

ATSKAITE

par ZM subsīdiju projektu

**Augu olbaltumvielu ražošanas produktivitātes un ilgtspējības
palielināšana Eiropā**

Iesnieguma Nr.: 24-00-S0INZ03-000013

Projekta vadītāja

Ina Alsiņa

Dr. biol., prof.

Jelgava

2024

Projekta izpildītāji

Ina Alsiņa	Vadošā pētniece, Dr, biol.
Gunārs Lācis	Vadošais pētnieks, Dr. biol
Laila Dubova	Pētniece, PhD
Tetiana Harbovska	Pētniece, PhD
Inta Dudare	Laborante

Satura rādītājs

IEVADS

Ievads

1. Materiāls un metodika
 - 1.1. Izmēģinājumā iekļautie genotipi
 - 1.2. Audzēšanas apstākļu raksturojums
 - 1.3. Genotipu raksturošanas metodika
 - 1.4. Vienas sēklas līniju iegūšana
2. Rezultāti
 - 2.1. Pupiņu raža un to veidojošie komponenti
 - 2.2. Ražas kvalitāte
 - 2.3. Simbiozes efektivitātes pētījumi
 - 2.4. Pupiņu agrīnums
 - 2.5. Vienas sēklas līniju iegūšanas izvērtējums
3. Projekta koordinācija un zināšanu popularizēšana
4. Plānotie uzdevumi 2025. gadam

SECINĀJUMI

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

PIELIKUMI

IEVADS

Parastās pupiņas (*Phaseolus vulgaris* L.) ir viengadīgs augs no Fabaceae dzimtas, kuru dzimtene ir Amerikas tropu reģioni. Parastās, jeb dārza pupiņas, ir diploīds viengadīgs augs ar genoma izmēru aptuveni 520 Mbp un pārsvarā ir pašapputes suga. Tās ir visnozīmīgākais sēklu pākšaugu tiešajam patēriņam visā pasaulē un visvairāk patērētais sēklu pākšaugu Eiropā, kas sociāli un ekonomiski nozīmīgs.

Ģintī *Phaseolus* L. ir iekļautas 76 sugas, no kurām piecas ir domesticētas un mūsdienās kultivētas un patērētas: *Phaseolus vulgaris*, *Ph. coccineus*, *Ph. dumosus*, *Ph. acutifolius* un *Ph. lunatus*. Pupiņas visbiežāk audzē kā sēklas (sausās pupiņas) vai kā svaigu dārzena (zaļās jeb pākstu pupiņas).

Lielākie sauso pupiņu ražotāji pasaulē ir Indija (6,12 milj. t), Brazīlija (2,9 milj. t), Mjanma (2,5 milj. t), Tanzānija (1,3 milj. t) un Ķīna (1,3 milj. t) (FAO, 2021)¹. Eiropā pupiņas kultivē 544 330 ha platībā, ar kopražu 1,9 miljonus tonnu.²

Dati par pupiņu audzēšanu Latvijā ir skopi. Pamatojoties uz statistikas pārvaldes datiem, 2020. gadā pupiņu sējumu kopplatība bija 0,6 tūkst. ha, bet 2022. gadā tikai 0,1 tūkst. ha. 2020. gadā iegūta kopraža bija 1,9 tūkst. t (3,17 t no hektāra), bet 2022. gadā - 0,2 tūkst. t (2 t no hektāra)³.

Pupiņas ir galvenais pārtikas produkts daudzās pasaules valstīs, nodrošinot lētu olbaltumvielu, šķiedrvielu, vitamīnu, minerālvielu un bioaktīvo savienojumu avotu (Rebello et al., 2014). Parastās, jeb dārza pupiņas, ir plaši pielietojamas to ēdamo sauso sēklu dēļ, kas veido 90% no pupiņu kopražas. Raža tiek pārstrādāta, lai iegūtu sausās sēklas, pupiņas kā dārzeņus un konservētus produktus. Pākšaugiem ir būtiska loma proteīna nodrošināšanā cilvēka uzturā un dzīvnieku barībā, kā arī vides ilgtspējas veicināšanā.

Pupiņas veicina vides ilgtspējību, jo tās piesaista atmosfēras slāpekli, uzlabo augsnes kvalitāti un ierobežo nezāles. Pupiņu un gumiņbaktēriju simbioze ir salīdzinoši specifiska, un Latvijā pieņemtajā klasifikācijā dārza pupiņas inficē *Rhizobium phaseoli*.

Palielinot pākšaugu audzēšanu, Eiropa varētu nodrošināt pašpietiekamību proteīna apgādē un dažādot lauksaimniecisko ražošanu.

Projekta INCREASE mērķis ir uzlabot augu ģenētisko resursu ilgtspējīgu izmantošanu, uzlabojot četru svarīgu pārtikas pākšaugu ģenētisko resursu statusu: aunazirņus, **parastās pupiņas**, lēcas, lupīnas. Izstrādājot efektīvus un iedarbīgus saglabāšanas rīkus un metodes, ko varētu izmantot visa veida ģenētiskajiem resursiem, INCREASE mērķis ir veicināt agrobioloģisko daudzveidību un tās izmantošanu Eiropā un ārpus tās.

Mērķa realizācijai izvirzītie uzdevumi:

1. Pārtikas pākšaugu ģenētisko resursu datu pārvaldības un koplietošanas uzlabošana, izmantojot optimizētas datu bāzes un viegli pieejamus rīkus.
2. Liela apjoma augstas kvalitātes genotipisko un **fenotipisko datu iegūšana**.
3. **Inteliģentu kolekciju izstrāde ģenētisko resursu daudzveidības izpētei un inovatīvu saglabāšanas pārvaldības pieeju izstrāde, veicot līdzdalības sabiedrības zinātnes eksperimentu.**

¹ https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity

² <https://www.pulsesincrease.eu>

4. Jaunu zināšanu attīstīšana, piemēram, gēnu atklāšana vai genoma prognozēšana, kas ir viegli pieejamas, izmantojot tīmekļa meklēšanas un vizualizācijas rīku.
5. **Labākās prakses izstrāde, pārbaude un izplatīšana ģenētisko resursu dinamiskai pārvaldībai Eiropas un ārpus Eiropas institūcijās un iniciatīvās.**
6. Decentralizētu informācijas tehnoloģiju pieeju izstrāde datu apmaiņai un ģenētisko resursu saglabāšanai.

Projekts balstās uz sinerģisku un metodoloģisku integrāciju ar fokusu uz selekciju, menedžmentu un zināšanu izplatību. Projekts aptver visus Eiropas agroklmatiskos reģionus, vides un sociālekonomiskās iespējas, tādējādi palielinot pākšaugu produkcijas potenciālu Eiropā, veicinot pākšaugu iekļaušanu lauksaimniecības sistēmās, veicinot ilgtspējību attīstību globālo pārmaiņu kontekstā.

Latvijas partneri ir integrējušies projekta pētnieku grupā un fokusējas uz pupiņu ģenētisko daudzveidību un to ietekmējošo faktoru skaidrošanu.

Projekta darba uzdevumi

Pētījuma “Increase – Intelektuālas pārtikas pākšaugu ģenētisko resursu kolekcijas Eiropas lauksaimniecības pārtikas sistēmām” uzdevumi 2024. gadam

- 1) No atlasītajiem dārza pupiņu (*Phaseolus vulgaris*) kloniem iegūt vienas sēklas līnijas (Single-Seed Descent (SSD)), lai to varētu nodot projekta partneriem ģenētiskajām analīzēm
- 2) Veikt SSD fenotipisko izvērtējumu.
- 3) Nosūtīt SSD paraugus partneriem ģenētiskajai izvērtēšanai.
- 4) Papildināt atlasīto klonu kolekciju ar jauniem kloniem. 2024. gadā vairāk uzmanības veltīt kāršu pupiņām.
- 5) Noteikt katra klona ražu un ražas kvalitāti.
- 6) Iesaistīties projektā plānotajās aktivitātēs un informēt sabiedrību par rezultātiem.

1. Materiāls un metodika

Projekta pētījumā iekļauti 36 Latvijā audzēti genotipi, no tiem 27 genotipi ir *Phaseolus vulgaris*, bet astoņi genotipi pieder sugai *Ph. coccineus*. Paraugi iegūti no sešiem dārza pupiņu audzētājiem. 2024.gadā no projekta INCREASE partneriem saņemti vēl seši genotipi, no kuriem viens, tāpat kā pērn, ir šķirne, ‘Meccearly’.

