. att. Brūnplankumainības (ier. *Botrytis* spp.) attīstība atkarībā no sējais laika.

Rūsas (ier. *Uromyces viciae-fabae*) attīstību ietekmēja šķirne ($p=0.011$). Attiecībā uz rūsu, tāpat kā pārējām slimībām, ieņēmīgākā bija ‘Laura’ (10. att.).



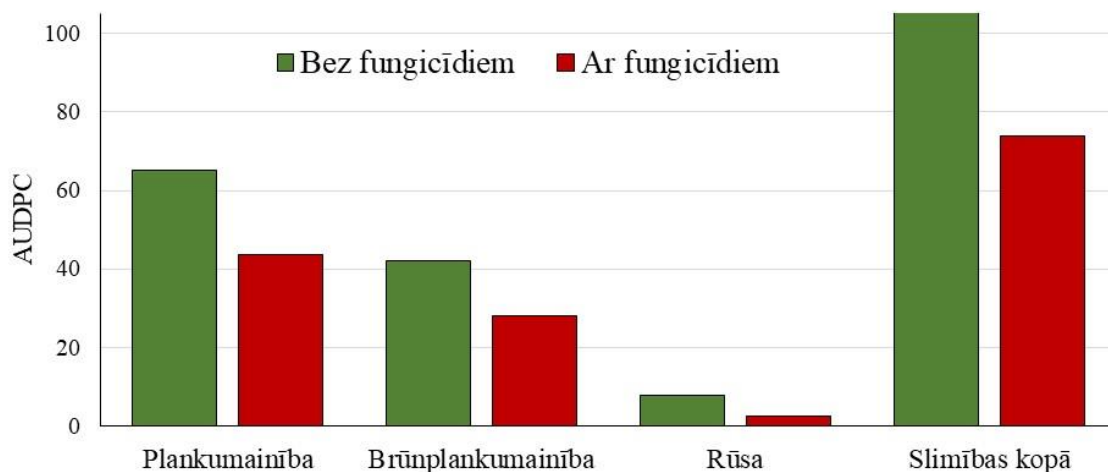
10. att. Rūsas (ier. *Uromyces viciae-fabae*) attīstība atkarībā no šķirnes.



11. att. Rūsas (ier. *Uromyces viciae-fabae*) attīstība atkarībā no sējais laika.

Vēlākais sējas laiks būtiski ($p < 0.001$) palielināja rūsas attīstību, iespējams, tas skaidrojams ar to, ka augi ilgāk bija zaļi, līdz ar to obligātajam patogēnam bija lielākas iespējas attīstīties (11. att.). Izsējas norma būtiski slimības attīstību neietekmēja.

Fungicīdu lietošana būtiski ($p < 0.001$) samazināja visu slimību attīstību, tomēr to tehniskā efektivitāte (TE) nebija augsta. Ja vērtē visu slimību ierobežošanu kopā, tad TE bija tikai 36%, turklāt būtiskākās slimības – plankumainību, ko ierosina *Alternaria/Stemphylium* ģints sēnes un brūnplankumainību (ier. *Botrytis* spp.), ierobežoja tikai par 33%, lielāka efektivitāte (67%) sasniegta attiecībā uz rūsu, ko ierosina *Uromyces viciae-fabae* (12. att.).



12. att. Slimību ierobežošanas efektivitāte lauka pupu sējumos.

Izmantotā literatūra

Zhang, J., Wu, MD., Li, G.Q., Yu, L., Jiang, D.H. (2010) *Botrytis fabiopsis*, a new species causing chocolate spot of broad bean in central China. *Mycologia*, 102(5), pp. 114-1126.

4. Lauka pupu ražas veidošanās un ražas kvalitāte atkarībā no sējas laika, izsējas normas, šķirnes un fungicīdu lietošanas

Projekta pirmajā gadā tika veikta lauka pupu ražas veidošanās analīze, atkarībā no sējas laika, izsējas normas, šķirnes, kā arī fungicīdu lietošanas, uzsākt lauka pupu kvalitātes izvērtēšanu atkarībā no iepriekšminētiem faktoriem.

Lauka pupas ir nozīmīgs kultūraugs, kam pēdējos gadu desmitos Latvijā ir ievērojami pieaugušas sējplatības. To ražību var ietekmēt ar vairākiem paņēmieniem, no kuriem kā viens no galvenajiem, ir sējas laiks. Sējas laiks ir viens no svarīgākajiem agronomiskajiem faktoriem, kas saistīts ar augu augšanu un attīstību, kā arī ražu un kvalitāti. Tas būtiski ietekmē augu veģetācijas perioda garumu un reproduktīvo attīstību, kā arī slimību un kaitēkļu ietekmi uz lauka pupām (Amer et al., 2008). Ēģiptē veiktā divu gadu pētījumā (Badr et al., 2013) pierādīts, ka sējas laikam ir būtiska ietekme uz lauka pupu struktūrelementu attīstību. Kamēr abos gados agrākajam sējas termiņam novēroti augstākie rādītāji tādiem struktūrelementiem kā augu garums, lapu skaits augam, sakņu garums, u.c., tikmēr pēdējā sējas termiņā šie rādītāji bijuši viszemākie. Tāpat arī raža ir būtiski lielāka, sējot pupas agrākos sējas termiņos. Līdzīgi rezultāti novēroti divos citos Ēģiptē veiktos pētījumos (Hassan, 2008; Ibrahim et al., 2009). Novērtos, ka novēlots sējas laiks izraisījis samazinātu sēklu skaitu un augu sēklu masu (Sharaan et al., 2002), tomēr 100 sēklu masa līdz ar vēlāku sējas termiņu ir pieaugusi. Arī Turk M.A un Tawaha A.R. savā pētījumā (2002) nonāca pie secinājuma, ka sējas laiks būtiski ietekmē lauka pupu ražu. Novēlots sējas laiks rezultējies arī ar samazinātu sēklu skaitu pākstī, pākšu garumu, 1000 sēklu masu, auga sēklu masu un īsāku posmu (mazāku dienu skaitu) līdz ziedēšanas vidum. Šie rezultāti sakrīt ar citiem šo autoru rezultātiem – īsāks augšanas periods var rezultēties ar mazāk pākstīm un stublājiem augam, kā rezultātā arī raža ir zemāka (Tawaha, Turk, 2001). Lai arī Kondra Z.P. (1974) savā pētījumā nonāca pie secinājuma, ka sējas laiks būtiski ietekmē ražu, un, sējot lauka pupas vēlākos termiņos, raža ievērojami samazinās, taču tas būtiski neietekmē kopproteīna saturu sēklās, tomēr tika novērota tendence, ka vēlākā sējas laikā sētām pupām kopproteīna daudzums sēklās samazinās. Arī Austrālijā veiktā divu gadu pētījumā secinājumi par sējas laika ietekmi uz ražu ir tādi paši – vēlāks sējas termiņš atstāj negatīvu ietekmi uz lauka pupu ražu, ražas struktūrelementiem un kvalitāti (Loss & Siddique, 1997).

