

LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRAS

TVIRTINU:

Direktorius
Gintaras Brazauskas
2025 m. lapkričio mėn. 10 d.

PROJEKTAS ĮGYVENDINTAS PAGAL ŽEMĖS ŪKIO, MAISTO ŪKIO, ŽUVININKYSTĖS IR KAIMO PLĖTROS 2023–2027 METŲ MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR EKSPERIMENTINĖS PLĖTROS FINANSAVIMO TAISYKLES

*Netradicinių aukštos mitybinės vertės augalų - lęšių (*Lens culinaris*) ir sorų (*Panicum
miliaceum*) auginimo Lietuvoje technologinės galimybės bei genotipų atranka*

2025 M. GALUTINĖ ATASKAITA

Tyrimo vadovas

Monika Toleikienė

Tyrimų vykdytojos: Monika Toleikienė, vyresnioji mokslo darbuotoja
Lina Šarūnaitė, vyresnioji mokslo darbuotoja
Žydrė Kadžiulienė, vyriausioji mokslo darbuotoja
Jurinta Voišvilo, jaunesnioji mokslo darbuotoja

Akademija

2025

TURINYS

Įvadas, tikslas ir uždaviniai	3
Tyrimo aktualumas ir praktinė vertė	4
Projekto vykdymo planas	5
2023 metais įgyvendintų veiklų santrauka	6
2024 metais įgyvendintų veiklų santrauka	8
2025 metais įgyvendintų veiklų santrauka	10
Numatytų projekto tyrimų rezultatų įgyvendinimo santrauka.....	11
LITERATŪROS APŽVALGA	12
TYRIMO OBJEKTAS, METODAI IR SĄLYGOS.....	20
REZULTATAI	37
DISKUSIJA	79
IŠVADOS	82
LITERATŪROS SĄRAŠAS	83

Įvadas

Dėl klimato kaitos šiuolaikinis žemės ūkis susiduria su daugybe su tvarumu susijusių problemų gamybos sistemose ir ieško tinkamų prisitaikymo prie klimato sprendimų. Dėl savo agronominės, ekonominės ir kultūrinės svarbos lęšiai ir soros galėtų tapti potencialiu pasėliu Europoje. Naujausiuose tyrimuose manoma, kad lęšiai ir soros gali būti geriau prisitaikę prie klimato kaitos nei tradiciniai vietiniai javai. Naujai išvestos šių augalų veislės gali būti labiau prisitaikiusios prie Lietuvos klimato, vietos fenologinių ciklų ir dirvožemio sąlygų, tačiau trūksta tyrimų apie šių augalų auginimo galimybes.

Todėl šiuo tyrimu bus siekiama nustatyti netradicinių aukštos mitybinės vertės augalų - lęšių (*Lens culinaris*) ir sorų (*Panicum miliaceum*) skirtingų genotipų auginimo Lietuvoje technologines galimybes; atrinkti labiausiai Lietuvoje augti prisitaikiusias veisles; bei parengti lęšių ir sorų auginimo rekomendacijas Lietuvos pedoklimatinėmis sąlygomis.

***Tyrimo tikslas** – nustatyti netradicinių aukštos mitybinės vertės augalų - lęšių (*Lens culinaris*) ir sorų (*Panicum miliaceum*) skirtingų genotipų auginimo Lietuvoje technologines galimybes*

Uždaviniai:

1. Įvertinti Europos šalyse auginamų lęšių ir sorų genotipų galimybes augti Lietuvos klimatinėmis sąlygomis bei atrinkti labiausiai prisitaikiusias veisles.
2. Pasiūlyti pagrindinius lęšių ir sorų auginimo technologinius sprendimus ekologinėmis ir įprastinėmis ūkininkavimo sąlygomis.
3. Parengti lęšių ir sorų auginimo rekomendacijas Lietuvos pedoklimatinėmis sąlygomis.

Tyrimo aktualumas ir praktinė vertė

Tyrimų rezultatai įgalins parengti moksliskai pagrįstas lęšių (*Lens culinaris*) ir sorų (*Panicum miliaceum*) skirtingų genotipų auginimo technologijas Lietuvoje. Iki šiol šie augalai buvo mažai tirti vėsiaus klimato Europos regione, todėl šis tyrimas atskleis naujas galimybes ūkininkams. Taip pat tikimės, pateikti moksliskai pagrįstas, saugias aplinkai, ekonomiškai naudingas augalų auginimo technologijas bei žinias apie šių augalų vystymąsi bei produktyvumą platesnei auditorijai (žemdirbiams, sveikos gyvensenos ir mitybos specialistams, verslo atstovams, žemės ūkio konsultantams, mokslininkams) Lietuvoje bei tarptautinėje erdvėje.

Tyrimų rezultatai gauti iš Lietuvoje atliktų eksperimentų bus analizuojami ir lyginami su kitų šalių duomenimis (Švedijos, Danijos, Vokietijos), skelbiami mokslo žurnaluose. Jie turės platesnės tarptautinės reikšmės, kadangi rekomendacijos papildys duomenis apie šių augalų platesnį auginimą (vėsiaus klimato šiauresnių Europos šalių regionas). Numatyta tiriamos srities idėjų tąsa ateityje, nukreipiant alternatyvius sprendimus į agroekosistemų vertinimą klimato kaitos ir agroekosistemos sveikatos atžvilgiu. Numatomas populiarų mokslinių publikacijų rengimas žurnaluose, duomenų pristatymai seminaruose, lauko dienoje, nacionalinėse ir tarptautinėse konferencijose.

Sudarytos metodikos paskatins bendrą ES žemės ūkio politiką ir nacionalinę Žalinimo programą, kuria siekiama sustiprinti ūkininkavimo praktikas, naudingas dirvožemio kokybei, anglies sekvestracijai ir biologinei įvairovei, pavyzdžiui, pupinių augalų auginimą. Šio tyrimo metu identifikuotos potencialiai vertingos augalų rūšys ir veislės galės būti rekomenduojamos Lietuvos ūkininkams, kartu optimizuojant nacionalinės žalinimo programos įgyvendinimą ir teikti naudą ūkiams.

Be to, ūkininkai periodiškai vis bandydavo auginti šiuos augalus, tačiau žinių trūkumas lėmė nesėkmingus rezultatus. Todėl šiame tyrime pateiktos tinkamos lęšių ir sorų auginimo technologijos gali ne tik padidinti jų produktyvumą, bet ir azoto fiksaciją bei jo panaudojimą, ir tai turės teigiamą įtaką javų pasėliams ir maistmedžiagių balansui sėjomainoje. Rekomendacijos ir rengiami seminarai padės įgauti žinių kaip diversifikuoti vietines sėjomainų augalų rūšis, prisitaikant prie klimato kaitos.

Projekto vykdymo planas

Eil. Nr.	MTEP projekto etapo pavadinimas	MTEP projekto etapo ir jame numatomų atlikti darbų detalus aprašymas	Įvykdymo terminas	Vykdytojai (vardas, pavardė)
1.	<i>Europos šalyse auginamų lęšių ir sorų genotipų galimybės augti Lietuvos klimatinėmis sąlygomis įvertinimas</i>	Mokslinės literatūros analizė Nuotoliniai susitikimai su Švedijos, Danijos ir Vokietijos mokslininkais, atlikusiais panašius tyrimus ir jų praktinių duomenų analizė; Mokslinių tyrimų metodikų parengimas; Studijų parengimas; Metodikų parengimas;	2023 06 – 2024 06	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
2.	<i>Lietuvos klimatinėmis sąlygomis labiausiai prisitaikiusių veislių atranka</i>	Netradicinių augalų skirtingų veislių eksperimentų įrengimas ekologinėje ir intensyvioje žemdirbystės sistemose bei derliaus formavimosi ypatumų, adaptacinių gebėjimų mokslinių tyrimų vykdymas (I metai). Eksperimentinių duomenų analizė: kiekybinių ir kokybinių duomenų vertinimas ir apibendrinimas	2023 06 – 2023 12	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
		Netradicinių augalų skirtingų veislių eksperimentų įrengimas ekologinėje ir intensyvioje žemdirbystės sistemose bei derliaus formavimosi ypatumų, adaptacinių gebėjimų mokslinių tyrimų vykdymas (II metai). Eksperimentinių duomenų analizė: kiekybinių ir kokybinių duomenų vertinimas ir apibendrinimas	2024 01 - 2024 12	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
3.	<i>Lęšių ir sorų auginimo ekologinėmis ir įprastinėmis ūkininkavimo sąlygomis technologijų rengimas</i>	Eksperimentinių duomenų analizė ir technologijų parengimas; Informacinių straipsnių rengimas ir pateikimas spaudai. Seminaro/ lauko dienos organizavimas ir vykdymas. Tarpinės ataskaitos ruošimas	2024 05 - 2025 09	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
4.	<i>Lęšių ir sorų auginimo Lietuvos pedoklimatinėmis sąlygomis rekomendacijų ir mokslinių publikacijų rengimas</i>	Rezultatų apipavidalinimas ir mokslinio straipsnio rengimas. rekomendacijų pateikimas, galutinės mokslinės ataskaitos rengimas ir pateikimas.	2025 01 - 2025 11	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė

2023 metais įgyvendintų veiklų santrauka

Eil. Nr.	MTEP projekto etapo pavadinimas	MTEP projekto etape atliktų darbų aprašymas	Įvykdymo terminas	Vykdytojai (vardas, pavardė)
1.	<i>Europos šalyse auginamų lęšių ir sorų genotipų galimybes augti Lietuvos klimatinėmis sąlygomis įvertinimas</i>	Pradėta mokslinės literatūros analizė Surengti susitikimai su Švedijos, Danijos, Vokietijos, Ukrainos ir Olandijos mokslininkais, tiriančiais soras ir lęšius. Ruošiamos mokslinių tyrimų metodikos	2023 06 – 2023 10	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
2.	<i>Lietuvos klimatinėmis sąlygomis labiausiai prisitaikiusių veislių atranka</i>	Pradėta ankstesnių metų Lietuvos eksperimentinių duomenų analizė: kiekybinių ir kokybinių duomenų vertinimas ir apibendrinimas	2023 06 – 2023 11	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
		2023 gegužę įrengti du eksperimentai netradicinių augalų skirtingų veislių derliaus formavimosi ypatumų, adaptacinių gebėjimų stebėsenai. 2023 gegužės – rugsėjo mėnesiais vykdyta lauko eksperimentų priežiūra ir duomenų rinkimas. 2023 rugsėjį derliaus nuėmimas. 2023 spalį – gruodį derliaus apdorojimas, pavyzdžių analizė	2023 05 – 2023 12	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
3.	<i>Informacijos sklaidos veikla</i>	Suorganizuota ekologinės žemdirbystės paroda: EkoAgriTech. Parodos metu parengtas pristatymas apie lęšius, ir soras. Demonstruoti naujai įrengti bandymai ir veislės.	2023 07 04	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
		Užsienio partnerių iš Šveicarijos, Vokietijos, Austrijos, Danijos, Ukrainos vizitai lauko bandymuose.	2023 06 - 07	Monika Toleikienė
		EGF tarptautinės konferencijos metu pristatyti 2023 metais įrengti lęšių ir sorų bandymai	2023 06	Monika Toleikienė
		Straipsnis 2023-ieji – sorų metai! Publikuotas https://www.lammc.lt/lt/2023-ieji-soru-metai/4211	2023 09	Monika Toleikienė
		Straipsnis Ką žinome apie soras? Publikuotas https://www.agroakademija.lt/s/augalininkyste/ka-zinome-apie-soras/	2023 09	Monika Toleikienė
		Švedijoje, Švedijos žemės ūkio mokslų universitete (SLU) sudalyvauta simpoziume, skirtame sorų metams (IYM2023) paminėti. Daugiau	2023 09 04-08	Monika Toleikienė

		<p>informacijos ir programa: https://www.slu.se/en/ew-calendar/2023/9/symposium-dedicated-to-millets/ SORG4NOBAL susitikime pristatytas žodinis pranešimas „Nauji augalai augalininkystės sistemoms įvairinti Lietuvoje“ Daugiau: https://www.lammc.lt/lt/naujienu-archyvas/projekto-sorg4nobal-partneriu-pirmasis-susitikimas-svedijoje/4196</p>		
		<p>Seminaras Amerikos, Kanados mokslininkams ir mokslo turizmo atstovams, pristatytos tyrimuose auginamų lęšių veislės Daugiau: https://www.lammc.lt/lt/naujienu-archyvas/lammc-lankesi-ukininkai-ir-agroturizmo-atstovai/4235</p>	2023 10	Monika Toleikienė
		<p>Organizuojamas seminaras „2023-ieji – SORŲ METAI“</p>	2023 12	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
4.	<i>Studijų parengimas</i>	<p>Rengiamos studijos (2 vnt.) lęšiams ir soroms bus publikuotos LAMMC tinklalapyje ir pristatytos seminaro metu</p>	2023 12	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė

2024 metais įgyvendintų veiklų santrauka

Eil. Nr.	MTEP projekto etapo pavadinimas	MTEP projekto etape atliktų darbų aprašymas	Įvykdymo terminas	Vykdytojai (vardas, pavardė)
1.	<i>Europos šalyse auginamų lęšių ir sorų genotipų galimybes augti Lietuvos klimatinėmis sąlygomis įvertinimas</i>	Atlikta mokslinės literatūros analizė Paruoštos 2 studijos: valgomajam lęšiui ir tikrajai sorai Paruoštos 2 metodikos: valgomajam lęšiui ir tikrajai sorai Publikuoti 2 populiarieji straipsniai ir pridurtas į žurnalą 1 mokslinis straipsnis	2023 10 – 2024 10	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
2.	<i>Lietuvos klimatinėmis sąlygomis labiausiai prisitaikiusių veislių atranka</i>	2024 metų gegužę įrengti šeši eksperimentai netradicinių augalų skirtingų veislių derliaus formavimosi ypatumų, adaptacinių gebėjimų stebėsenai. 2024 gegužės – rugsėjo mėnesiais vykdyta lauko eksperimentų priežiūra ir duomenų rinkimas. 2024 rugsėjį - derliaus nuėmimas. 2024 spalį – gruodį derliaus apdorojimas, pavyzdžių analizė	2024 05 – 2024 12	Monika Toleikienė ŽIMYT skyriaus mokslininkai ir techninis personalas
		Sorų veislių išbandymas skirtingose Lietuvos pedoklimatinėse teritorijose, pokalbiai ir pristatymai ūkininkams, laukų parinkimas, mėginių ėmimas	2024 05 – 2024 12	Monika Toleikienė
3.	<i>Informacijos sklaidos veikla</i>	Sudalyvauta žemės ūkio Parodoje „Agrovizija“. Parodos metu parengtas pristatymas apie lęšius, ir soras. Demonstruoti naujai įrengti bandymai ir veislės.	2024 06	Monika Toleikienė
		Ūkininkų ir užsienio partnerių vizitai lauko bandymuose.	2024 06 - 07	Monika Toleikienė
		Populiarusis straipsnis: Labai senos ir vertingos, bet pamirštos. Ar soros vėl ras vietą ūkių sėjomainose? https://manoukis.lt/naujienos/mokslas/labai-senos-labai-vertingos-bet-pamirstos-ar-soros-vel-ras-vieta-ukiusejomainose	2024 12	<i>Mano ūkis</i> ir Monika Toleikienė Lina Šarūnaitė
		Populiarusis straipsnis: Pelningam ekologiniam ūkininkavimui būtinos naujos technologijos https://www.manoukis.lt/naujienos/renginiai/pelningam-ekologiniam-ukininkavimui-butinos-naujos-technologijos	2024 07	<i>Mano ūkis</i> ir Monika Toleikienė

		Mokslinis straipsnis: Adaptation of lentil to northern European agro-climatic conditions: Effect of sowing time and sowing rate on lentil development, productivity and weed suppression”. <i>Priduotas į žurnalą BMC Plant Biology, Q1</i>	2024 10 24	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
		Komandiruotės metu sudalyvauta seminare Tartu, Estijoje kur taip pat dalyvavo partneriai iš Švedijos, Danijos, Olandijos, Estijos, Lietuvos, Ukrainos bei Azerbaidžano mokslo institucijų ir privataus sektoriaus. Dalyviai turėjo galimybę pasidalinti žiniomis ir patirtimi apie sorgų ir sorų auginimo galimybes ir iššūkius Baltijos jūros regione, pasidalinti genetinė medžiaga.	2024 09 09 – 12 d.	Monika Toleikienė
		Organizuojamas seminaras - sorų ir lęšių tyrimų duomenims pristatyti	2024 12	Monika Toleikienė Lina Šarūnaitė
4.	<i>Studijų ir metodikų parengimas</i>	Paruoštos 2 studijos: valgomajam lęšiui ir tikrajai sorai Paruoštos 2 metodikos: valgomajam lęšiui ir tikrajai sorai	2023 10 – 2024 10	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė

2025 metais įgyvendintų veiklų santrauka

Eil. Nr.	MTEP projekto etapo pavadinimas	MTEP projekto etape atliktų darbų aprašymas	Įvykdymo terminas	Vykdytojai (vardas, pavardė)
1.	<i>Lėšių ir sorų auginimo ekologinėmis ir įprastinėmis ūkininkavimo sąlygomis technologijų, rekomendacijų ir mokslinių publikacijų rengimas</i>	Parengtas mokslinis straipsnis apie sorų auginimą ir pridotas vertinimui į mokslinį žurnalą. Išspausdintas mokslinis straipsnis apie lėšius.	2024 10 – 2025 10	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė Jurinta Voišvilo
		2025 metų gegužę įrengti eksperimentai sorų ir lėšių skirtingų veislių derliaus formavimosi ypatumų, adaptacinių gebėjimų stebėsenai. Išbandytos įvairios technologijos. 2025 gegužės – rugsėjo mėnesiais vykdyta lauko eksperimentų priežiūra ir duomenų rinkimas. 2025 rugsėjį - derliaus nuėmimas. 2025 spalį – lapkritį derliaus apdorojimas, pavyzdžių analizė	2025 05 – 2025 11	Monika Toleikienė ŽIMYT skyriaus mokslininkai ir techninis personalas
2.	<i>Informacijos sklaidos veikla</i>	Sudalyvauta žemės ūkio Parodoje „EkoAgrITech“. Parodos metu parengtas pristatymas apie lėšius, ir soras. Demonstruoti naujai įrengti bandymai ir veislės.	2025 07	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė
		Ūkininkų ir užsienio partnerių vizitai lauko bandymuose.	2025 07 - 08	Monika Toleikienė
		Populiarusis straipsnis: Į soras atsigręžti verta. Mano ūkis, redakcijoje.	2025 11	Monika Toleikienė Jurinta Voišvilo
		Reportažas apie soras, lėšius bei kitus netradicinius augalus Agroakademijos puslapyje ir Youtube kanale: https://youtu.be/iNzc_dipatU?si=P93gN1VBqadz081U	2025 09	Monika Toleikienė
		Mokslinis straipsnis: Assessment of the cultivation of potential varieties of proso millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.) at latitude 54-56° in Europe. Pridotas į žurnalą <i>Agriculture, Q1</i>	2025 08	Monika Toleikienė Jurinta Voišvilo
		Suorganizuota lauko diena Nišinių augalų atranka Lietuvos žemės ūkiui, kur pristatyti sorų ir lėšių tyrimai	2025 09	Monika Toleikienė Lina Šarūnaitė

		Rekomendacijų parengimas: 2 vienetai, sorai ir lęšiams. Nuoroda: https://www.lammc.lt/lt/mokslo-ziniu-sklaida/kiti-leidiniai/1822	2025 01 -10	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė Jurinta Voišvilo
3.	<i>Galutinės ataskaitos parengimas</i>	Galutinė ataskaita paruošta	Iki 2025 11	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė

Numatytų projekto tyrimų rezultatų įgyvendinimo santrauka

Eil. Nr.	Priemonės pavadinimas	Atsakingi vykdytojai (vardas, pavardė)	Numatoma priemonės įvykdymo data ir vieta
1.	Studijų (2 vnt.) parengimas	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė	Iki 2023 m. gruodžio mėn. (atlikta)
2.	Metodikų (2 vnt.) parengimas	Monika Toleikienė Žydrė Kadžiulienė Lina Šarūnaitė	Iki 2024 m. liepos mėn. (atlikta)
3.	Lauko diena/seminaras	Lina Šarūnaitė	Iki 2024 m. rugsėjo mėn. (atlikta)
4.	Informacinis straipsnis spaudoje	Monika Toleikienė	Iki 2024 m. gruodžio mėn. (atlikta)
5.	Informacinis straipsnis spaudoje	Žydrė Kadžiulienė	Iki 2025 m. spalio mėn. (atlikta)
6.	Parengtas spaudai mokslinis straipsnis	Monika Toleikienė, Žydrė Kadžiulienė, Lina Šarūnaitė	Iki 2025 m. lapkričio mėn. (atlikta)
7.	Rekomendacijų (2 vnt.) parengimas	Monika Toleikienė, Žydrė Kadžiulienė, Lina Šarūnaitė	Iki 2025 m. lapkričio mėn. (atlikta)
8.	Ataskaitos parengimas	Monika Toleikienė, Žydrė Kadžiulienė, Lina Šarūnaitė	Iki 2025 m. lapkričio mėn. (atlikta)

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1.Sorų kilmė, įvairovė, paplitimas, nauda ir auginimas

Sorų kilmė ir įvairovė

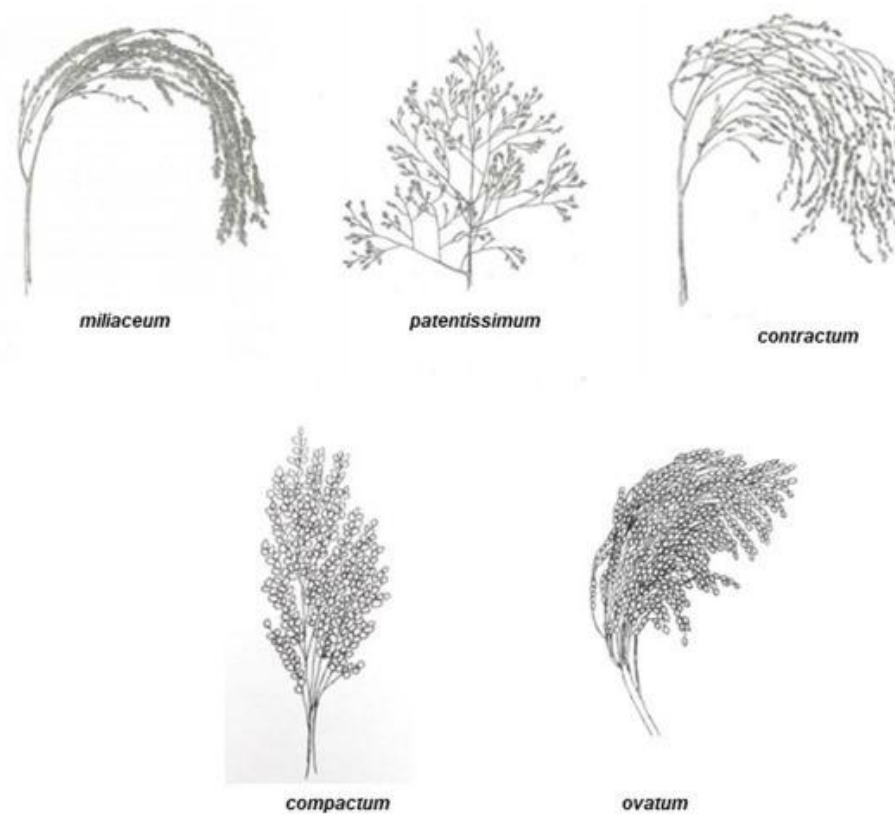
Soros yra vienamečiai kultūriniai augalai, kilę iš Pietryčių Azijos. Tarptautiniame kontekste soros apima įvairių grūdinių kultūrų grupę, įskaitant tikrąją sorą, rykštėtąją sorą, sumatrinę sorą, italinę šerytę, dvispalvį sorgą, sudaninį sorgą, valgomąją rietmenę, varpotąją soruolę, rausvąją pirštūnę, laibąją pirštuotę, grublėtąją ašaruolę, šakotąją briestę, nusvirusiąją briestę ir abisininę posmilgę (1 lentelė)

1 lentelė. Tarptautiniame kontekste soroms priskiriamų augalų įvairovė, jų lietuviški, lotyniški ir angliški pavadinimai

Lietuviškas pavadinimas	Lotyniškas pavadinimas	Angliškas pavadinimas
Tikroji sora (prosas)	<i>Panicum miliaceum</i>	Proso or common millet
Varpotoji soruolė	<i>Pennisetum glaucum</i>	Pearl millet
Italinė šerytė	<i>Setaria italica</i>	Foxtail millet
Valgomoji rietmenė (japoniška sora)	<i>Echinochloa esculenta</i> (A. Braun) H. Scholz	Barnyard millet
Sumatrinė sora	<i>Panicum sumatrense</i>	Little millet
Grublėtoji ašaruolė	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	Kodo millet
Šakotoji briestė (Vėtrūnė)	<i>Brachiaria ramosa</i>	Browntop millet (or dixie signalgrass)
Rausvoji pirštūnė (ir indinė)	<i>Eleusine coracana</i>	Finger millet
Nusvirusioji briestė	<i>Brachiaria deflexa</i>	Guinea millet
Laiboji pirštuotė	<i>Digitaria exilis</i>	White Fonio (hungry rice)
Dvispalvis sorgas	<i>Sorghum bicolor</i>	Sorghum (great millet)
Sudaninis sorgas	<i>Sorghum × drummondii</i> (Nees ex Steud.)	Sorghum Drummondii Sorghum-sudangrass
Abisininė posmilgė	<i>Eragrostis teff</i>	Teff, Williams lovegrass or annual bunch grass
Rykštėtoji sora	<i>Panicum virgatum</i>	Switchgrass

Visi šie augalai pasižymi unikalia žiedyno formos įvairove (1 pav.) ir brandina vertingas smulkias sėklas kurių dalis naudojama žmogaus maistui, dalis gyvūnų pašarui arba kaip žolinis augalas gyvulių ganymui jau 7000 metų. Pasaulyje plačiausiai maistui vartojama varpotoji soruolė, turinti net 8 kartus daugiau geležies nei ryžiai. Panašiu populiarumu pasižymi rausvoji pirštūnė ir dvispalvis sorgas, kuris

užima 5-tąją vietą pagal suvartojimą tarp grūdinių kultūrų pasaulyje. Europoje labiau paplitusios tikroji sora ir italinė šerytė, kurios pagal istorinius duomenis pradėjo plisti kontinente 1500 metų prieš Kristų.



1 pav. Sorų rūšių žiedynai *miliaceum*, *patentissimum*, *contractum*, *compactum* ir *ovatum*, adaptuota iš *Narciso J. O., Nystrom L. (2023)*.

Soros dažniausiai auginamos sausose vidutinio klimato, subtropikų ir atogrąžų regionų vietose (FAO, 2021). Varpotoji soruolė, laiboji pirštuolė ir abisininė posmilgė yra kilusios iš Afrikos, o tikroji sora, italinė šerytė, sumatrinė sora ir grublėtoji ašaruolė kilusios iš Azijos (Fuller, 2014). Yra žinoma, kad tikroji sora ir italinė šerytė yra seniausios iš Azijoje auginamų sorų, netgi senesnės už ryžius, kurios atsirado maždaug prieš 9000 metų Jangdzės slėnyje (Gutaker ir kt., 2020). Ankstyviausi šaltiniai teigia kad tikroji sora ir italinė šerytė adaptuotos prieš 10 000 metų Šiaurės Kinijoje (Lu ir kt., 2009; Zhao, 2011; Diao ir Jia, 2017). Pirmieji maisto globalizacijos etapai prasidėjo maždaug nuo trečiojo tūkstantmečio prieš Kristų pabaigos iki pirmojo mūsų eros tūkstantmečio pradžios (Stevens ir kt. 2016). Per šį laikotarpį per Vidurinę Aziją į Europą pateko nemažai svarbių žemės ūkio augalų iš

Kinijos, Indijos, Afrikos ir Vakarų Azijos. Europoje XIX amžiuje, plačiai auginami kviečiai, ryžiai, kukurūzai, rugiai ir bulvės davė didesnę derlių nei augintos soros, tai vienas iš veiksnių, galėjusių lemti sorų auginimo nuosmukį.

Įprastai sukurtos ir laukinės sorų rūšys yra gyvybiškai svarbūs genetinės variacijos šaltiniai, o tai yra svarbus veiksnys gerinant pasėlius. Genetinės įvairovės praradimas gali būti siejamas su vietinės kilmės šiuolaikinių derlingų veislių naudojimu (Vetriventhan ir kt. 2016). Be to, įprastos veislės tikrųjų sorų auginamos daugiausia natūriniame ūkyje, o tai taip pat sukelia genetinę eroziją. Pasauliniu mastu informacijos apie tikrųjų sorų statistiką ir prekybą yra labai mažai, nes oficialiuose duomenyse jos yra sujungtos su kitomis soromis.

Sorų nauda mitybai ir sveikatai

Soros yra pagrindinis energijos ir baltymų šaltinis ir turi didelę maistinę vertę. Maistingumu soros prilygsta ir lenkia kitus pagrindinius javus, tokius kaip kviečiai, ryžiai ir kukurūzai (2 lentelė). Nors baltymų kiekis panašus į kviečių (sudaro 10-12 proc.), tačiau soros neturi glitimo, bei pasižymi mažu glikeminiu indeksu, todėl gali būti naudojamos diabeto palengvinimui bei kaip dietinis produktas. Soros turi palyginti daug gerųjų polinesočiųjų riebalų, geležies, kalcio, folio rūgšties ir net 6-7 kartus daugiau skaidulų negu kviečiai (Devi ir kt., 2014; Habiyaremye ir kt., 2017).