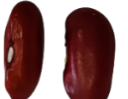
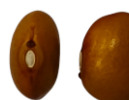
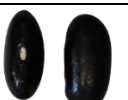
1.1. Izmēģinājumā iekļautie genotipi

Latvijas pupiņu genotipi

No Latvijas genotipiem LV1 līdz LV15 un LV20, LV21, LV22, LV23 ir lobāmās pupiņas, genotipi LV0 (šķirne ‘Sundance’) un LV16 līdz LV19 ar pākstīm ēdamās pupiņas,

1. tabula

Eksperimentos izmantotie Latvijas krūmu pupiņu genotipi

Genotips	Attēls	Genotips	Attēls	Genotips	Attēls
Sundance, LV00 kontrole		LV9		LV16	
LV1		LV10		LV17	
LV2		LV11		LV18	
LV3		LV12		LV19	
LV4		LV13a		LV20	
LV5		LV13b		LV21	
LV6		LV13c		LV22	
LV7		LV14		LV23	
LV8		LV15			

Kāršu pupiņas LV24 un LV33 ir dārza pupiņas *Phaseolus vulgaris*, bet LV25-LV32- daudzziedu pupiņas *Phaseolus coccineus* (2. tabula).

2.tabula

Eksperimentos izmantotie Latvijas kāršu pupiņu genotipi

LV24	LV25	LV26	LV27	LV28
				
LV29	LV30	LV31	LV32	LV 33
				

Projekta “Increase – Intelektuālas pārtikas pākšaugu ģenētisko resursu kolekcijas Eiropas lauksaimniecības pārtikas sistēmām” ietvaros saņemtie genotipi

Projekta INCREASE – Intelligent Collections of Food Legumes Genetic Resources for European Agrofood Systems ietvaros 2023. gadā saņemtie paraugi doti 3. tabulā. un apzīmēti ar IA līdz IF, bet 2024. gadā arī tika saņemti 6. paraugi, ko apzīmēja LA līdz LF, bet no tiem uzdīga tikai LA, LB, LE un LF.

3.tabula

Projekta Increase ietvaros saņemtie genotipi

IA Meccearly	IB INCBN_ 00338	IC INCBN_ 01551	ID INCBN_ 01700	IE INCBN_ 09250	IF INCBN_ 03510
					

Eksperimentos izmantotās šķirnes

Kā kontrole izvēlēta *Ph. vulgaris* šķirne SUNDANCE F1. ražotājs Vilmorin Francija. Pēc ražotāja informācijas: Augstražīga krūmu pupiņu šķirne. Sviesta pupiņas ar dzeltenām 13-14 cm garām pākstīm, kuras var lietot gan pārstrādei, gan saldēšanai. Veģetācijas periods 70 dienas.

Arī LV18- paraugs ir šķirne iespējams ‘Purple Queen’, kura vismaz 10 gadus ir ataudzēta no sava sēklas materiāla. Pēc ražotāja informācijas: agra ļoti ražīga šķirne ar violetām pākstīm,

lavandzilas krāsas ziedīniem. Krūma augstums līdz 60 cm. Bezšķiedru pākstis līdz 15 cm garas. Izmēģinājumā iekļauta sava atšķirīgā izskata dēļ.

Projekta “Increase – Intelektuālas pārtikas pākšaugu ģenētisko resursu kolekcijas Eiropas lauksaimniecības pārtikas sistēmām” ietvaros saņemta šķirne ‘Meccearly’, ko ražotājs raksturo, kā vidēji vēlu šķirni, kas veido vidēji augstus augus ar taisnām purpursarkanām šķiedrainām pākstīm.

1.2. Audzēšanas apstākļu raksturojums

Izmēģinājumi iekārtoti:

- Veģetācijas traukos Latvijas Biozinātņu un Tehnoloģiju universitātes Lauksaimniecības un Pārtikas tehnoloģiju fakultātes izmēģinājumu laukumā Strazdu ielā 1, Jelgavā, koordinātes: 56°39'48.5"N 23°45'10.0"E 2024. gada 30. maijā Augsnes raksturojums redzams 2. tabulā. – audzēti visi genotipi.



1. attēls. Izmēģinājumi Augsnes un augu zinātņu institūta izmēģinājuma laukumā.

- D/S Ziedonis, Tušķos Līvberzes pagasts, Jelgavas novadā, koordinātes: 56°39'48.5"N 23°45'10.0"E, 2024. gada 2. jūnijā. Augsnes raksturojums skatīt 2. tabulu. (att.)- audzētas krūmu pupiņas



2. attēls. Izmēģinājumi d/s “Ziedonis”.

- Ķemeru – 56°56'50.7"N 23°28'55.1"E - audzētas kāršu pupiņas. Eksperimentu iznīcināja spēcīgā vētra un plūdi 2024. gada 28. un 29. jūlijā. Rezultāti nav iegūti.
Visas pupiņas pirms sējas apstrādātas ar Lauksaimniecības fakultātes Gumiņbaktēriju kolekcijā esošo gumiņbaktēriju celmu.

4. tabula

Augšnes agroķīmiskais raksturojums (mg L⁻¹)

Parametri	Strazdi	Ziedonis
N	90	83
P	567	981
K	285	155
Ca	25850	10200
Mg	3490	1970
S	175	30
Fe	1645	675
Mn	185	105
Zn	9.5	180
Cu	6.5	33
Mo	0.04	0.04
B	1.3	1.9
pHKCl	7.48	6.52
EC mS cm ⁻¹	0.69	1.19

1.2.Genotipu raksturošanas metodika

Genotipu raksturošanai izmantota projekta INCREASE – Intelligent Collections of Food Legumes Genetic Resources for European Agrofood Systems ieteiktā metodika, kas aprakstīta projekta mājas lapā un Cortinovis et al. 2021 publikācijā Towards the Development, Maintenance, and Standardized Phenotypic Characterization of Single-Seed-Descent Genetic Resources for Common Bean aprakstītā metodika.

- 1) Novērtēta sēklu dīgtspēja ceturtajā, septītajā un 10. dienā pēc sējas.
- 2) Noteikts vai dīgšana ir epigejiska vai hipogejiska
- 3) Noteikta hipokotila pigmentācija ar trīs gradācijas klasēm
 1. Violeta - purple
 2. Sarkana (sārta) - red
 3. Zaļa - green
- 4) Novērtēta lapu forma
 1. trīsstūrveida (triangular)
 2. apaļa (round)
 3. kvadrātveida (quadrangular)
- 5) Augu ziedēšanas laikā noteikts hlorofila saturs lapās , izvēloties pirmo pilnībā attīstījušos lapu sākot no auga apikālās daļas, izmantojot portatīvo hlorofila mērītāju atLeaf.
- 6) Konstatēts vai lapās sintezējas antociāni. Divas gradācijas klases, ir vai nav.
- 7) Novērtēts augšanas veids:
 1. Krūmu (bush)
 2. Kāršu (climbing)
- 8) Konstatēts vai stumbros sintezējas antociāni. Divas gradācijas klases, ir vai nav.
- 9) Noteikta ziedu krāsa (ziedi nofotogrāfēti)
 1. Balta
 2. Krēmkrāsas
 3. Rozā
 4. Violēta
- 10) Izmērīts stumbra diametrs
- 11) Svaigām pākstīm novērtēts pāksts šķērsriezums, nofotogrāfēts
- 12) Novērtēts svaigu pākstu liekums
 1. Taisns
 2. Viegli liekts
 3. Liekts
 4. Dubultliekts
- 13) Augšanas tips. Divas gradācijas klases, determinants vai indeterminants
- 14) Novērtēta svaigu pākstu krāsa, nofotogrāfēts
- 15) Novērtēta sausu pākstu krāsa, nofotogrāfēts
 1. Gaišas light
 2. Tumšas dark
 3. Zaļgans greenish
 4. Raibs