Latvijā pēdējais liela apjoma pētījums par dažādiem lauka pupu ražas ietekmējošajiem faktoriem tika veikts 60. gados (Holms, 1967). Kopš tā laika, ne tikai Baltijā, bet arī Ziemeļeiropā šāda veida pētījumi par lauka pupām nav bijis daudz. Latvijā pētījumi par sējas laika ietekmi uz lauka pupu sēklu ražu ir tikai sākumposmā un rezultāti pieejami tikai par vienu netipisku – ļoti karstu un sausu 2018. gadu. Taču arī šie rezultāti liecina, ka novēlota sējas laika rezultāts ar samazināta raža un tās struktūrelementu vērtības, kā arī dažu kvalitātes rādītāju (1000 sēklu masa un tilpummasa) pazemināšanās, kamēr šajā gadā kopproteīna saturs sēklās pieauga (Plūduma-Pauniņa, Gaile, 2019a, 2019b).

Ir atrodami vairāki pētījumi par šķirņu un izsējas normas ietekmi uz lauka pupu ražu (Skjelvag, 1981; Lopez-Bellido et al., 2005; Patrick & Stoddard, 2010; Flores et al., 2013), pāris pētījumi par slimību izplatību (Villegas-Fernandez et al., 2009; Bankina et al., 2016), bet

vēl joprojām iztrūkst zināšanas šajā jomā (Plūduma-Pauniņa et al., 2019). Iepriekšējos gados (2015.-2017.) veiktajos izmēģinājumos novērota tendence – lauka pupas ar mazāku izsējas normu (30 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m²) uzsāk ziedēt pirmās (Plūduma-Pauniņa et al., 2019). Lai gan Plūduma-Pauniņa et al. (2019) izmēģinājumā secināts, ka izsējas norma būtiski neietekmēja auga garumu, tomēr tika novērota tendence, ka lielāks augu garums bija augiem ar lielāku izsējas normu. Līdzīga tendence novērota arī citos izmēģinājumos ārpus Latvijas (Khalil et al., 2010; Al-Suhaibani et al., 2013). Šis novērojums ir skaidrojams ar to, ka lielas izsējas normas gadījumā, pieaug augu sacensība par gaismu un telpu (Turk & Tawaha, 2002; Derogar & Mojaddam, 2014). Šis varētu būt iemesls novērotajai pozitīvajai korelācijai starp auga garumu un ražu. Novērots, ka arī fungicīdu pielietojums būtiski palielina augu garumu (Plūduma-Pauniņa et al., 2019). Tika novērots, ka visi pētāmie faktori (izsējas norma, sējas laiks, fungicīdu pielietojums, šķirne) būtiski ietekmē lauku pupu ražu. Visiem apskatītajiem faktoriem novēroja būtisku ietekmi uz pākstu skaitu un sēklu skaitu pākstī. Šie rādītāji bija būtiski augstāki pie zemas izsējas normas, kā arī gadījumos, kad tika izmantoti fungicīdi. Tika novērota pozitīva korelācija starp ražas komponentiem un ražas lielumu. Augstākā raža tika iegūta šķirnei ‘Boxer’ – pie augstākās izsējas normas (50 dīgtspējīgas sēklas m²) un ar fungicīdu pielietošanu (Plūduma-Pauniņa et al., 2019).

4.1. Lauka izmēģinājums

Ievas Plūduma-Pauniņas promocijas darba ietvaros divu gadu garumā (2018.-2019.) tika veikts izmēģinājums LLU Lauksaimniecības fakultātes MPS “Pēterlauki”, kurā tika izvērtēta lauku pupu ražas veidošanās un ražas kvalitāte atkarībā no sējas laika, izsējas normas, šķirnes un fungicīdu lietošanas. Abos izmēģinājuma gados tika iekļauti četri pētāmie faktori: 1) sējas laiks (2018. gadā: 21.04., 29.04. un 08.05.; 2019. gadā: 05.04., 15.04. un 25.04.); 2) šķirne (‘Laura’, ‘Boxer’, ‘Isabell’); 3) izsējas norma (30, 40 un 50 dīgtspējīgas sēklas m²); 4) fungicīds (ar vai bez fungicīda Signum (boskalīds, 267.0 g kg⁻¹ un piraklostrobīns, 67.0 g kg⁻¹) lietošanas (deva 1 kg ha⁻¹)).