2 lentelė. Tikrųjų sorų (*Panicum miliaceum* L.) maistinė sudėtis, palyginti su kitomis smulkiosiomis soromis, kviečiais ir ryžiais (100 g), adaptuota iš *Saha ir kt. (2016.)*

Augalo rūšis	Baltymai (g)	Anglia-vandeniai (g)	Riebalai (g)	Łsteliena (g)	Ca (g)	P (g)	Fe (g)
Tikroji sora (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	12,5*	70,4	3,1	14,2	14	206	10,0
Rausvoji pirštūnė (<i>Eleusine coracana</i>)	7,3	72,0	1,3	18,8*	344*	283	3,9
Grublėtoji ašaruolė (<i>Paspalum scrobiculatum</i>)	8,3	65,0	1,4	15,0	27	188	12,0
Italinė šerytė (<i>Setaria italica</i> L.)	12,3	60,9	4,3	14,0	17	220	6,0
Sumatrinė sora (<i>Panicum sumatrense</i>)	7,7	67,0	4,7*	12,2	17	220	6,0
Valgomoji rietmenė (<i>Echinochloa esculenta</i>)	6,2	65,5	2,2	13,7	11	280	15,0*
Paprastasis kvietys (<i>Triticum aestivum</i> L.)	11,8	71,2	1,5	12,9	41	306	3,5
Sėjamasis ryžis (<i>Oryza sativa</i> L.)	6,8	78,2	0,5	5,2	45	160	1,8
*Didesnis kiekis nei pagrindiniuose javuose: kviečiuose ir ryžiuose.							

Iš sorų gaminama duona, košės, sriubos, papildai, sveiki užkandžiai ir saldumynai, sausi pusryčiai, javinukai, ir net alus. Kai kurių veislių sorgų stiebai naudojami cukraus gamyboje. Tačiau soros turi stipresnį skonį nei kviečiai ir ryžiai, kurių skonis švelnus (Anderson ir Martin, 1949). Todėl vartotojai pirmenybę teikia kitiems švelnesnio skonio grūdams nei soroms, kurios maistiniu požiūriu yra pranašesnės. Europoje dažniau soros naudojamos pašarams, nei maistui (Faostat, 2020).

Soros yra be glitimo, idealiai tinka žmonėms, kurie netoleruoja glitimo, tačiau sorų miltų negalima naudoti keptai duonai (Thompson, 2019; Amadou, 2013;). Soros lengvai virškinamos. Jose yra daug lecitino, kuris puikiai palaiko nervų sistemą veiklą, nes padeda atkurti nervų ląstelių funkciją, regeneruoti mielino skaidulas ir intensyvinti smegenų ląstelių metabolizmą. Sorose taip pat gausu mikroelementų, tokių kaip niacinas, B komplekso vitaminai, vitaminas B6 ir folio rūgštis (Hulse ir kt., 1980; Pathak, 2013; Muthamilarasan ir kt., 2016). Saleh ir kt. (2013) nustatė, kad soros yra geri nepakeičiamų aminorūgščių, išskyrus liziną ir treoniną, šaltiniai, tačiau jose yra gana daug metionino (augaliniuose baltymuose metionino dažniausiai nedaug). Soros taip pat turi didesnę riebalų kiekį nei kukurūzai, ryžiai ir sorgai (Obilana ir Manyasa, 2002). Mūsų mitybos įvairinimas – tai priemonė užtikrinti aprūpinimą maistu užtikrinant pakankamą ir subalansuotą mitybą greitai besikeičiančiame pasaulyje ir padeda išvengti daugelio augalinio maisto rūšių išnykimo (2 paveikslas).



2 pav. Tikrosios soros maistinių elementų profilio palyginimas su kitais javais, adaptuota iš *Narciso J. O., Nystrom L. (2023).*

Ekologiškos soros yra neatsiejama ekologiškų maisto produktų dalis, kuriuos mielai perka vartotojai, kurie renkasi sveiką maistą. Stebimas įpatingas šių produktų vartotojimo augimas Šiaurės Amerikos,

Europos ir Azijos šalių zonose. Todėl numatomas pelningas tokių ekologiškų produktų segmentas ateinančiais metais

Sorų auginimas

Nors soros – šilumamėgiai augalai, tačiau prisitaikę augti daugelyje pasaulio šalių, o jų atsparumas aukštai temperatūrai, sausroms bei kitiems ekstremaliems meteorologiniams reiškiniams pritraukia dėmesį klimato kaitos kontekste. Australijoje šie augalai auginami kaip atsparūs audroms. Tačiau soros yra mažai atsparos šalnums, todėl sėjamos vėlyvą pavasarį Gegužės viduryje-pabaigoje. Tikroji sora yra C4 tipo augalas ir gali efektyviai surišti anglį esant sausrai, aukštai temperatūrai ir ribotam azoto ir anglies dioksido kiekiui (Habiyaremye ir kt., 2017). Soros – efektyviai išnaudoja saulės šviesą, tačiau kai kurios rūšys išskirtinai trumpos dienos augalai, kai tuo tarpu Lietuva plyti ilgos dienos zonoje ir turi gan trumpą vegetacinį sezoną. Tačiau genetinė sorų įvairovė suteikia galimybių auginti ir ekonomiškai vystyti soras Lietuvoje, parduodant sėklas maisto sektoriuje arba nišinėse rinkose, skirtose specifiniams profesiniams tikslams. Išvesta daug veislių, kurių grūdų žvynai balti, gelsvi, geltoni, rusvi ar rudi, kartais juosvi.

Soros yra draugiškos aplinkai, nes joms užauginti reikia gerokai mažiau trąšų bei pesticidų. Ypatinga sorų savybė yra labai efektyvus maistinių medžiagų pasisavinimas, užkertantis kelią azoto taršai į atmosferą bei gruntinį vandenį. Soros gali augti skurdžiose dirvose, yra atsparios arba tolerantiškos daugeliui augalų ligų ir kenkėjų.

Tikroji sora yra lengvai auginami javai sėjomainoje. Nepaisant to, kad tikroji sora vis dar plačiai laikomos savidulkiu augalu su natūralaus kryžminio apdulkinimo galimybe (Baltensperger, 2002). Tai trumpos vegetacinės trukmės pasėlis, kurio vegetacija trunka nuo 6 iki 12 savaičių, o vandens poreikis mažas (Vetriventhan ir Upadhyaya, 2018). Vidutinis metinis kritulių kiekis reikalingas soroms yra mažesnis nei 600 mm. Vegetacijos metu vidutinė dienos temperatūra turi būti aukštesnė nei 17 °C, kad soros produktyviai vystytųsi (Hoffmann-Bahnsen, 2004). Soroms taip pat reikia mažai azoto trąšų, jos yra gana atsparios ligoms (Humphrys, 2005). Tikrųjų sorų sėjos ir auginimo terminai puikiai tinka sėjomainoje su žieminiiais javais, tokiais kaip žieminiai kviečiai arba šiltojo sezono plačialapiais augalais, tokiais kaip kukurūzai, sorgai ar saulėgrąžos. Galimos sorų auginimo problemos yra miglinių, vasarinių vienmečių plačialapių ir daugiamečių plačialapių piktžolių konkurencija (Herdrich, 2001). Auginant soras, pesticidai naudojami pasėliams apsaugoti nuo piktžolių, vabzdžių ir ligų, tai per pastaruosius kelis dešimtmečius prisidėjo prie produkcijos padidėjimo (Lee ir kt., 2019). Nors išpurkšti pesticidai gali likti pasėliuose (Fan ir kt., 2021; Wang ir kt., 2021) ir kelti grėsmę žmonių sveikatai (Pirsaheb ir kt., 2019). Kadangi tikrųjų sorų šaknų sistema yra sekli, jos dažnai sėjamos po augalų, kurie turi galias, plačias šaknų sistemas ir gali išseikvoti

vandenį iki 2 m (Baltensperger ir kt., 1995; Lyon ir kt., 2008b). Šis gilus dirvožemio vandens išekvojimas riboja galimybę po tokių augalų auginti kitą giliai išsisknijusį augalą, nebent juodasis pūdymas dirvožemio drėgmei atkurti (Lyon ir kt., 2008a; Ventura ir kt., 2022). Vasarinių vienmečių piktžolių sėklų bankas gali sumažėti beveik 90 %, jei po tikrųjų sorų pasėlio auginami dvejus metus žieminiai javai arba žiemkenčių ir pūdymo laikotarpis (Anderson ir kt., 1999). Vieni naujesnių tyrimai parodė, kad tikrųjų sorų įtraukimas į žieminių kviečių ir pūdymo sėjomainą gali išplėsti ir įvairinti šią sėjomainos sistemą ir suteikti daug naudos. Šie privalumai apima: (1) padeda kovoti su daugiametėmis ir vienametėmis miglinėmis piktžolėmis, (2) atlieka fitosanitarines paslaugas ir (3) išlaiko gilią dirvožemio drėgmę įprastiniams migliniams javams (Lyon ir kt., 2008b; Santra, 2013). Remiantis Rasmussen ir kt. (1998) bei Williams ir kt. (2014), vasariniai javai, apimantis alternatyvius augalus ir pavasarinę sėją, geriau kontroliuoja piktžoles ir ligas, palyginti su pūdymu. Be to, rekomenduojama taikyti pasėlių sistemą, kad išlaikytų dirvožemio organines medžiagas. Be to, tikrosios soros gali būti tarpinis pasėlis, skirtas kompensuoti kviečių derliaus praradimą dėl užšalimo, sausros ar krušos (Baltensperger, 1996). Kadangi tikrosios soros turi seklią šaknų sistemą, o viršutinis dirvožemio profilis virš 90 cm po derliaus nuėmimo yra gana sausas, tačiau gilesnis dirvožemio vanduo yra išsaugotas, kad pavasarį galėtų naudoti žieminių kviečių augalai (Baltensperger ir kt., 1995; McDonald ir kt. al., 2003). Tai pat tyrėjų įvertinta, kad žieminius kviečius pasėjusį tikrųjų sorų ražienas taikant dirvožemio bearimines technologijas, yra mažiau pažeidžiami, nei sodinami į vasarinį pūdymą.