- 16) Novērtēta pāksts šķiedrainība:
 1. Šķiedru nav (strongly contracting)
 2. šķiedrains (leathery podded)
 3. izteikti šķiedrains (extensively shatering)
- 17) Sēklapvalka krāsojums (Seed coat pattern)
 1. Iztrūkst (absent)
 2. Plankumains (mottled/spoted)
 3. Stīpains (striped)
 4. Dubults (bipartite)
 5. Ap nabiņu (around hilium)
 6. Cits (other)
- 18) Sēklas pamatkrāsa Seed coat ground colours
 1. Balta white
 2. Dzeltenīga yellowish
 3. Krēmkrāsas cream
 4. zaļgana greenish
 5. pelēcīga greyish
 6. brūngana brownish
 7. violēta purple
 8. melna black
 9. sarkana red
 10. sārtā pink
 11. zilgana blueish
 12. cita other
- 19) Sekundārā krāsa Seed coat secondary colours, skatīt iepriekšējo punktu
- 20) Pupiņas forma Seed shape
 1. Apaļas round
 2. Ovālas oval
 3. Kuboidālas cuboid
 4. Nierveida kidney shaped
- 21) Pupiņas nofotogrāfētas
- 22) Pupiņām noteikts garums, platums augstums, aprēķināts tilpums
- 23) Noteikts pākstu skaits augam
- 24) Noteikta sausu pākstu masa augam
- 25) Noteikta pupiņu masa no auga
- 26) Noteikta 100 pupiņu masa (piecos atkārtojumos)
- 27) Noteikta absolūtā sausne (LBTU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā pēc ISO 6496:199)
- 28) Noteikts kopproteīna saturs (LBTU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā pēc LVS EN ISO 5983-2:2009)
- 29) Novērtēta augu ražas agrinuma pakāpe, kur
 - 1- agrs, 2- agrīns, 3- vidēji agrs, 4- vidēji vēls, 5- vēlīns, 6- vēls

Iegūtajiem rezultātiem veikta datu matemātiskā apstrāde izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi, korelācijas analīzi.

Lai samazinātu veģetācijas perioda un pētījumu vietas ietekmi, katrai izmēģinājuma vietai aprēķināts genotipa novērtējums (GN).

$$GN = \frac{X_i}{X_v} \quad (1)$$

kur X_i - pētāmā genotipa parametrs konkrētajā izmēģinājuma vietā

X_v - konkrētās vietas vidējais pētāmo genotipu parametru novērtējums

2.3. Vienas sēklas līniju iegūšana.

Kā viens uzdevumiem 2024. gadā tika izvirzīts vienas sēklas līniju iegūšana (Single-Seed Descent (SSD)). SSD plaši izmanto selekcijas programmās. Metodes būtība, lai pārietu uz nākamo paaudzi, katram augam tiek izvēlēta tikai viena sēkla. Tas nodrošina, ka katra auga līnija attīstās neatkarīgi, saglabājot ģenētisko variāciju paaudzēs. Ātra paaudzes attīstība: virzot vienu sēklu uz augu secīgās paaudzēs, selekcionāri var ātri izveidot populāciju, kas ir gandrīz homozigota. Tas ir noderīgi, lai iegūtu stabilas līnijas, kas piemērotas selekcijai un turpmākai audzēšanai (Singht, 1991, Loria, 2021). SSD līnijas ir nepieciešamas pupiņu ģenētiskās daudzveidības novērtēšanai un paredzētas sūtīt uz Itāliju analīžu veikšanai

Vienas sēklas līniju iegūšanai pupiņu ziedēšanas laikā veikta ziedu izolāciju vai augu izolācija, lai novērstu apputeksnētāju piekļuvi ziediem. (3. att.) Pēc literatūras datiem (De Souza Paulino et al., 2023) pupiņas ir pašapputes augs, bet iespējama to putekšņu pārvešana ar insektu, galvenokārt, tauriņu palīdzību). Arī par daudzziēdu pupiņām literatūrā atrodami dati, ka tās ir pašapputes augs (Quagliotti L., Marletto F, 1987)

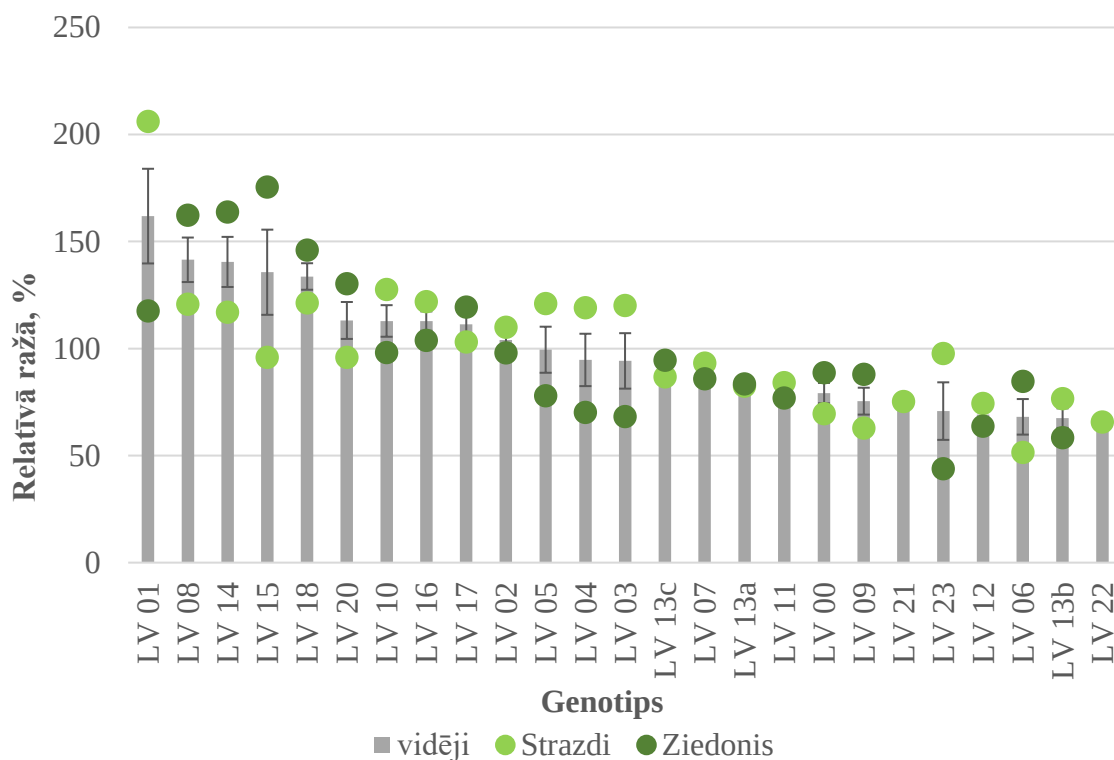


3. attēls. Izolatori svešapputes novēršanai. Pa kreisi krūmu pupiņām, vidū un pa labi- daudzziedu pupiņām.

3. Rezultāti

3.1. Pupiņu raža un tās kvalitāte

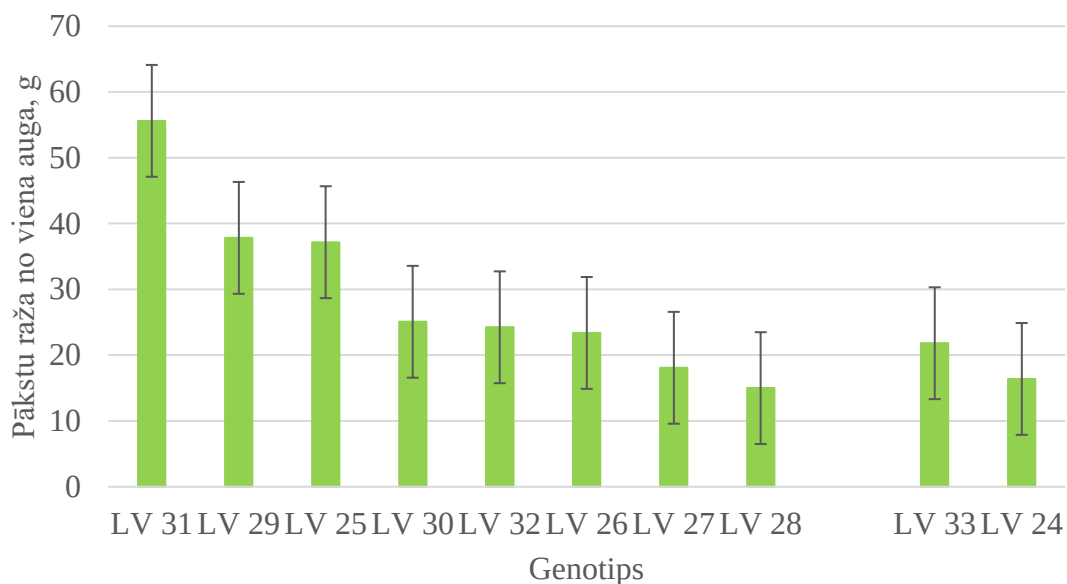
2024. gadā augstākā pākstu raža no viena auga iegūta d/s “Ziedonis” no genotipa LV14- 39.43 g no auga, bet audzējot veģetācijas traukos no genotipa LV01- 19.12 g. Vidēji 2014. gadā no Latvijas krūmu pupiņu genotipiem bija LV 01. (4.att.). Likumsakarīgi, ka lauka apstākļos vidējās pākstu ražas bija par 43% augstākas nekā veģetācijas traukos, kur augu saknes aug ierobežotos apstākļos.