2. tabula

2018. un 2019. gadā iekārtoto izmēģinājumu agrotehnika

	2018. gads	2019. gads
Priekšaug	Ziemas kvieši	Ziemas kvieši
Augsne	velēnu karbonātu, putekļains smilšmāls	velēnu karbonātu, putekļains smilšmāls
Augsnes reakcija (pH KCl)	6.7	6.7
Organisko vielu saturs	2.5%	2.3%
K₂O	230 mg kg ⁻¹	221 mg kg ⁻¹

P₂O₅	145 mg kg ⁻¹	127 mg kg ⁻¹
Augsnes apstrāde	rudens arums, šļūkts un kompakts pirms pirmā sējas laika (21.04.); kompakts pirms trešā sējas laika (08.05.)	rudens arums, šļūkts un kompakts pirms pirmā sējas laika (05.04.); kompakts pirms trešā sējas laika (25.04.)
Pirms sējas iestrādāts pamatmēslojums	NPK 15-15-15 + S 250 kg ha ⁻¹	NPK 15-15-15 + S 200 kg ha ⁻¹ .
Herbicīdu pielietojums	i) Stomp CS ar devu 2 L ha ⁻¹ , 29.04.2018.; 08.05.2018; ii) Focus Ultra ar devu 1 L ha ⁻¹ , + Dash 0.5 L ha ⁻¹ 11.06.2018.	i) Stomp CS ar devu 2 L ha ⁻¹ , 26.04.2019. ii) Bazagan ar devu 2 L ha ⁻¹ + Dash 0.5 L ha ⁻¹ 23.05.2019. iii) Focus Ultra ar devu 2 L ha ⁻¹ , + Dash 0.5 L ha ⁻¹ + YaraVita Brasitrel Pro ar devu 2 L ha ⁻¹ + YaraVita Bortrac ar devu 2 L ha ⁻¹ 03.06.2019.
Insekticīdi	Proteus OD ar devu 1.0 L ha ⁻¹ + YaraVita™ Brassitrel Pro ar devu 1 L ha ⁻¹ + Bors 1 L ha ⁻¹ , 11.06.2018.	Fastac 50 ar devu 0.25 L ha ⁻¹ 0.25 03.06.2019. Proteus OD ar devu 0.75 L ha ⁻¹ + YaraVita™ Brassitrel Pro ar devu 2 L ha ⁻¹ + Bors 1 L ha ⁻¹ , 20.06.2019.
Fungicīds	Signum ar devu 1 kg ha ⁻¹ , 21.06.2018. (pēc shēmas)	Signum ar devu 1 kg ha ⁻¹ , 20.06.2019. (pēc shēmas)

2018. gadā, nelabvēlīgu meteoroloģisko apstākļu dēļ (pārmērīgs nokrišņu daudzums aprīļa pirmajā dekādē), izmēģinājums tika iesēts vēlu. Pirmajā un otrajā sējas laikā sētās pupas sadīga salīdzinoši ātri un vienmērīgi (jo augsnē bija pietiekams mitruma daudzums), taču pēdējā sējas laikā sētās pupas dīga nevienmērīgi un ilgstošā laika posmā. Arī turpmākā attīstība agrākiem sējas laikiem notika līdzīgi, taču pēdējam – ievērojami vēlāk un ilgāk. Tas tika novērots arī pie izmēģinājuma kulšanas – pirmie divi sējas laiki tika nokulti 13. augustā, kad pupas sasniedza 90. attīstības etapu. Trešo sējas laiku kūla 4. septembrī, tomēr vairākiem augiem katrā lauciņā tika novērotas gan gatavas, gan zaļas pākstis, kā arī ziedi. Viss iepriekš aprakstītais ietekmēja gan lauka pupu ražu, gan arī kvalitāti (Plūduma-Pauniņa, Gaile, 2019a,b).

Raža. Raža 2018. gadā tika iegūta nokuļot katru izmēģinājuma lauciņu atsevišķi un pārrēķinot to pie 100% tīrības un standatmitruma (14%). Lai arī skaitliski augstākā raža tika iegūta no otrajā sējas laikā sētajām pupām, tā būtiski neatšķīrās no pirmā sējas laika. Vidēji, augstākā raža tika iegūta, izmantojot šķirni 'Boxer' – sējot 50 dīgtspējīgas sēklas m², kā arī lietojot fungicīdu (Plūduma-Pauniņa, Gaile, 2019a,b).

Ražas struktūrelementi. Ražas struktūrelementi tika noteikti no pirms kulšanas ņemta paraugkūļa (10 randomizēti izvēlēti augi no lauciņa). Pākšu skaits augam un sēklu skaits pākstī augstāks bija pirmajā sējas laikā sētajām pupām, taču sēklu skaits augam augstāks bija otrajā sējas laikā sētajām pupām. Trešajā sējas laikā sētajām pupām visi trīs šie ražu veidojošie rādītāji bija viszemākie. Sējas laiks būtiski ($p < 0.05$) ietekmēja tikai sēklu skaitu pākstī. Pākšu skaits augam lielāks bija, izmantojot šķirni 'Laura', bet sēklu skaits augam un sēklu skaits pākstī – šķirnei 'Isabell'. Zemākā izsējas norma (30 dīgtspējīgas sēklas m^{-2}) nodrošināja augstāku pākšu skaitu augam un sēklu skaitu augam, taču sēklu skaits pākstī augstāks bija sējot 40 dīgtspējīgas sēklas m^{-2} . Fungicīda lietošana būtiski nepalielināja ražas struktūrelementus (Plūduma-Pauniņa, Gaile, 2019a,b).