Soros Lietuvoje

Lietuvoje soros auginti pradėtos ne vėliau kaip pirmame mūsų eros tūkstantmetyje (grūdų randama piliakalniuose), o jų grūdai iki šiol vartojami ir parduodami didžiuosiuose prekybos centruose. Lietuvoje auginamos tikrosios soros, italinė šerytė, dvispalviai ir hibridiniai sorgai. Pastaraisiais metais matomas šių kultūrų auginimo mastas. 2020 metais soros buvo auginamos 132-juose hektaruose, o 2023-iaisiais jau 337-juose. 2020 metais sorgai buvo auginami 44-juose hektaruose, o 2023-iaisiais jau 207-juose. Soras auginantys Lietuvoje šiemet deklaravo 32 ūkiniai subjektai, o sorgus – 38. Panašiai ūkininkų augina sojas – 33. Jos populiarumu lenkia kitus netradicinius augalus – lęšius burnočius, avinžirnius, balandas.

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro mokslininkai jau daugelį metų tyrinėja netradicinių augalų rūšių kolekcijas, buvo atliekama sorų selekcija. Institute sukurtos tikrųjų sorų veislės: ‘Rudės’, ‘Gelsvės’, ‘Juosvės’. Šių augalų sėklos atitinkamai rudos, geltonos ir juodai-rudos. Vegetacijos periodas palyginti ilgas – 135-150 d. Derlingumas – 3-5 tonos/ha. Sėklose – 12-13 % baltymų, 4-5 % riebalų. Taip pat LAMMC institute išveistos italinų šeryčių veislės ‘Rudukės’ ir ‘Auksės’.

Vegetacijos periodas – 100-130 d. Sėklos rudos ir auksinės spalvos, beveik perpus smulkesnės už tikrosios soros. Derlingumas – 2-3 t/ha. Sėklose – 14-15 % baltymų ir 4-5 % riebalų.

Siekiant užkirsti kelią senųjų grūdų rūšių išnykimui, reikėtų atlikti šių augalų auginimo ir mitybos tyrimus ir pabrėžti, kad vartotojai pradėtų integruoti šiuos augalus į savo mitybą. Nesant auginimo ir mitybos profilio analizės, ūkininkai atsisako šių kultūrų auginimo, nes trūksta auginimo technologijų rekomendacijų, neturi rinkos jais prekiauti bei populiarinti (Narciso ir Nystrom, 2023).

1.2. Lęšių vertė, paplitimas ir auginimo technologiniai sprendimai

Lęšių nauda ir vertė

Valgomasis lęšis (*Lens culinaris* M.) yra vienas iš pripažintų vienmečių pupinių javų augalų, labai vertinamų ir kaip maistas ir pašaras pasaulyje (Coyne, McGee, 2013; Ghanem et al., 2015). Lęšiai yra svarbus dietinis energijos šaltinis, o juose esantys baltymai turi pakankamai daugumos būtinų aminorūgščių, o taip pat juose yra angliavandenių, skaidulų, fitoestrogenų, mineralų, vitaminų, mikroelementų, antioksidantų junginių (Yadav ir kt., 2007; Joshi ir kt., 2017; Yeo, Shahidi, 2020; Lopes ir kt., 2023) ir kitų sveikatą stiprinančių savybių (Ghanem ir kt., 2015; Gao ir kt., 2021).

Lęšiai - geras priešsėlis vasariniais ar žieminiams javams. Sėjomainos tyrimai rodo, kad lęšių priešsėliai turi tokį patį teigiamą poveikį po jų auginamų javų derliui kaip ir žirniai. Ne vienas tyrimas demonstruoja pupinių naudą, tačiau ji skiriasi tarp rūšių, o tai svarbu žinoti prieš nusprendžiant dėl jų įjungimo/pasirinkimo į pasėlių auginimo sistemas (sėjomainas) (MacWilliam ir kt., 2018; Barbieri ir kt., 2023; Lasisi, Liu, 2023). Kai kurie kitų šalių tyrėjai pastebi, jog ryškesnį teigiamą pupinių javų įtraukimo į sėjomainą atsaką duoda kviečiai nei rapsai, o pavyzdžiui lęšiai labiau padidino po jų augusių kviečių derlių nei avinžirniai ar net žirniai (Liu et al., 2019; Lasisi, Liu, 2023). Dėl savo azotą fiksuojančių savybių lęšiai gali turėti potencialų vaidmenį sėjomainoje, ypač ekologiniuose ūkiuose, leisdami išlaikyti biologinę agroekosistemų pusiausvyrą ir dirvožemio derlingumą, sumažinti azoto trąšų poreikį (MacWilliam ir kt., 2018; Sellami ir kt., 2019; Barbieri ir kt., 2023).

Lęšių paplitimas

Lęšiai yra vienas iš pagrindinių ankštinių augalų Pietų ir Vakarų Azijoje, Šiaurės Afrikoje, Kanadoje, Australijoje ir JAV (Chen ir kt., 2011). Nepaisant to, Lietuvoje (Šiaurės Europoje) lęšių vartojimas stebimas nuo senovės. Nustatyta, kad lęšiai neolito laikais per Kiprą išplito į Pietryčių Europą, o per Dunojų – į Vidurio Europą. Europoje randama lęšių liekanų, datuojamų nuo V tūkstantmečio prieš Kristų (Laghetti et al. 2008). Persikeliant į šiuos laikus, 1999 m. Lietuvoje buvo išvestos dvi vietinės veislės, tačiau jos nebuvo plačiai paplitusios. Centrinėje ir šiaurinėje Europos dalyje žirniai (Pisum

sativum L.) ir pupos (*Vicia faba* L.) yra svarbiausi ankštinių augalų pasėliai, o leščių plotas ūkiuose yra gana mažas (Kraska ir kt., 2020).

Naujausiuose tyrimuose teigiama, kad dėl klimato kaitos lešiai galėtų jau geriau augti Europoje nei vietiniuose regionuose (Sehgal ir kt., 2017; Kraska ir kt., 2020). Augimo metu lešiams nebūtina aukšta temperatūra, tačiau jų brendimo metu reikalinga didesnė (Roy ir kt., 2012), bet labai svarbu kokios sąlygos būna žydėjimo ir brendimo metu (Farooq ir kt., 2017). Kaip ir daugeliui augalų, augimo sąlygos svarbios per visą vegetacijos laikotarpį, o taip pat svarbu pagal galimybes pasirinkti tinkamesnes veisles (Lake ir kt., 2021; Lake, Sadras, 2021). Naujos veislės gali būti labiau pritaikytos Europos klimatui, vietiniams fenologiniams ciklams ir dirvožemio sąlygoms. Auginimo technologijos taip pat turi ženklų įtaką tiek pačių leščių produktyvumui, tiek kitoms naudoms sėjomainoje ir agroekosistemoje ar ūkininkavimo sistemose (Bamber ir kt., 2022; Koskey ir kt., 2023).

Lešiai yra gana vėsaus sezono pasėliai, jautrūs vietiniam fotoperiodui ir vidutiniškai atsparūs aukštai temperatūrai bei sausrui. Erskine ir kt. (1990) ištyrė 231 leščių genotipų augimą aštuoniose skirtingose geografinės šalyse ir nustatė, kad jautrumas fotoperiodui priklauso nuo veislės geografinės kilmės. Dauguma pasėlių, kurių fotoperiodas buvo trumpas, buvo kilę iš atogrąžų, tuo tarpu visi pasėliai su ilgomis dienomis buvo kilę platumose, aukštesnėse nei 30° (Summerfield ir Roberts 1987). Ryškus ilgos dienos atsakas pernelyg vėlintų žydėjimą, o aukštesnėse platumose svarbu, kad žydėjimas būtų atidėtas iki vėlesnio pavasario arba vasaros pradžios, kad būtų galima visiškai išnaudoti auginimo sezoną.

Lietuvos klimatas leščių auginimui – yra palankus. Lietuvos sąlygomis leščių vegetacija trumpa - nuo 96 iki 119 dienų. Todėl daugumą veislių reikia sėti anksti, Balandžio paskutinę dekadą. Lešiai turi neapibrėžtą vystymosi laikotarpį, dažnai žydi tol, kol išlieka palankios augimo sąlygos vegetatyviniam augimui. Todėl sėjos laiko ankstinimas, prailgina pirmines vystymosi stadijas ir augalas sukaupia didesnę sėklų derlių.

Leščių auginimo technologiniai sprendimai

Technologiniai sprendimai atlieka svarbų vaidmenį formuojant skirtingų leščių veislių derliaus komponentus vietinės aplinkos sąlygomis (Toleikienė ir kt., 2021). Yra žinoma, kad sėjos data turi įtakos augalų vystymuisi ir augimui, o tai savo ruožtu turi įtakos galutiniam derliui. Sėklų derlių galima optimizuoti derinant pasėlių vystymosi etapus su sezoniniais temperatūros pokyčiais (Singh ir kt., 2009) ir kritulių kiekiu (Siddique ir kt., 1998).