4. attēls. Relatīvā Latvijas krūmu pupiņu genotipu raža

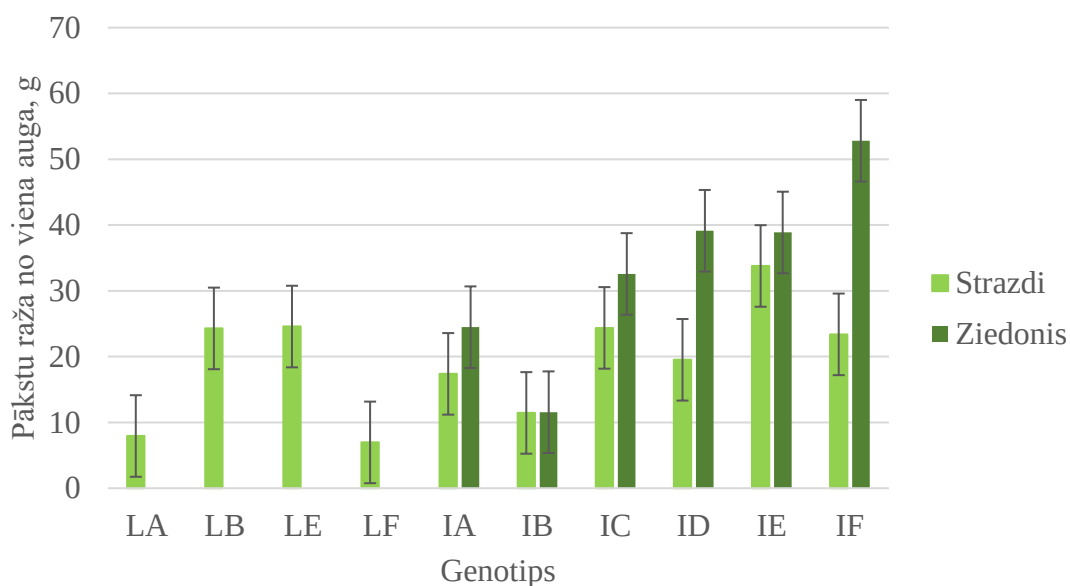
Augstākas pākstu ražas nekā vidēji abās audzēšanas vietās uzrādīja arī genotipi LV08, LV18, LV17, no kuriem pēdējie divi ir genotipi, kuri paredzēti pākstu ieguvei.

Audzējot veģetācijas traukos no kāršu pupiņām izdevās vidēji iegūt gandrīz trīs reizes augstāku ražu nekā no krūmu pupiņām. No kāršu pupiņām būtiski lielāku pākstu ražu izdevās iegūt no genotipa LV31 (55.62 g no auga). Raža no pārējiem genotipiem bija būtiski zemāka (5.att.). Kā kāršu pupiņas tika audzētas gan daudzziņu pupiņas gan dārza pupiņas. Vidēji daudzziņu pupiņas bija ražīgākas, bet statistiski apstrādājot datus, starp abām sugām kopumā būtiskas atšķirības nenovēroja. No Parastajām jeb dārza pupiņām lielāku pākstu masu ieguva no genotipa LV33.



5. attēls. Latvijas kāršu pupiņu genotipu pākstu raža

Projekta INCREASE ietvaros saņemto pupiņu ražība ir labāka nekā Latvijas genotipiem. Veģetācijas traukos audzētajām pupiņām pākstu raža bija nedaudz 2,1 reizi augstāka nekā Latvijas krūmu pupiņām. Ražīgākais genotips veģetācijas traukos bija pagājušajā gadā saņemtais genotips IE (INCBN_09250), bet no šī gada paraugiem genotipi LB un LE. lauka apstākļos augstāko pākstu masu deva genotips IF (INCBN_03510)- 52,81 g no auga.

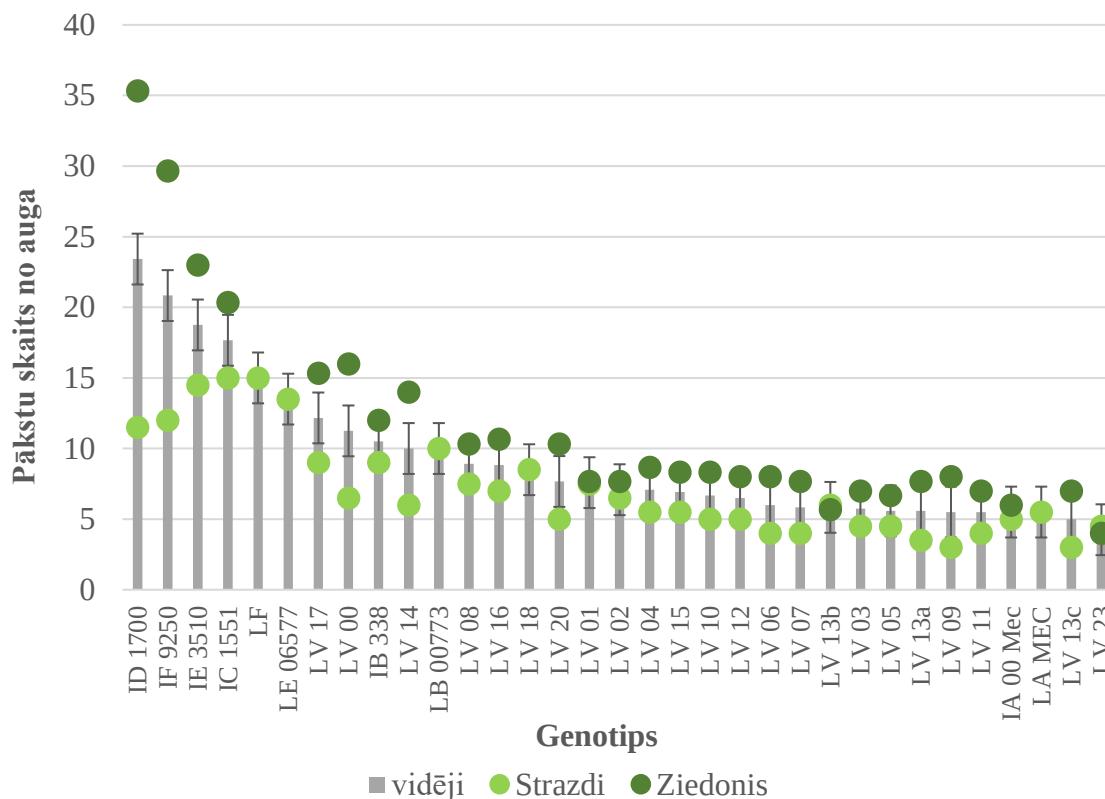


6. attēls. Itālijas genotipu pākstu raža

Pākstu skaits vienam augam

Pākstu skaits vienam, augam variēja no 36 pākstīm no viena auga (ID jeb INCBN_1700 lauka apstākļos) līdz 4 pākstīm no viena auga (LV9, LV13a un c veģetācijas trauku apstākļos.). INCREASE pupiņas izcēlās ar daudz lielāku pākstu skaitu no viena auga, kas liecina par izteikti