Kvalitāte. Pēc ražas novākšanas no katra lauciņa tika paņemti sēklu paraugi kvalitātes rādītāju noteikšanai. Ražas kvalitāte tika noteikta LLU LF Graudu un sēklu mācību zinātniskajā laboratorijā. 1000 sēklu masas (TSM) noteikšanai izmantota standartmetode LVS EN ISO 520. Tilpummasa tika noteikta ar standartmetodi LVS 273, savukārt kopproteīna saturu sēklās noteica ar Infratec Analyzer 1241. Kopproteīna saturs sēklās augstāks bija trešajā sējas laikā sētajām pupām, kas būtiski atšķīrās tikai no pirmajā sējas laikā sētajām pupām, kad tas bija viszemākais. Tilpummasa un TSM augstāka bija pirmajā sējas laikā sētajām pupām (respektīvi 784.45 g L⁻¹ un 539.67 g). Visus trīs kvalitātes rādītājus būtiski ietekmēja gan sējas laiks, gan izmantotā šķirne ($p < 0.001$). Augstākais kopproteīna saturs un tilpummasa novērota šķirnei 'Isabell', savukārt TSM bija augstāka šķirnei 'Boxer' (Plūduma-Pauniņa, Gaile, 2019a,b). 2019. gadā iegūtie rezultāti šobrīd tiek apstrādāti un analizēti.

Izmantotā literatūra

1. Al-Suhaibani, N., El-Hendawy, S. & Schmidhalter, U. 2013. Influence of varied plant density on growth, yield and economic return of drip irrigated faba bean (*Vicia faba* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 18(2), p. 185-197.
2. Amer M.I., El-Borai M.A., Radi M.M. (2008). Response of three dates under different plant densities in North Delta. *Journal of Agricultural Research*, Vol. 18(4), p. 591-599.
3. Badr E. A., Wali A. M., Amin G. A. (2013). Effect of Sowing Dates and Biofertilizer on Growth Attributes, Yield and its Components of Two Faba Bean (*Vicia faba* L.) Cultivars. *World Applied Sciences Journal*, Vol. 28(4), p. 494-498.
4. Bankina, B., Bimšteine, G., Roga, A., Fridmanis, D. (2016). Leaf diseases an emerging problem in the sowings of faba bean in Latvia. In *ESA 14 – Growing Landscapes – Cultivating Innovative Agricultural Systems: Conference*, Edinburgh, UK, p. 15-16.
5. Derogar, N., Mojaddam, M. 2014. Effect of plant density on grain yield and yield components in faba bean. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(2), p. 92-96.
6. Flores, F., Hybl, M., Knudsen, J.C., Marget, P., Muel, F., Nadal, S., Narits, L., Raffiot, B., Sass, O., Solis, I., Winkler, J., Stoddard, F.L., Rubiales, D. (2013). Adaption of spring faba bean types across European climates. *Field Crops Research*, Vol. 145, p. 1-9.

7. Hassan M.A.M. (2008). Agricultural studies on Bean (*Vicia faba* L.). MSc Thesis, p. 143.
8. Ibrahim, A.A., Nassib A.M., El-Sherbeeney M.H. (2009). Faba bean in Egypt. Faba Bean Improvement. G.Howtin un C.Webb (red.). *Valley Project*, Martinus Nijhoff Publ, p. 109-116.
9. Khalil, S.K., Wahab, A., Rehman, A., Muhammad, F., Wahab, S., Khan, A.Z., Zubair, M., Shan, M.K., Khalil, I.H. & Amin, A.R. 2010. Density and planting date influence phenological development assimilate partitioning and dry matter production of faba bean. *Pak. J. Bot.* 42(6), p. 3831-3838.
10. Kondra Z. P. (1975). Effects of row spacing, seeding rate and date of seeding on faba beans. *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 55, p. 211–214.
11. Lopez-Bellido, F.J., Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, R.J. (2005). Competition, growth and yield of faba beans (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy*, Vol. 23, p. 359-378.
12. Loss S. P., Siddique K. H. M. (1997). Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments. I. Seed yield and yield components. *Field Crops Research*. Vol. 52, p. 17–28.
13. Patrick, J.W., Stoddard, F.L. (2010). Physiology of flowering and grain filling in faba bean. *Field Crops Research* , Vol. 115, 234-242.
14. Plūduma-Pauniņa I., Gaile Z. (2019a). Sowing time effect on formation of faba bean yield in 2018. In: Book of Abstracts. *Scientific Conference of PhD students*, Slovakia, Nitra. In Press.
15. 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. 15, Division of agricultural and forestry sciences of the Lithuanian Academy of Sciences. Vilnius, In Press.
16. 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.
17. Sharaan A.N., Megawer E.A., Saber H.A., Hemida Z.A. (2002). Seed yield, yield components and quality characters as affected by cultivars, sowing dates and planting distances in faba bean. *Field Crops Research*. Vol. 87, p. 1–16.
18. Skjelvag, A.O. (1981). Effects of climatic factors on the growth and development of the field bean (*Vicia faba* L. var. minor). II. Phenological development in outdoor experiments. *Acta Agriculture Scandinavica*, Vol.(31), p. 372-381.
19. Tawaha A.M., Turk M.A. (2001). Effect of date and rate of sowing on yield and yield components of narbon vetch under semi-arid condition. *Acta Agron.Hung.* 49(1), p. 103-105.
20. Turk M. A., Tawaha A. M. (2002). Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba bean (*Vicia faba* L. Minor) in the absence of moisture stress. *Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement*. Vol. 6(3), 171–178.

22. Villegas-Fernandez, A.M., Sillero, J.C., Emeran, A.A., Winkler, J., Raffiot, B., Tay, J., Flores, F., Rubiales, D. (2009). Identification and multi-environment validation of resistance to *Botrytis fabae* in *Vicia faba*. *Field Crops Research*, Vol. 114, p. 84-90.