Lešiai geriausiai tinka dirvožemiams, kurių pH lygis 6.0-8.0. Toleruoja sausras, bet netoleruoja dirvožemio užmirkimo. Sėjos data turėtų būti kuo ankstesnė, kuomet vidutinė dirvožemio paviršiaus

paros temperatūra pasiekia daugiau nei $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lęšių daigai gali atlaikyti nedidelę vėlyvą pavasario šalną, o augalams nušalus – jie gali atželti. Lęšiams būdinga gana sekli šaknų sistema, todėl rekomenduojamas lęšių sėjimo gylis yra 3–5 cm. Įprastinis augalų tankumas turi siekti 160 augalų/m^2 . Panašiomis augimo ypatybėmis pasižymi įvairių spalvų lęšiai: žalieji, raudonieji, rudieji, juodieji, margieji. Be spalvos lęšiai skiriasi ir savo dydžiu ir grupuojami į smulkiasėklius ($<45\text{ g per }1000\text{ sėklų}$) arba stambiasėklius ($>50\text{ g per }1000\text{ sėklų}$). Plačiausiai maistui naudojami – raudonieji lęšiai. Augalo aukštis priklausomai nuo veislės svyruoja tarp 20-75 cm. Didesniems augalams ir pernelyg tankiam pasėliui gresia išgulimas. Lęšiai kuliami Rugsjūčio mėnesį. Lęšių sėklos yra jautrios mechaniniams pažeidimams derliaus nuėmimo metu. LAMMC tyrimuose buvo nustatyta kad vidutinis lęšių derlingumas siekia 1578 kg ha^{-1} . Šis vidurkis yra artimas didžiausią lęšių produkciją eksportuojančios Kanados ūkiuose užauginamų lęšių derliui - 1660 kg ha^{-1} . Tuo metu Vokietijoje gaunamas vidutinis 1252 kg ha^{-1} derlius, Lenkijoje - 1163 kg ha^{-1} .

Lęšiai, užkrėsti tinkamu *Rhizobium* bakterijų štamu, gali užfiksuoti reikšmingą dalį azoto poreikio iš oro. Kad tai įvyktų, sėkla arba sėklą supantis dirvožemis turi būti inokuliuoti. Kadangi lęšiams tinka tų pačių štamų bakterijos kaip ir žirniams, tai Lietuvos sąlygomis auginami lęšiai savaime sudaro simbiozę su dirvožemiuose jau paplitusiomis gumbelius formuojančiomis bakterijomis. Tačiau šiam efektui paskatinti galima naudoti komercinius bakterinius preparatus su *Mesorhizobium ciceri* bakterijų rūšimi. Didžiausia azoto fiksacijos nauda gaunama, jei turimo dirvožemio azoto kiekis yra mažas, o dirvožemio drėgmė ir temperatūra sėjos metu yra palanki. Lęšiai efektyviai fiksuoja azotą simbiozėje su bakterijomis, todėl tręšti azoto trąšomis jų nebūtina. Tačiau lęšių augalams reikalingas fosforas ir siera, ypač tuose dirvožemiuose, kur jų kiekiai mažesni.

Lęšiai yra jautrūs marui, šaknų puviniiui ir antraknozei, todėl nereikėtų lęšių sėti dažniau nei kas trečius metus toje pačioje srityje. Sklerotininis stiebo puvinys gali plisti, jei lęšiai seka kitus jautrius plačialapius augalus, tokius kaip rapsai, saulėgrąžos, garstyčios ar žirniai.

Lęšiai mažai konkurencingi piktžolių atžvilgiu, todėl labai svarbu pasirinkti lauką, kuriame nėra gausu piktžolių, nes nėra lęšiams registruotų herbicidų. Lęšiai yra jautrūs net kai kuriems ankstesniais metais naudotų herbicidų likučiams dirvožemyje. Lęšiai silpnai konkuruoja su piktžolėmis, nes lėtai vystosi ir augimo pradžioje turi mažą lapiją (Ratnam ir kt., 2011; Dhupaar ir kt., 2013). Taikant cheminę piktžolių kontrolę lęšių piktžolėtumą galima sumažinti ir tuo pat padidinti lęšių derlių (Dhupaar ir kt., 2013; Redlick ir kt., 2017). Tačiau tai ne visose ūkininkavimo sistemose įmanoma naudoti, be to, cheminių preparatų aplinkosauginiu ir maisto saugos aspektais vertėtų vengti. Kai kurių tyrimai rodo, jog sėjos laiko vėlinimas yra labai veiksmingas piktžolių mažinimui, o kai kurie, jog neturi jokio poveikio arba kartais net padidina piktžolių biomasę. Tai rodo, kad sėjos laikas, kaip piktžolių kontrolės veiksnys, dažnai priklauso nuo vietos sąlygų ir sietinas su temperatūros ir kritulių potencialu. Didesnis pasėlių tankumas gali būti veiksminga priemonė piktžolėms mažinti, taigi ir

lęšių derliui bei sėklų kokybei pagerinti (Kraska ir kt., 2020). Dirvožemio sąlygos, klimatinės sąlygos daug lemia auginant lęšius (Liberal ir kt., 2023). Daug įvairiausių veiksnių vienu metu veikia lęšių augimą ir kol kas labai sunku išgauti stabilesnį produktyvumą (Reif ir kt., 2021; Toleikienė ir kt., Jene ir kt., 2022).

Piktžolių naikinimui ir geresniam derliui užtikrinti labiau pasiteisina siauri įprastiniai tarpueiliai - 12,5 cm. Didesniems stambiasėkliams augalams gali būti naudojami ir 25 cm tarpueiliai. Taip pat ekologinėmis sąlygomis galima lęšius akėti, tačiau efektyviausia piktžolių kontrolė išlieka – mechaninis/ rankinis piktžolių ravėjimas.


Įprastinėmis sąlygomis gali būti naudojami aklonifeno ir pendimentalino herbicidai kuriems nustatytas geras efektyvumas naikinant piktžoles, bei mažas fitotoksiškumas lęšių augalams. Priešingai, MCPB ir bentazonas pasireiškia dideliu fitotoksiškumu.

Lęšiai kaip baltymų šaltinis yra seniai žinomas, tačiau jų auginimu šiauresnėmis pedo-klimatinėmis sąlygomis didesniuose komerciniuose plotuose iki šiol mažai domėtasi. Pastaruoju metu vis labiau domina augalininkystės ūkių savininkus, norinčius išplėsti pupinių augalų asortimentą savo ūkiuose, o kartu plėsti pupinių augalų naudojimą bei gerinti socioekonominę aplinką. Mūsų šalyje tyrimų įvairiais lęšių auginimo klausimais nėra daug, todėl norint pasiruošti efektyviam ir platesniam jų naudojimui sėjomainose, reikia įvairių agrotechnologinių tyrimų.

2. TYRIMO OBJEKTAS, METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimo objektai

Tyrimai atliekami su dviem aukštos mitybinės vertės augalais – valgomuoju lęšiu (*Lens culinaris*) (3 paveikslas) ir tikrąja sora (*Panicum miliaceum*) (4 paveikslas).

Mokslinė klasifikacija	
<p><u>Karalystė:</u> <u>Augalai</u> (<i>Plantae</i>)</p> <p><u>Skyrius:</u> <u>Magnolijūnai</u> (<i>Magnoliophyta</i>)</p> <p><u>Klasė:</u> <u>Magnolijainiai</u> (<i>Magnoliopsida</i>)</p> <p><u>Poklasis:</u> <u>Erškėčiažiedžiai</u> (<i>Rosidae</i>)</p> <p><u>Eilė:</u> <u>Pupiečiai</u> (<i>Fabales</i>)</p> <p><u>Šeima:</u> <u>Pupiniai</u> (<i>Fabaceae</i>)</p> <p><u>Pošeimis:</u> <u>Faboideae</u> (<i>Faboideae</i>)</p> <p><u>Gentis:</u> <u>Lęšis</u> (<i>Lens</i>)</p> <p><u>Rūšis:</u> <u>Valgomasis lęšis</u> (<i>Lens culinaris</i>)</p>	 A detailed botanical illustration of the lentil plant (Lens culinaris). The drawing shows two main stems with pinnate leaves and climbing tendrils. Various parts are labeled with letters: 'A' for the whole plant, 'B' for a single leaflet, 'C' for a flower, 'D' for a seed pod (silicle), and 'E' for a seed. The illustration is rendered in a classic scientific style with fine lines and shading to show texture and depth. The background is a light, aged paper color.

3 pav. Valgomojo lęšio mokslinė klasifikacija ir sandara

Mokslinė klasifikacija

Karalystė: Augalai
(*Plantae*)

Skyrius: Magnolijūnai
(*Magnoliophyta*)

Klasė: Lelijainiai
(*Liliopsida*)

Poklasis: Lelijaziedžiai
(*Liliidae*)

Šeima: Migliniai
(*Poaceae*)

Gentis: Sora
(*Panicum*)

Rūšis: Tikroji sora
(*Panicum miliaceum*)



4 pav. Tikrosios soros mokslinė klasifikacija ir sandara

Tyrimo metodai

Siekiant ištirti lęšių ir sorų derliaus formavimosi ypatumus bei adaptacinius gebėjimus planuojama įrengti lauko eksperimentus LAMMC Žemdirbystės Instituto teritorijose (3 lentelė).

Tyrimas remsis ir senesnių metų tyrimų šaltiniais, siekiant palyginti duomenis ir pateikti ilgamečiais tyrimais grįstas išvadas bei rekomendacijas (4 lentelė).