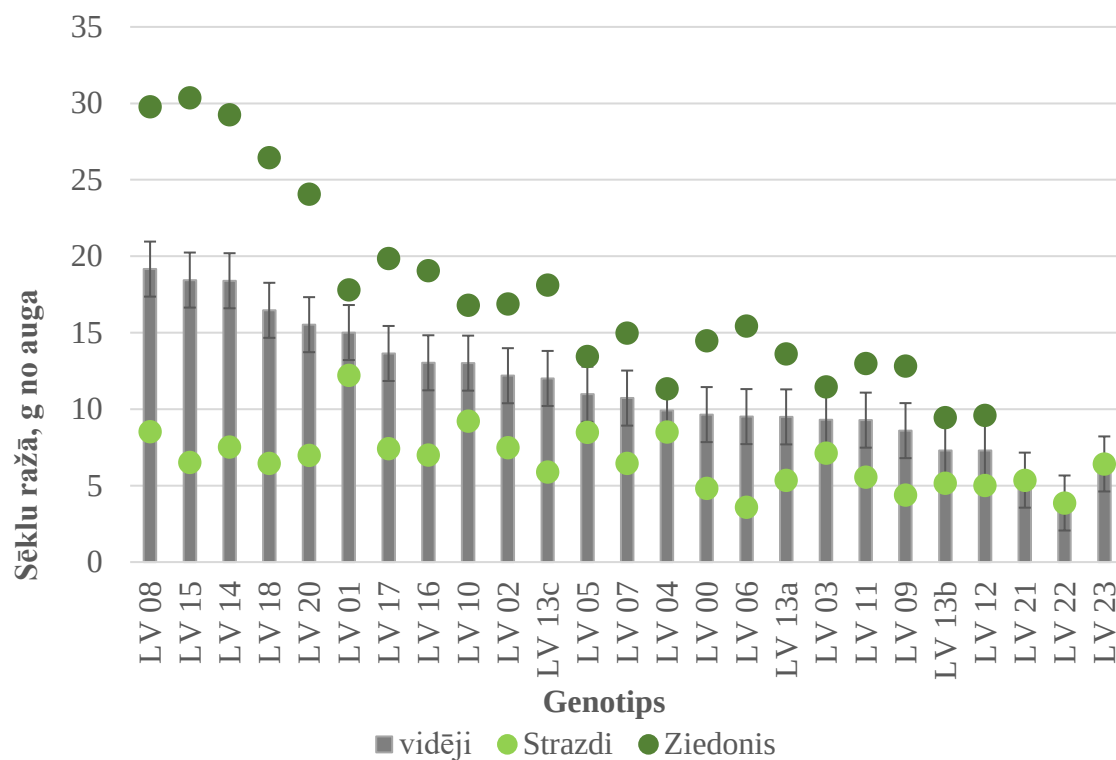
savādāku ģenētisko materiālu. Arī izmēru ziņā šīs pupiņas bija būtiski mazākas. No Itālijas atsūtītā šķirne ‘Meccearly’ (IA un LA) pākstu skaita ziņā maz atšķīrās no Latvijas genotipiem (4. att) un gan lauka apstākļos, gan veģetācijas traukos no viena auga tika novākts vidēji ap piecām pupiņu pākstīm (7.att).



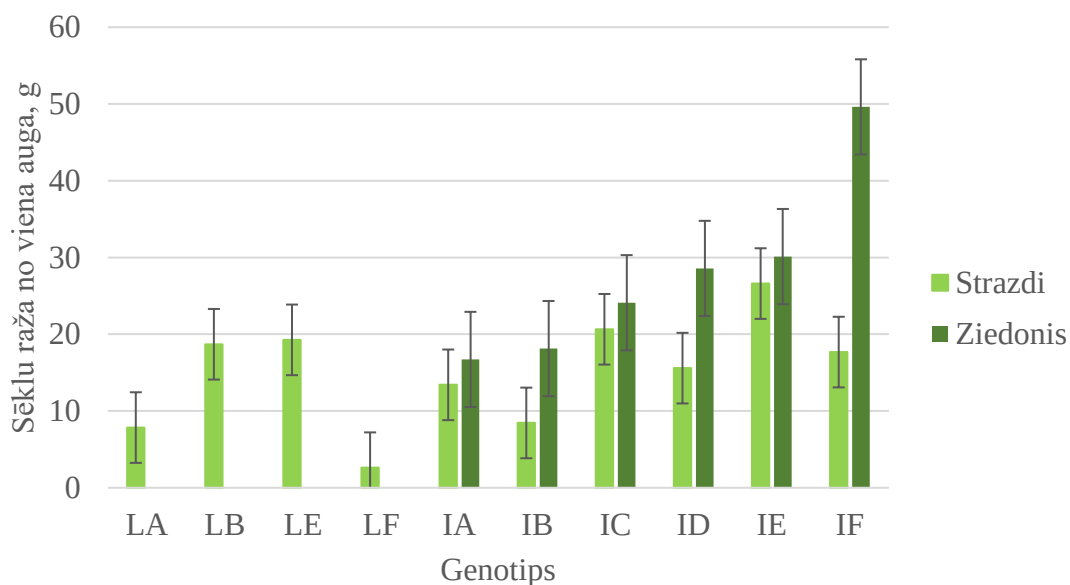
7. attēls. Pākstu skaits no viena auga.

Pupiņu sēklu masa.

Vidēji augstākā sēklu raža no Latvijas krūmu pupiņu genotipiem tika ievākta no LV08 - 29,78 g. šis augstākās ražas ir sasniegtas pateicoties lauka izmēģinājumiem. No veģetācijas trauku izmēģinājumiem, labākā pupiņu sēklu raža iegūta no genotipa LV01-12.22 g. Veģetācijas traukos vairumam genotipu raža svārstījās robežās no pieciem līdz desmit gramiem no auga (8.att.). No projekta INCREASE genotipiem labākais veģetācijas traukos bija pagājušajā gadā saņemtais genotips IE (INCBN_09250), bet no šī gada paraugiem genotipi LB un LE . lauka apstākļos augstāko pākstu masu deva genotips IF (INCBN_03510)- 49,62 g no auga (9.attēls)



8. attēls. Sēklu raža no viena auga Latvijas genotipu krūmu pupiņām



9. attēls. Sēklu raža no viena auga "Increase" projekta genotipu pupiņām

No kāršu pupiņām ražīgākais izrādījās LV31 genotips, vismazāk ražīgais LV28. genotips. Abi dārza pupiņu genotipi bija salīdzinoši mazāk ražīgi nekā daudzziedu pupiņas. (10. attēls).

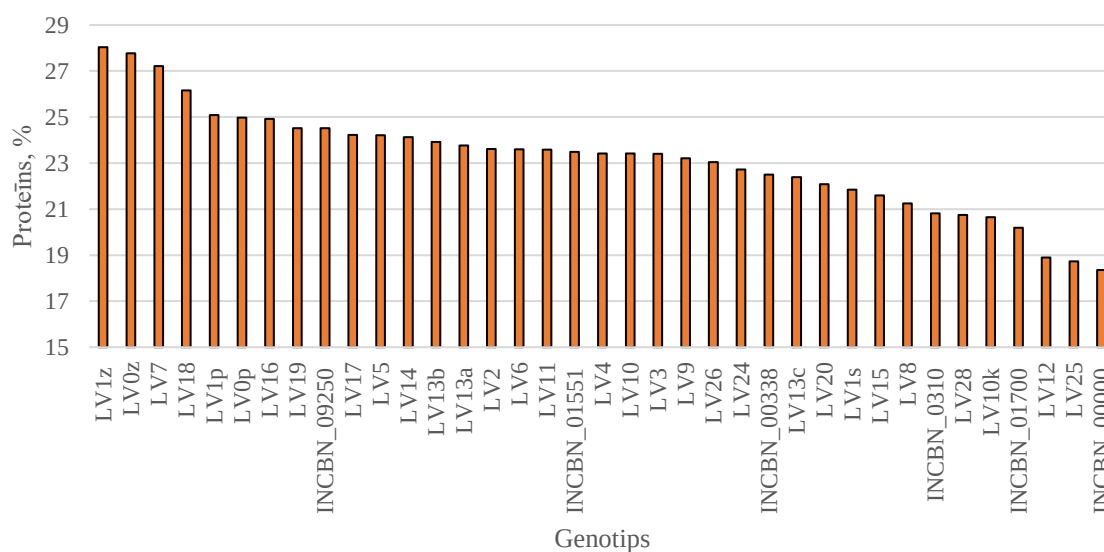
12.