5. Projekta koordinācija, komunikācija un zināšanu pārnese

Viens no projekta uzdevumiem bija veikt projekta koordināciju, komunikāciju starp iesaistītajiem partneriem, kā arī ar zemniekiem; nodrošināt zināšanu pārnesei. Projekta pirmā gada laikā veiksmīgi noritējusi komunikācija ar projekta LegumeGap starptautiskajiem sadarbības partneriem gan klātienē, gan izmantojot saziņas programmu *Skype*. Projekta uzsākšanas tikšanās notika Helsinkos, Somijā, Helsinku Universitātē, 25.-26. aprīlī, 2019. gadā (1. un 2. pielikums). Tikšanās laikā tika izstrādāta un saskaņota projekta stratēģija. Tika diskutēts visās darba pakās iekļānāmās aktivitātes un nolemts par rīcības plānu, izvirzīto mērķu sasniegšanai. Atkārtota tikšanās Helsinkos, Somijā (Helsinku Universitātē) noritēja 29.–30. septembrī, 2019. gadā, lai ar LegumeGap projekta galveno koordinatoru profesoru Frederiku Stoddardu pārrunātu projekta gaitu, iegūtos rezultātus un konsultētos par iegūto datu analīzi, interpretāciju, kā arī nākotnes sadarbības plāniem.

Nozīmīgs projekta LegumeGap izvirzītais mērķis ir izveidot anketu, ar kuras palīdzību tiks realizēta liela mēroga lauksaimnieku aptauja, astoņās Eiropas valstīs, lai pirmo reizi noskaidrotu lauksaimnieku zināšanu ietekmi uz atšķirībām starp potenciālo un reālo ražu. Pirmā gada laikā tika veidots šīs aptaujas melnraksts (3. pielikums). Decembra beigās plānots pabeigt darbu pie aptaujas izveides. Aptaujas gala versija tiks tulkota latviešu valodā un izplatīta Latvijas pākšaugu audzētājiem. Aptauju plānots uzsākt 2020. gada janvārī. 20.–22. oktobrī, 2019. gadā, Vācijā, Berlīnes Humboltu universitāte (HUB; Berlīnē) un Leibnīcas Lauksaimniecības ainavu izpētes centrā (ZALF; Munhebergā) tika aizvadīta tikšanās ar projekta sadarbības partneriem no Vācijas, lai apspriestu anketas izveidošanas progresu, rediģētu anketas jautājumus, kā arī iepazītos ar Vācijā iekārtotajiem lauka pupu un sojas izmēģinājumiem (4. pielikums).

Lai iepazīstinātu lauksaimniekus ar projekta pirmā gada uzdevumiem un mērķiem, projekts ar stenda ziņojumu tika prezentēts izstādē “Lauksaimniecības un meža tehnika. Lauku sēta 2019”, 3.–5. oktobrī, Izstāžu kompleksā “Rāmava” (5. pielikums). Projekts tika prezentēts arī seminārā „Ražas svētki Vecauce-2019”, 7. novembrī, Vecaucē (6. pielikums).

SECINĀJUMI

- 1) Tika apkopota un salīdzināti 9 dažādu Latvijā audzēto lauku pupu genotipi. Pamatojoties uz analizētajiem datiem, secināts, ka perspektīvākie Latvijas izcelsmes lauka pupu genotipi ir 'Lielplatone' un 'Bauska', abas uzrādot augstu ražību un proteīna saturu. Lai pilnveidotu šķirņu izvērtējumu, pieejamo datu analīze tiks veikta arī projekta nākamajā gadā.
- 2) Apkopota un analizēta literatūrā pieejamā informācija par lauka pupu nozīmi augu maiņā. Var secināt, ka lauku pupu iekļaušanai augu maiņā ir gan agronomiskās, gan ekonomiskās priekšrocības.
- 3) Dominējošā lauku pupu slimība 2019. gadā bija lapu plankumainība (ier. *Alternaria/Stemphylium* komplekss). Otra izplatītākā slimība – brūnplankumainība (ier. *Botrytis* spp.). Visi apskatītie faktori – sējas laiks, izsējas norma un lauku pupu šķirne būtiski ietekmēja slimību izplatību.
- 4) Sējas laiks un izmantotā šķirne būtiski ietekmēja visus pētītos ražas kvalitātes rādītājus. Šķirne 'Isabell' uzrādīja visaugstāko kopproteīna saturu sēklās, tikmēr augstāko ražu sasniedza šķirne 'Boxer' augstākās izsējas normas variantā, pielietojot fungicīdus.
- 5) Ražotāju un sabiedrības iepazīstināšana ar projekta rezultātiem veikta divos pasākumos Latvijā – izstādē "Lauksaimniecības un meža tehnika. Lauku sēta 2019" un seminārā "Ražas svētki. Vecauce – 2019". Vairākas tikšanās ārpus Latvijas ar projekta starptautiskajiem partneriem rezultējušās ar nostiprinātu savstarpējo sadarbību, un precizētiem uzdevumiem turpmākajā periodā, kā arī veikta izmantoto metožu harmonizācija.

PIELIKUMI

1. pielikums
Projekta uzsākšanas tikšanās Helsinkos darba plāns (1/2)



Kick-Off meeting LegumeGap

25th – 26th April 2019
Helsinki, Finland

Thursday, 25.04.2019, 9h00-17h00

09:00-09:30 Introduction, objectives, logistics
Fred

09:30-10:30 WP1
Etienne, Daniel

- Model calibration and evaluation, incl. input requirements from WP2 on phenology parameterization;
- Simulating the potentials and environmental impacts, incl. scenario design and output variables in interaction with WP2, WP3, WP4, and WP5;
- Upscaling to regional and EU scale, incl. exchange with WP5;
- Timeline, deliverables, and interactions with other WPs.