3 lentelė. Planuojami įrengti lauko eksperimentai LAMMC Žemdirbystės Instituto teritorijose

Tyrimo objektas	Lęšiai	Soros
1 uždavinys	Įvertinti Europos šalyse auginamų lęšių ir sorų genotipų galimybes augti Lietuvos klimatinėmis sąlygomis bei atrinkti labiausiai prisitaikiusias veisles.	
Uždaviniui įgyvendinti numatomi eksperimentai	1. Lęšių veislių tyrimas LE01 (2023) – ekologinėmis sąlygomis auginamos įvairios	3. Sorų veislių tyrimas Sora01 (2023) – mūsų klimato zonoje atrinktų ir prisitaikiusių tikrųjų sorų veislių palyginimas su

	<p>Europos ir Lietuvos rinkoje prieinamos lęšių veislės</p> <p>2. Lęšių veislių tyrimas LE02 (2024) - ekologinėmis sąlygomis auginamos įvairios Europos ir Lietuvos rinkoje prieinamos lęšių veislės</p>	<p>panašios paskirties mažagrūdžiais augalais: italine šeryte ir dvispalviu sorgu.</p> <p>4. Sorų genotipų atranka Sora02 (2023-2024) – įvairių Europos ir pasaulio tikrųjų sorų genotipų testavimas; mūsų klimatui tinkamų sorų veislių atranka reguliuojamomis klimato sąlygomis</p> <p>5. Sorų veislių tyrimas Sora03 (2024-2025) - reguliuojamomis klimato sąlygomis atrinktų genotipų bei Europos rinkoje prieinamų sorų veislių testavimas lauko sąlygomis</p>
2 uždavinys	Pasiūlyti pagrindinius lęšių ir sorų auginimo technologinius sprendimus ekologinėmis ir įprastinėmis ūkininkavimo sąlygomis.	
Uždaviniui įgyvendinti numatomi eksperimentai	<p>1. Lęšių technologijų tyrimas ekologinėmis sąlygomis LE03 (2023) - technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksny – įvairūs biostimuliantai ir simbiotinių Rhizobium genties bakterijų štamai.</p> <p>2. Lęšių technologijų tyrimas LE04 (2023) - technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksny – dvinariai pasėliai.</p> <p>3. Lęšių technologijų tyrimas LE05 (2024) - technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksny – dvinariai pasėliai.</p> <p>4. Lęšių technologijų tyrimas įprastinėmis sąlygomis LE06 (2025) – technologinių sprendimų</p>	<p>6. Sorų technologijų tyrimas Sora04 (2024) – technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant atrinktas, Europos rinkoje prieinamas sorų veisles. Veiksny – sėjos laikas.</p> <p>7. Sorų technologijų tyrimas Sora05 (2024) – technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant atrinktas, Europos rinkoje prieinamas sorų veisles. Veiksny – tręšimo norma.</p> <p>8. Sorų technologijų tyrimas Lietuvos ūkiuose Sora06 (2024-2025) – atrinktų sorų veislių testavimas skirtingomis agroklimatinėmis Lietuvos sąlygomis, įprastiniuose ir ekologiniuose ūkiuose.</p>

	testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksny – tręšimo norma.	
--	--	--

4 lentelė. Senesnių metų tyrimai ir kiti šaltiniai duomenų analizei

Tyrimo objektas	Lęšiai	Soros
2 uždaviniui įgyvendinti	2018 – 2022 metų duomenys iš LAMMC vykdytų tyrimų ekologinėje žemės ūkio sistemoje	2018 – 2022 metų duomenys iš LAMMC vykdytų tyrimų ekologinėje žemės ūkio sistemoje
2 uždaviniui įgyvendinti	2018 – 2020 metų duomenys iš LAMMC vykdytų tyrimų įprastinėje žemės ūkio sistemoje	-
1 ir 2 uždaviniui įgyvendinti	2005 – 2009 metų selekciniai darbai ir tyrimai LAMMC	2005 – 2009 metų sorų selekciniai darbai ir tyrimai LAMMC
1 uždaviniui įgyvendinti	Lietuvos duomenų bazių ir ūkininkų duomenys	Lietuvos duomenų bazių ir ūkininkų duomenys
1 ir 2 uždaviniui įgyvendinti	Literatūros analizė ir užsienio partnerių duomenų analizė	Literatūros analizė ir užsienio partnerių duomenų analizė

5 lentelė. Sorų veislių tyrimas Sora01 (2023) – mūsų klimato zonoje atrinktų ir prisitaikiusių tikrųjų sorų veislių palyginimas su panašios paskirties mažagrūdžiais augalais: italine šeryte ir dvispalviu sorgu.

Eil. nr.	Rūšis	Veislė
1	Tikroji sora	Gelsvė
2	Tikroji sora	Bright star
3	Italinė šerytė	Yellow lily
4	Italinė šerytė	Red rose
5	Dvispalvis sorgas	Aker
6	Dvispalvis sorgas	Hariri
7	Dvispalvis sorgas	Korkolo
8	Dvispalvis sorgas	Sudan-1
9	Dvispalvis sorgas	Tabat

6 lentelė. Sorų genotipų atranka Sora02 (2023-2024) – įvairių Europos ir pasaulio tikrųjų sorų genotipų testavimas; mūsų klimatui tinkamų sorų veislių atranka reguliuojamomis klimato sąlygomis

Eil. nr.	Numeris tyrime	Genotipo numeris	Porūšis	Kilmės šalis (kodas)	Registrijos metai	Veislės pavadinimas
1	1	PAN 1	convar. miliaceum var. cinereum	POL	1962----	Strzeleckie Zielone
2	2	PAN 2	convar. compactum var. compactum	POL	1962----	Strzeleckie Czerwone
3	3	PAN 3	convar. miliaceum var. miliaceum	POL	1963----	----
4	4	PAN 4	convar. miliaceum var. nigrum	POL	1963----	----
5	6	PAN 6	convar. miliaceum var. fulvastrum	DEU	1963----	----
6	9	PAN 9	convar. compactum var. astrachanicum	TUR	1982----	----
7	13	PAN 13	convar. compactum var. compactum	DEU	1984----	----
8	18	PAN 18	convar. contractum var. atrum	FRA	1948----	----
9	19	PAN 19	convar. contractum var. album	ROU	1949----	----
10	21	PAN 21	convar. contractum var. atrum	ROU	1970----	----
11	22	PAN 22	convar. contractum var. atrum	CHN	1958----	----
12	23	PAN 23	convar. contractum var. fatyg	BGR	1954----	----
13	24	PAN 24	convar. contractum var. aureum	DEU	1948----	----
14	25	PAN 25	convar. contractum var. aureum	SUN	1965----	Dolinskoe 86
15	27	PAN 27	convar. contractum var. aureum	DEU	1950----	----
16	28	PAN 28	convar. contractum var. cremeum	DEU	1984----	----
17	29	PAN 29	convar. contractum var. cremeum	DEU	1950----	----
18	31	PAN 31	convar. contractum var. griseum	DEU	1950----	----
19	32	PAN 32	convar. contractum var. luteum	DDR	1948----	----
20	33	PAN 33	convar. contractum var. luteum	DEU	1970----	----
21	34	PAN 34	convar. contractum var. luteum	CHE	1948----	----
22	36	PAN 36	convar. contractum var. luteum	ROU	1949----	----

23	41	PAN 41	convar. contractum var. aureum	DEU	1954----	----
24	42	PAN 42	convar. contractum var. sanguineum	DEU	1948----	----
25	44	PAN 44	convar. miliaceum var. cinereum	DEU	1952----	----
26	46	PAN 46	convar. miliaceum var. cinereum	HUN	1951----	----
27	48	PAN 48	convar. contractum var. luteum	DEU	1970----	----
28	53	PAN 53	convar. compactum var. densum	SUN	1965----	Veselopodoljansk oe 367
29	54	PAN 54	convar. contractum var. fatyg	POL	1962----	Gierczyckie
30	55	PAN 55	convar. contractum var. aureum	DEU	1969----	Bernburger Rispen
31	56	PAN 56	convar. contractum var. griseum	UZB	1971----	----
32	58	PAN 58	convar. contractum var. subsanguineum	HUN	1975----	----
33	59	PAN 59	convar. contractum var. luteum	CSK	1977----	----
34	60	PAN 60	convar. contractum var. sanguineum	CSK	1977----	----
35	63	PAN 63	convar. contractum var. aureum	CZE	1979----	----
36	65	PAN 65	convar. contractum var. fatyg	POL	1979----	----
37	67	PAN 67	convar. contractum var. atrocastaneum	POL	1979----	----
38	77	PAN 77	convar. contractum var. album	DEU	1981----	----
39	80	PAN 80	convar. contractum var. sanguineum	DEU	1992----	----
40	84	PAN 84	convar. miliaceum var. badium	MNG	1986----	----
41	90	PAN 90	convar. contractum var. luteum	ITA	1989----	----
42	91	PAN 91	convar. contractum var. atrocastaneum	AUT	1990----	----
43	92	PAN 92	convar. miliaceum var. badium	DEU	1990----	----
44	94	PAN 94	convar. miliaceum var. miliaceum	ITA	1990----	Miglio
45	736	PAN 736	convar. contractum var. atrocastaneum	POL	1985----	----
46	737	PAN 737	convar. contractum var. griseum	POL	1985----	----
47	738	PAN 738	convar. miliaceum var. badium	CZE	1985----	----

48	891	PAN 891	convar. contractum var. sanguineum	USA	1994----	USA 1
49	892	PAN 892	convar. contractum var. ochroleucom	BLR	1994----	Orlowskij Karlik
50	896	PAN 896	convar. contractum var. fatyg	UKR	1994----	Solnecnoe 427
51	897	PAN 897	convar. contractum var. ochroleucom	UKR	1994----	Belgorodskoe 1
52	901	PAN 901	convar. compactum var. compactum	UKR	1994----	Lipeckoe 19
53	909	PAN 909	convar. miliaceum var. miliaceum	ROU	1994----	Mei
54	914	PAN 914	convar. compactum var. densum	POL	1991----	----
55	917	PAN 917	convar. contractum var. subluteum	POL	1990----	----
56	948	PAN 948	convar. contractum var. luteum	POL	1962----	----
57	950	PAN 950	convar. contractum var. atrocastaneum	HR	1963----	----
58	998	PAN 998	convar. contractum var. sanguineum	UKR	1963----	----
59	1287	PAN 1287	convar. contractum var. atrocastaneum	GEO	1963----	Petvi
60	1288	PAN 1288	convar. contractum var. luteum	GEO	1982----	Petvi

7 lentelė. Sorų veislių tyrimas Sora03 (2024) - reguliuojamomis klimato sąlygomis atrinktų genotipų bei Europos rinkoje prieinamų sorų veislių testavimas lauko sąlygomis, bei palyginimas su kitais mažagrūdžiais augalais.