Simts pupiņu sēklu masa 2024. gadā variēja robežas no 134 g (LV30 un LV31) līdz 13.5 g projekta INCREASE genotips ID INCBN-01700. Ar būtiski lielākām sēklā raksturojas daudzziņu pupiņas *Ph. coccineus*. No parastajām (dārza) pupiņām lielākā 100 sēklu masa konstatēta šķirnei ‘Meccearly’ (86.6 g- variants LA), kas izaugušas no 2024. gadā atsūtītajām sēklā. 100 pupiņu masa ir līdzvērtīga pagājušā gada datiem. Savukārt no 2023. gada jau Latvijā izaudzētajām ‘Meccearly’ sēklām, pupiņas ir bijušas par 24.9% mazākas (variants IA) (11. attēls). No Latvijas genotipu dārza pupiņām lielākā sēklu masa bijusi LV23 un LV09 genotipam, kuri abi ir lobāmās pupiņas, bet vismazākā masa LV17, LV18 un LV00, kuras ir ar pākstīm ēdamās pupiņas (11. attēls)

Kopproteīna saturs pupiņu sēklās

Proteīns ir pupiņu būtiskākā sēklas sastāvdaļa, kas nosaka šī auga piederību proteīna avotiem cilvēku pārtikā. Proteīna saturs pupiņās varēja no 28.04 % (LV1, kas audzētas Ziedonī), līdz INCBN_00000 jeb šķirnei ‘Meccearly’, kur proteīna saturs sastādīja 18,4 %. Proteīna saturs būtiski variēja atkarībā no audzēšanas vietas. Genotipam LV1, kurš tika audzēts visās trijās vietās, kā jau minēts Ziedonī audzētajās pupiņās sastādīja 28.0%, Strazdos veģetācijas traukos audzētajās pupiņās 25.1 %, bet uz lauka augušajās pupiņās tikai 21.8%. Šis ir pierādījums, ka proteīna uzkrāšanās sēklā būtiska nozīme ir audzēšanas agrotehnikai. (6. attēls).

Šķīta likumsakarīgi, ka proteīna saturam vajadzētu korelēt ar pupiņas lielumu, jo mazākā pupiņā lielāku daļu vajadzētu aizņemt sēklapvalkiem. Diemžēl tādu likumsakarību novērot neizdevās (7. attēls)



12. attēls. Proteīna saturs pupiņās

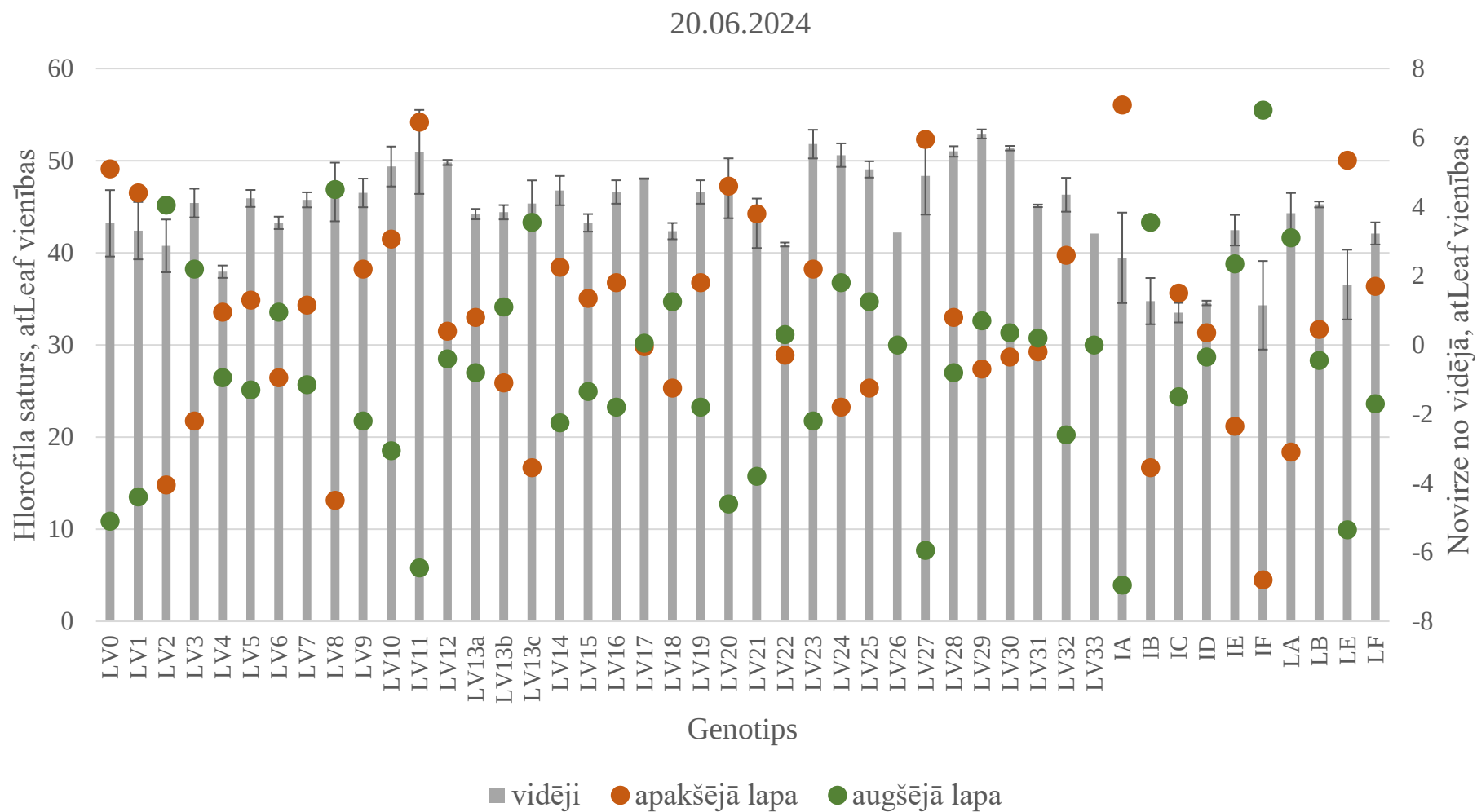
Informācija nav atjaunota, jo nav saņemti no laboratorijas rezultāti.