10:30-10:45 Coffee break

10:45-11:30 WP2
Sonoko, Sylwia

- Characterization of faba and soya bean germplasm, incl. resources (data, reports, publications) that can be contributed by other partners;
- Experiments for testing soya bean cultivar adaptability;
- Timeline, deliverables, and interactions with other WPs.

11:30-12:15 WP3
Johann, Moritz

- Literature and data analysis on optimal management practices, incl. expected contribution from/to other partners;
- Analysis of long-term experiments, incl. available inputs from other partners;
- Experiments for testing novel management practices;
- Timeline, deliverables, and interactions with other WPs.

12:15-13:15 Lunch and coffee break

13:15-14:15 WP4
Fred, Ioanna

- Analysing the components of the legume yield gap and cost-effectiveness analysis, incl. desired input from other WPs;
- Design of the farmers' survey, incl. contributions and planning for other partners;
- Timeline, deliverables, and interactions with other WPs.

14:15-14:45 Coffee break

14:45-15:45 WP5
Nynke, Moritz

- Definition of scales and assessment indicators, incl. interactions with other WPs;
- Assessment of protein and yield gap at the field level, incl. required input from other WPs;
- Potential and trade-offs at EU level, incl. requirements from other partners;
- Timeline, deliverables, and interactions with other WPs.

2. pielikums Projekta uzsākšanas tikšanās Helsinkos darba plāns (2/2)



15:45-16:45 WP6

Sonoko, Ioanna

- Data management plan first thoughts, requirements and time-plan;
- Communication and dissemination plan, first thoughts, requirements and time-plan;
- Timeline, deliverables, and interactions with other WPs.

16:45-17:15 Slack time

- Extra time to catch up or discuss additional matters

17:15-17:30 Wrap-up of the day

Fred

Dinner at Helsinki downtown

Friday, 26.04.2019, 9h00-12h00

9:00-09:15 Introduction to the aims of the day

Fred

09:15-10:15 Field experiments discussion group

Tentatively: Sonoko, Sylwia, Sebastien, Daniel, Ina, Johann, Jullia

09:15-10:15 Synthesis and impact assessment discussion group

Tentatively: Fred, Nynke, Moritz, Ioanna, Etienne, Christine

10:15-10:30 Coffee break

10:30-11:30 Reporting back from discussion groups

Sonoko, Nynke, others

11:30-12:00 Wrap up and follow up

Fred

12:00-13:00 Lunch and coffee break

3. pielikums Lauksaimnieku aptaujas melnraksts

Aim of the survey
Identify the influence of farmers' knowledge (amongst other factors) on the yield gap

Approach

- Associate well-performing farmers with exploitable yields and badly performing ones with achieved yield (we can also compose more than these two clusters)
- Identify what differs between well and badly performing farmers: level of experience, management practices, cultivars, occurrence of pest and diseases? Also check how these factors correlate.
- Other factors (climate, soils, country, farm type, age, etc.) can be treated either a) as boundary conditions for forming clusters, we would check for the effect of level of experience, management practices, etc. within a cluster or b) as explanatory variables similarly at the same levels as the other factors. To be seen depending on their explanatory power.
- Each farmer would need to be characterised based on their achieved yields and the potentially explanatory factors of the yield gap.

Boundary conditions for farmers' clusters

- Climate
- Soils
- Farm type
- Country

Potential yield Reached in non-limiting conditions

Well performing farmer → **Exploitable yield Reached with selected realistic limitations**

Badly performing farmer → **Achieved yield Harvested with generally used practices**

Experience
Management
Cultivars
Pests/Dist

General information/Questions on Farmer

- How do you identify your gender?
 - Male
 - Female
 - Other
- What is your age?
 - 18-30
 - 31-40
 - 41-50
 - 51-60
 - 61-70
 - > 70
- What is your educational level?
 - Some years of primary school
 - Completed primary school
 - Secondary school
 - Lyceum / A levels
 - Technical college
 - University
- How long have you been farming (years)?
- How long has the farm you are currently farming been in the property of you or your family?
- Do you already know who will take over the farm business after your retirement? If yes, who?
- How much of your household income (in %) is derived from your farm business?
 - <25%
 - 25-50%
 - 50-75%
 - >75%
- What proportion of the land you farmed this year do you own?
 - <25%
 - 25-50%
 - 50-75%
 - >75%
- If you lease any of your land, how long-term is the shortest of the land leases you hold?
 - I don't lease any land
 - Up to 5 years
 - 5-10 years
 - > 10 years

Questions on Farm

- Farm location

Choice from list of NUTS III

- Farm size (ha)
 - < 10
 - 10-20
 - 21-40
 - 41-20
 - 81-150
 - > 150
- Farm type
 - Conventional
 - Integrated
 - Organic
 - Both conventional and organic
 - Other (please specify)
- Predominant soil texture
 - Light soils
 - Medium soils
 - Heavy soils
 - Organic soils
- Access to irrigation
 - Yes
 - No

Questions on Land use

- Are share divided to different crop types (predetermined shares per crop group: <10, 10-30, 30-50, 50-70, 70-90, >90)
 - Small grain cereals
 - Coarse grain cereals
 - Oilseed crops
 - Legumes
 - Tuber crops
 - Forages
 - Other (please specify)
- Livestock specialisation (if any)
 - Beef
 - Dairy
 - Pork
 - Sheep
 - Poultry
 - Horses
 - Fish
 - Other (please specify)