3.2. Klonu simbiozes efektivitātes novērtējums.

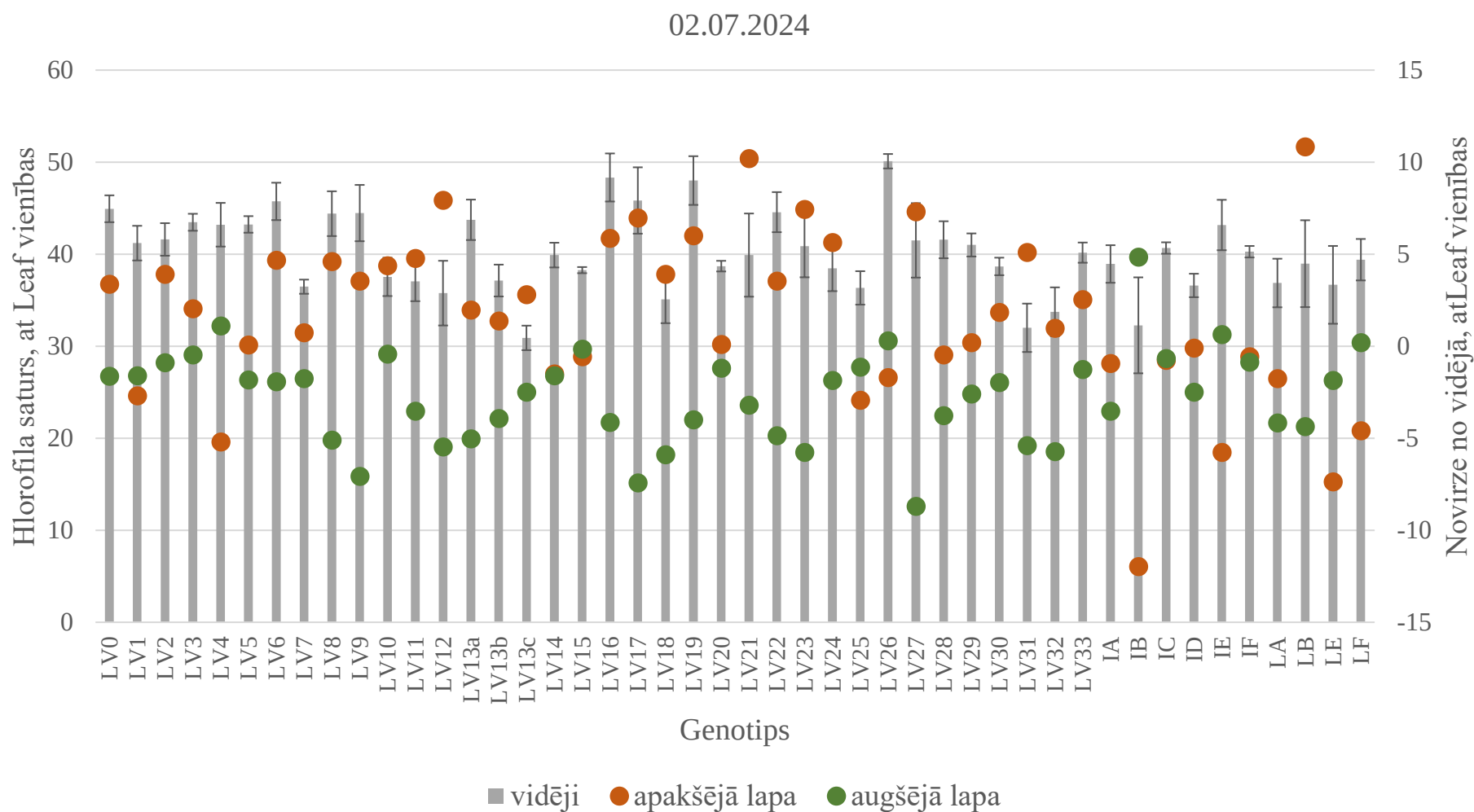
Kā simbiozes efektivitātes vērtējuma kritērijs izmantots hlorofila saturs pupiņu lapās. Hlorofila saturs noteikts ar portatīvo hlorofila mērītāju at Leaf. Ja mērījums ir mazāks par 40 vienībām, tas liecina, ka augu apgāde ar slāpekli nav pietiekama, tātad simbiotiskā sistēma nestrādā pietiekoši efektīvi. Kā redzams 13. 14 un 15. attēlā pupiņu lapas atšķiras ar hlorofila saturu tajās.

13.attēls liecina, ka pupiņu juvenālās stadijas laikā hlorofilu saturs Latvijas genotipu lapās vidēji ir bijis lielāks nekā 40 atLeaf vienības (izņēmums genotips LV4), turpretim projekta INCREASE genotipiem vairumā gadījumu šis rādītājs nav sasniedzis kritiskās 40 vienības. Tas liecina par nepilnīgu simbiotisko attiecību veidošanos ar no Latvijas augsnēm izdalīto gumiņbaktēriju celmu *Rhizobium phaseoli* vai brīvi dzīvojošajām gumiņbaktērijām. Salīdzinot hlorofilu saturu vecajās un jaunajās lapās, redzams, ka nav viennozīmīga vērtējuma, ka kādas no lapām saturētu vairāk hlorofila. Augiem pārejot uz pumpurošanās fāzi (14.attēls) hlorofila saturs lapās būtiski krītas un parādās, ka zemāks hlorofila saturs ir augšējās lapās, kas liecina par slāpekļa nepietiekamību un simbiotiskās sistēmas nespēju nodrošināt augus ar šo elementu.

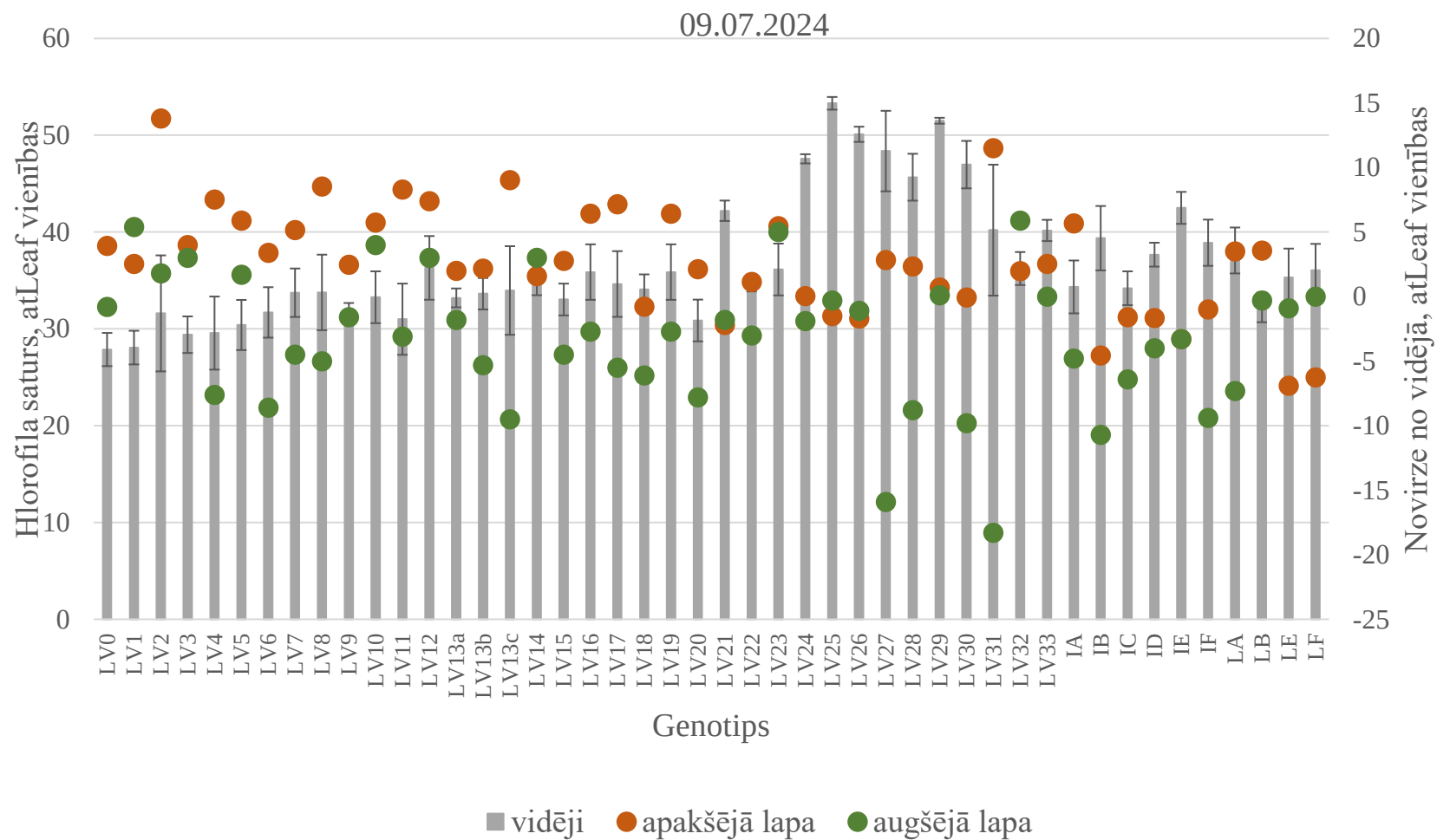
Pumpurošanās - ziedēšanas sākumā parādās, ka normālu hlorofila daudzumu lapās spēj saglabāt kāršu pupiņas, kuras lielākoties ir daudziedu pupiņas (LV24 - LV33). piedevām lielākajai daļai no šiem genotipiem nenovēro krasas atšķirības starp augšējām un apakšējām lapām (15. attēls). Joprojām saglabājas tendence, ka augšējās lapas satur mazāk hlorofila nekā apakšējās, kas liecina par simbiotiskās sistēmas darbības traucējumiem, kas varētu būt saistīti ar ierobežoti veģetācijas trauku tilpumu un iespējamo citu minerālelementu trūkumu substrātā.



13. attēls. Hlorofila saturs pupiņu, kas audzētas veģetācijas traukos, lapās 2024. gada 20. jūnijā.