Experience and management of legumes

- How much influence do the following factors have on the choice which crops to grow on your farm? Please rank the following factors in their order of importance. If a factor is not important in your decision-making, you can exclude it from the ranking. If there are other factors that are important in your decision-making that are not listed below, please add them and include them in your ranking.
 - Time expenditure to cultivate crops
 - Labour requirements to cultivate crops
 - Access to farm equipment, machinery or technology required to grow crops
 - Availability of information required for the cultivation of crops
 - Economic return of crops
 - Government subsidies
 - Access to markets for crops
 - The suitability of your land
 - Personal experience with crops
 - The risk of crop failure
 - The custom or tradition of your farm
 - The custom or tradition of the region
 - Other factors
- How much influence do the following factors have on the choice what type of crop management practices (e.g. tillage, pest control) to use on your farm? Please rank the following factors in their order of importance. If a factor is not important in your decision-making, you can exclude it from the ranking. If there are other factors that are important in your decision-making that are not listed below, please add them and include them in your ranking.
 - Time expenditure of the management practice
 - Labour requirements of the management practice
 - Access to farm equipment, machinery or technology required for the management practice
 - Costs of farm equipment, machinery or technology required for the management practice
 - Availability of information required for the management practice
 - Government subsidies
 - The suitability of your land
 - Personal experience with the management practice
 - The risk of crop failure associated with management practices
 - The custom or tradition of your farm
 - The custom or tradition of the region

- The impact of the management practice on soil, water or biodiversity
- Other factors:

- To what extent do you agree with the following statements? (include 5-point Likert scale from 1 (strongly disagree), 2 (disagree), 3 (neither agree or disagree), 4 (agree) to 5 (strongly agree)):
- I tend to keep old stuff around
- I feel very bad if I lose something, even when it's not that important
- I think I could cope losing all my belongings in a fire
- I get easily attached to material things (my car, my furniture, etc)
- I would feel very tense if a new employee would suggest to change our way of working
- I think eventually I would cope with losing the ability to walk
- I feel awful if someone talks bad about me behind my back

- Have you implemented any major changes in the crops you grow or the management practices you use on your farm in the last 5 years? (Yes/No) If yes, what type of change?
- Did you purchase any new big machinery in the last 5 years? (Yes/No) If yes, what type of machinery?
- Did you try out a new technology (e.g. herbicide, tillage practice) on your farm in the last 5 years? (Yes/No) If yes, what type of technology?
- How likely are you to try out new crops, new management practices or new machinery/technology on your farm in the coming 5 years? (Include 5-point Likert scale from 1 (not likely at all), 2 (not likely), 3 (don't know), 4 (likely) to 5 (very likely))
- How do you rate your knowledge and skills about growing legumes?
 - As good as cereals
 - Generally good
 - Good enough
 - Limited
 - Very limited
- For how many years have you grown each of the legumes below for on-farm consumption or for the market (live boxes per legume)?
 - Soya bean
 - Faba bean
 - Pea
 - Lentil
 - Chickpea
 - Common bean
 - Coupea
 - Narrow-leaved lupin
 - White lupin
 - Yellow lupin
 - Clovers
 - Alfalfa/lucerne
 - Vetches

- Why did you grow legumes? Please indicate up to three important reasons.
- Would you grow legumes again? Please indicate up to three important reasons.
- Why do you think your fellow farmers hesitate to grow legumes? Please indicate up to three important reasons.
- Where do you mainly acquire information about growing legumes (three options)?
 - Ovm experience
 - Other farmers
 - Advisory services
 - Trade magazines
 - Internet
 - Other (please specify)
- What aspects of growing legumes do you want more information about (three options)?
 - Technical operations
 - Legume growth and physiology
 - Pest protection
 - Market outlets
 - Pre-crop effects
 - Optimal management practices
 - Cultivar selection

Yield levels (only for soya and faba bean)

- What is your average yield level (t/ha) and how does this vary between years?
 - Little (<20%)
 - Significantly (20%-50%)
 - Dramatically (50-100%)
- What were the main reasons for high yields in good years?
- What were the main reasons for low yields in bad years?

Management (only for soya and faba bean)

- Choose the management practice that you typically follow (choice between each of the alternatives):
 - Irrigated production/Rainfed production
 - Sole cropping/Intercropping
 - Single cropping/Double cropping
 - For human consumption/for livestock
 - No tillage/ minimum or reduced tillage/plowing or intensive tillage
 - Legume followed by cereal/soybean/tuber/legume/other
 - Number of years between successive legume crops
- Which of these management practices do you think has the most important impact on your yields (choose three)?
 - Irrigated production/Rainfed production

Pests, Diseases, and Weeds

- How often do you have severe occurrences of pests?
 - Every year
 - Most years
 - Some years
 - Seldom
 - Never
- How often do you have severe occurrences of diseases?
 - Every year
 - Most years
 - Some years
 - Seldom
 - Never
- How often do you have severe occurrences of weeds?
 - Every year
 - Most years
 - Some years
 - Seldom
 - Never
- What is the main advice that you would give to fellow farmers regarding the management of pests, diseases, and weeds?

Cultivars

- Which cultivars are you mostly using (box to enter cultivars) and how satisfied are you with them?
 - Very satisfied
 - Satisfied
 - Neutral
 - Dissatisfied
 - Very unsatisfied
- What are the main aspects where cultivar improvement is needed (choice of three)?
 - Higher yields
 - Disease resistance
 - Competition with weeds
 - Evensness of maturity
 - Stress tolerance
 - Frost resistance
 - Greater protein concentration
 - Reduced antinutritional factors for improved market quality
 - Other (please specify)
- What is the main advice that you would give to fellow farmers regarding the choice of cultivar?
- Did you experiment with different cultivars? If yes, tell us your experience. What did you try? What were the results?