14. attēls. Hlorofila saturs pupiņu, kas audzētas veģetācijas traukos, lapās 2024. gada 2. jūlijā.

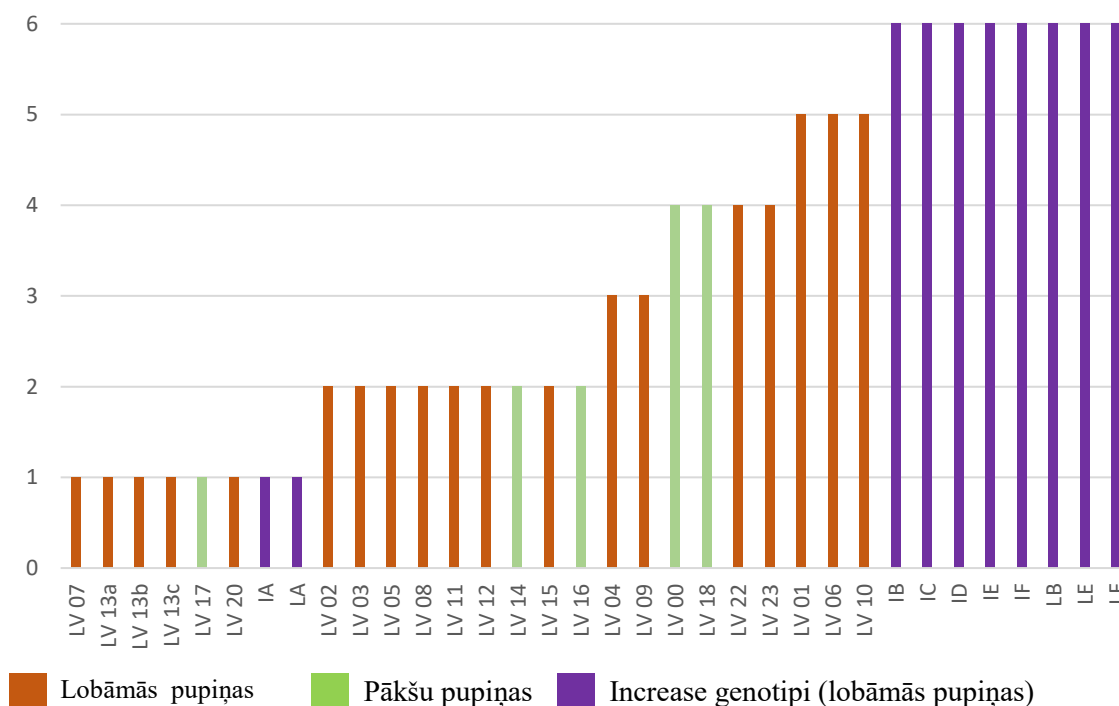


15. attēls. Hlorofila saturs pupiņu, kas audzētas veģetācijas traukos, lapās 2024. gada 9. jūlijā.

4. Genotipu agrīnuma vērtējums

Būtisks augu ontoģenēzes rādītājs ir agrīnums. Pupiņu šķirnes parasti tiek grupētas kā agrīnas vai vēlīnas, tomēr augšanas perioda ilguma diapazons dažādos reģionos vai dažādu augšanas gaitu šķirnēm ir atšķirīgs. Atkarībā no augšanas un reģiona pupiņu šķirņu nogatavošanās ir no 60 līdz 300 dienām. Atšķirību nosaka ne tikai šķirne, bet arī vides, īpaši dienas garums un temperatūra (Mamo et al, 2021).

Latvijas apstākļos agrākie pupiņu genotipi nogatavojas 90 dienu laikā. Lielākā daļa Latvijas krūmu pupiņu genotipi nogatavošanās laiks ir 90- 110 dienas. Turpretim projekta INCREASE genotipiem līdz gatavām pākstīm ir vajadzīgas vismaz 130 dienas. (16. attēls)



16. attēls. Pupiņu genotipu agrīnuma vērtējums

4.1. Vienas sēklas līniju iegūšanas izvērtējums

No Latvijas genotipu krūmu pupiņām ir iegūtas vienas sēklas līnijas, bet to nosūtīšana Itālijas partneriem ir diskutējama, jo Augsnes un augu zinātņu institūta veģetācijas laukumā pupiņu sēklas ir invadētas ar *Acanthoscelides obtectus*. (17. attēls).

No Daudzziedu pupiņām iegūt vienas sēklas kultūras neizdevās, jo, neskatoties uz literatūrā minēto pašauglību, tas neapstiprinājās un izolatoros esošie ziedi neapauglējās.



17. attēls. Pupiņu sēklu bojājumi

SECINĀJUMI

Iegūts dārza pupiņu (*Phaseolus vulgaris*) sēklu materiāls no sešiem pupiņu audzētājiem. Projekta pētījumā iekļauti 36 Latvijā audzēti genotipi, no tiem 27 genotipi ir *Phaseolus vulgaris*, bet astoņi genotipi pieder sugai *Ph. coccineus*

Noteikta katra klona raža, novērtēti ražīgākie genotipi.

Veikta sēklu apstrāde ar LBTU kolekcijā esošajām gumiņbaktērijām un noteikta klonu simbiozes efektivitāte. Augstāka tā bija kāršu pupiņām, no kurām lielākā daļa bija daudzziēdu pupiņas.

No Latvijas genotipu krūmu pupiņām ir iegūtas vienas sēklas līnijas, bet to nosūtīšana Itālijas partneriem acīmredzot nenotiks, jo Augsnes un augu zinātņu institūta veģetācijas laukumā pupiņu sēklas ir invadētas ar *Acanthoscelides obtectus*. No daudzziēdu pupiņām iegūt vienas sēklas kultūras neizdevās, jo, neskatoties uz literatūrā minēto pašauglību, tas neapstiprinājās un izolatoros esošie ziedi neapauglējās.

Izmantotā literatūra

1. Bad Bug Book (2012)" . *Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook: Phytohaemagglutinin. Food and Drug Administration. 2012.*
2. Bellucci E., Benazzo A., Xu C., Bitocchi E., Rodriguez M., Alseekh S., Di Vittori V., Gioia T., Neumann K., Cortinovis G., Frascarelli G., Murube E, Trucchi E., Nanni L., Ariani A, Logozzo G, Shin J.H., Liu C, Jiang L., Ferreira J.J., Campa A, Attene G., Morrell P.L., Bertorelle G., Papa R. (2023) Selection and adaptive introgression guided the complex evolutionary history of the European common bean *Nature Communications* 14:1908, doi: 10.1038/s41467-023-37332-z
3. Choi HK, Atkinson K, Karlson EW, Willett W, Curhan G (March 2004). "Purine-rich foods, dairy and protein intake, and the risk of gout in men". *N. Engl. J. Med.* 350 (11): 1093–103. doi:10.1056/NEJMoa035700
4. Cortinovis G., Oppermann M., Neumann K., Graner A., Gioia T., Marsella M., Alseekh S., Fernie A.R., Papa R., Bellucci E., et al. Towards the Development, Maintenance, and Standardized Phenotypic Characterization of Single-Seed-Descent Genetic Resources for Common Bean. *Curr. Protoc.* 2021;1:e133. doi: 10.1002/cpz1.133.
5. De Souza Paulino C., Tavares Carneiro L., Almeida N.M., Santa-Martinez E., Cardoso Castro C (2023) Neutral influence of animal pollination in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) production and seed germination, *Scientia Horticulturae*, Volume 318,
6. Loria K., (2021) Improvement of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) for regional food systems in the northeastern United States, Cornell Theses and Dissertations
7. Quagliotti L., Marletto F (1987) Research on the pollination of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) for dry grain production - *Advances in Horticultural Science*, 1987 – JSTOR
8. Rebello, C. J., Greenway, F. L., & Finley, J. W. (2014). Whole grains and pulses: A comparison of the nutritional and health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(29), 7029–7049. <https://doi.org/10.1021/jf500932z>
9. Rendón-Anaya, M., Montero-Vargas, J.M., Saburido-Álvarez, S. *et al.* Genomic history of the origin and domestication of common bean unveils its closest sister species. *Genome Biol* **18**, 60 (2017). <https://doi.org/10.1186/s13059-017-1190-6>
10. Singh S.P. 1991. Common beans: research for crop improvement In *Breeding for seed yield*