4. pielikums
Projekta tikšanās Vācijā – dienas kārtība

21st Monday			Place
10:00	Arrival	Together with Ioanna	
10:30-12:00	Visit ZALF Field see soybean preparation (drying, grinding etc)	Kathleen	Haus 16
12:00-13:00	Lunch	All available	
13:00-14:00	Exchange Research Progress	All available	Haus 16
14:00-15:00	LegumeGap Skype		Haus 16
15:00-	Spare time for discussion		Haus 16
	Back from ZALF	With Ioanna?	

22nd Tuesday			
10:00	Arrival		
10:30-12:00	Exchange to inoculation experiment	Khoa, Ma	Haus 3
12:00-13:00	Lunch	All available	
13:00-15:00	Practical exchange (Practice)	Khoa, Ma	Haus 3
15:00-	Spare time for discussion		Haus 3

5. pielikums
Apliecinājums par projekta prezentēšanu izstādē “Lauksaimniecības un meža
tehnika. Lauku sēta 2019”

LF

 Latvijas
Lauksaimniecības
universitāte

 TEHNOĻĪJU UN ZINĀŠANU
PĀRNESES NODAĻA



APLIECINĀJUMS

Alisei Klūgai

par dalību izstādē ar
**“LegumeGap: Augu olbaltumvielu ražošanas
produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā”**

**Lauksaimniecības
un meža tehnika**

3.–5. oktobris **LAUKU SĒTA 2019**

Sandra Muižniece - Brasava
LLU Tehnoloģiju un zināšanu pārneses nodaļas vadītāja



2019. gada oktobrī

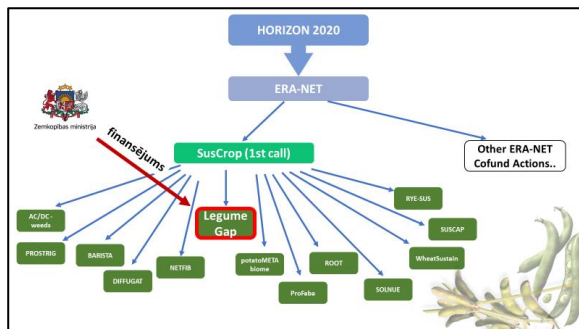
6. pielikums Prezentācija seminārā „Ražas svētki Vecauce-2019”





LegumeGap: Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības palielināšana Eiropā

Alise Klūga, AAZI pētniece
07.11.2019.
«Vecauce – 2019»



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

Alise Klūga
Biruta Bankina
Zinta Gaile
Ina Aļsina
Gunita Bimšteine
Laila Dubova
Madara Darguža
Līga Leipse
Solvita Želģiņa

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

Projekta koordinators: Frederick Stoddard

WP1: Pākšaugu ražošanas potenciāla un tā ietekmes uz dabu – modelēšana

Vadošie partneri: Nacionālais lauksaimniecības zinātnes institūts (Francija), Leidas Universitāte (Spānija)

LLU loma: esošo datu kopīgošana, kas tiks izmantota modelēšanā.

Modelēšanas darbības shēma

WP2: Lauka pupu un sojas šķirņu potenciālu apzināšana

Vadošais partneris: Vroclavas Dabaszinātņu universitāte (Polija)

LLU loma: esošo datu analīze.

Lauka pupu un sojas šķirņu ģenētiskā materiāla raksturojums un izvērtējums, lai atrastu atbilstošākās šķirnes noteiktiem Eiropas klimata apstākļiem.

Šķirņu izvērtējums, balstoties uz literatūras datiem un iepriekšējo gadu izmēģinājumiem, tiks veikts visa projekta garumā.

WP3: Optimāla mēdzējuma izpēte – lauka izmēģinājumi

Vadošie partneri: Leibnīca Lauksaimniecības aļuvu izpētes centrs (Vācija), Leidas Universitāte (Spānija), Helsinku Universitāte (Somija)

LLU loma: esošo datu analīze, lauka izmēģinājumi.

- Literatūras un iepriekšējo eksperimentu datu analīze;
- Esošo lauka izmēģinājumu datu analīze.

Izvērtēta lauka pupu **nozīme augu maiņā** atkarībā no augsnes apstrādes paņēmiņa;

Lauka pupu **slīmbū izplatības izvērtējums** un lauka pupu **ražas veidošanās** atkarībā no sējās laika, izsējas normas, šķirnes;

Izmēģinājumi ar gumiņbaktēriju preparātiem (lauka pupas un soja).

WP4: Ražu ietekmējošo faktoru analīze

Vadošie partneri: Berlīnes Humbolta Universitāte (Berlīne), Helsinku Universitāte (Somija)

LLU loma: Zemnieku aptaujas; datu analīze.

- Pākšaugu ražu ietekmējošo datu analīze.
- Zemnieku aptauja, lai apzinātu zināšanu iztrūkumu, kas varētu būt viens no iemesliem sub-optimālas ražas ieguvē.
- Atrast iespējas izplatīt aptauju pēc iespējas vairāk pākšaugu audzētājiem.

Ar modelēšanas palīdzību prognozētā raža, kas tiktu sasniegta bez limitējošiem faktoriem.

Ar modelēšanas palīdzību prognozētā raža, iekļaujot limitējošos faktorus (piem., mītrums, slāpekļs).

Reālā iegūtā raža.

WP5: Pākšaugu ietekmes izvērtējums un rezultātu ekstrapolēšana

Vadošais partneris: Amsterdāmas Brīvā universitāte (Nīderlande)

LLU loma: datu kopīgošana caur WP1.

Tiks noskaidrota lauka pupu un sojas ražas iztrūkumi Eiropas līmenī, izmantojot modelēšanu.

WP6: projekta koordinācija un iegūto zināšanu popularizēšana.

Paldies par uzmanību!