Eil. nr.	Var. nr.	Rūšis	Veislė	Kilmės šalis
1	10	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva
2	11	Tikroji sora	Bright star	Danija
3	12	Tikroji sora	Kronberger	Vokietija
4	22	Tikroji sora	Lisa	Austrija
5	23	Tikroji sora	Juosvės	Lietuva
6	24 I	Tikroji sora	Rudės	Lietuva
7	S58	Tikroji sora	PAN 58	Vengrija
8	S737	Tikroji sora	PAN 737	Lenkija
9	S897	Tikroji sora	PAN 897	Ukraina
10	S901	Tikroji sora	PAN 901	Ukraina
11	S914	Tikroji sora	PAN 914	Lenkija
12	S917	Tikroji sora	PAN 917	Lenkija
13	S948	Tikroji sora	PAN 948	Lenkija
14	S950	Tikroji sora	PAN 950	Vengrija
15	S998	Tikroji sora	PAN 998	Ukraina

7 lentelės tęsinys

Eil. nr.	Var. nr.	Rūšis	Veislė	Kilmės šalis
16	25	Italinė šerytė	Yellow lily	Danija
17	26	Italinė šerytė	Red rose	Danija
18	27 I	Italinė šerytė	Rudukės	Lietuva
19	27 II	Italinė šerytė	Auksės	Lietuva
20	28	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 13	Olandija
21	29	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 15	Olandija
22	30	Dvispalvis sorgas	Dusormil HD22	Olandija
23	31	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 16	Olandija
24	32	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 17	Olandija
25	33	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 18	Olandija
26	40	Dvispalvis sorgas	ORYZ-2	Ukraina

8 lentelė. Sorų technologijų tyrimas Sora04 (2024) – technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant atrinktas, Europos rinkoje prieinamas sorų veisles. Veiksny – sėjos laikas.

Var. Nr.	Rūšis	Veislė	Kilmės šalis	Veiksnys	Sėjos data
1	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	I sėja	Balandžio 15 d.
2	Tikroji sora	Bright star	Danija	I sėja	Balandžio 15 d.
3	Tikroji sora	Kronberger	Austrija/Vokietija	I sėja	Balandžio 15 d.
4	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	II sėja	Balandžio 30 d.
5	Tikroji sora	Bright star	Danija	II sėja	Balandžio 30 d.
6	Tikroji sora	Kronberger	Austrija/Vokietija	II sėja	Balandžio 30 d.
7	Tikroji sora	Gelsvė	Lietuva	III sėja	Gegužės 7 d.
8	Tikroji sora	Bright star	Danija	III sėja	Gegužės 7 d.
9	Tikroji sora	Kronberger	Austrija/Vokietija	III sėja	Gegužės 7 d.
10	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	IV sėja	Gegužės 14 d.
11	Tikroji sora	Bright star	Danija	IV sėja	Gegužės 14 d.
12	Tikroji sora	Kronberger	Austrija/Vokietija	IV sėja	Gegužės 14 d.
13	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	V sėja	Gegužės 22 d.
14	Tikroji sora	Bright star	Danija	V sėja	Gegužės 22 d.
15	Tikroji sora	Kronberger	Austrija/Vokietija	V sėja	Gegužės 22 d.

9 lentelė. Sorų technologijų tyrimas Sora05 (2024) – technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant atrinktas, Europos rinkoje prieinamas sorų veisles. Veiksny – tręšimo norma.

Eil. nr.	Var. Nr.	Rūšis	Veislė	Kilmės šalis	Sėklos norma	Tręšimo norma N kg/ha
1	16	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	25 kg/ha	27 kg N/ ha
2	17	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	25 kg/ha	36 kg N/ ha
3	18	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	25 kg/ha	45 kg N/ ha
4	19	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	25 kg/ha	54 kg N/ ha
5	20	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	25 kg/ha	63 kg N/ ha
6	21	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	25 kg/ha	72 kg N/ ha

10 lentelė. Sorų technologijų tyrimas Lietuvos ūkiuose Sora06 (2024-2025) – atrinktų sorų veislių testavimas skirtingomis agroklimatinėmis Lietuvos sąlygomis, įprastiniuose ir ekologiniuose ūkiuose

Eil. nr.	Rajonas	Veislė	Lauko plotas	Ūkio tipas	Dirvožemio tipas
1	Plungės	Kronberger	Lietuva	ekologinis	lengvo priemolio nepasotintas balkšvažemis
2	Plungės	Lisa	Danija	ekologinis	lengvo priemolio nepasotintas balkšvažemis
3	Pasvalio	Kronberger	Vokietija	įprastinis	sunkaus priemolio glėjiškas rudžemis
4	Pasvalio	Lisa	Austrija	įprastinis	sunkaus priemolio glėjiškas rudžemis
5	Pasvalio	Gelsvės	Lietuva	įprastinis	sunkaus priemolio glėjiškas rudžemis
6	Kėdainių	Gelsvės	Lietuva	ekologinis	priesmėlis, karbonatingas rudžemis
7	Kėdainių	Bright star	Danija	ekologinis	priesmėlis, karbonatingas rudžemis
8	Kėdainių	Kronberger	Vokietija	ekologinis	priesmėlis, karbonatingas rudžemis
9	Kėdainių	Lisa	Austrija	ekologinis	priesmėlis, karbonatingas rudžemis
10	Kėdainių	Juosvės	Lietuva	ekologinis	priesmėlis, karbonatingas rudžemis
11	Kėdainių	Rudės	Lietuva	ekologinis	priesmėlis, karbonatingas rudžemis
12	Alytaus	Gelsvės	Lietuva	įprastinis	lengvo priemolio pasotintas balkšvažemis
13	Alytaus	Rudės	Lietuva	įprastinis	lengvo priemolio pasotintas balkšvažemis
14	Utenos	Kronberger	Vokietija	ekologinis	lengvas pasotintas smėlžemis
15	Utenos	Gelsvės	Lietuva	ekologinis	lengvas pasotintas smėlžemis
16	Utenos	Rudės	Lietuva	ekologinis	lengvas pasotintas smėlžemis

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras ateinančius tris metus prisidėdamas prie sorų metų misijos aktyviai dalinsis naujienomis ir žiniomis šia tema, organizuos seminarus ir lauko dienas skirtas soroms ir sorgams, o svarbiausia – kviečia ūkininkus ir augintojus jungtis į sorų augintojų tinklą. Šio tinklo ūkininkų patirtys bus naudojamos atliekant duomenų analizę ir apžvalgą.



5 pav. Atrinktų sorų veislių testavimas skirtingomis agroklimatinėmis Lietuvos sąlygomis, įprastiniuose ir ekologiniuose ūkiuose 2024-2025 metais. Bandymų vietos Lietuvoje: Pasvalio (V1), Alytaus (V2), Kėdainių (V3), Utenos (V4) ir Plungės (V5) rajonai (vietos pažymėtos ženklais). (ūkiai pažymėti ženklu ▼)

11 lentelė. Lęšių veislių tyrimas 2023-2025 metais – ekologinėmis sąlygomis auginamos įvairios Europos ir Lietuvos rinkoje prieinamos lęšių veislės

Eil. Nr.	Rūšis	Veislė
1	Lęšiai	Smėlinukai
2	Lęšiai	Diskiai
3	Lęšiai	Green
4	Lęšiai	Beluga
5	Lęšiai	Rajan
6	Lęšiai	Späth Alpinse Nr. 1
7	Lęšiai	Delta
8	Lęšiai	Samos

12 lentelė. Lęšių technologijų tyrimas ekologinėmis sąlygomis LE03 (2023) - technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksny – įvairūs biostimuliantai ir simbiotinių Rhizobium genties bakterijų štamai.

Eil. Nr.	Rūšis	Veislė	Biostimuliantas
1	Lęšiai	Samos	Ne
2	Lęšiai	Samos	Bactolive
3	Lęšiai	Samos	Rhizofix 30
4	Lęšiai	Samos	Blue-N
5	Lęšiai	Samos	15ZE

13 lentelė. Lęšių technologijų tyrimas LE04 (2023) - technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksny – dvinariai pasėliai.

Eil. Nr.	Rūšis nr. 1	Rūšis nr. 2
1	Lęšiai	-
2	Lęšiai	Žieminiai kviečiai
3	-	Žieminiai kviečiai
4	Lęšiai	Žieminiai rugiai
5	-	Žieminiai rugiai
6	Lęšiai	Vasariniai miežiai
7	-	Vasariniai miežiai
8	Lęšiai	Avižos
9	-	Avižos
10	Lęšiai	Pupos
11	-	Pupos

14 lentelė. Lęšių technologijų tyrimas LE05 (2024) - technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksnyss – dvinariai pasėliai.

Eil. Nr.	Rūšis nr. 1	Rūšis nr. 2
1	Lęšiai	-
2	Lęšiai	Žieminiai kviečiai
3	-	Žieminiai kviečiai
4	Lęšiai	Žieminiai rugiai
5	-	Žieminiai rugiai
6	Lęšiai	Vasariniai miežiai
7	-	Vasariniai miežiai
8	Lęšiai	Avižos
9	-	Avižos
10	Lęšiai	Vasariniai kviečiai
11	-	Vasariniai kviečiai

15 lentelė. Lęšių technologijų tyrimas įprastinėmis sąlygomis LE06 (2025) – technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksnyss – tręšimo norma.

Variantai	Rūšis	Tręšimas
1	Lęšiai	-
2	Lęšiai	21 kg N /ha
4	Lęšiai	42 kg N /ha
5	Lęšiai	60 kg P /ha
6	Lęšiai	108 kg K/ ha
7	Lęšiai	60 kg P /ha 108 kg K/ ha
8	Lęšiai	21 kg N /ha 60 kg P /ha 108 kg K/ ha
9	Lęšiai	42 kg N /ha 60 kg P /ha 108 K/ ha

Atliekamos analizės

Stebimas vystymasis, nustatomi augimo tarpsniai pagal BBCH skalę visiems ekologinių bandymų augalams. Javų daigų skaičius ir produktyvus tankumas bus nustatytas kiekviename variante 0,25 m² dydžio stacionariose aikštelėse. Vegetacijos metu vertinama antžeminės biomasės žalias ir sausas svoris. Bandymuose matuojama fluorescencija, chlorofilo kiekis žydėjimo metu. Vertinamas piktžolėtumas ir piktžolių naikinimo efektyvumas. Analizuojant pavyzdžius bus nustatytas sėklų skaičius ir masė, šiaudų masė, sausosios medžiagos grūduose, baltymų kiekis, angliavandenių kiekis bei 1000 grūdų masė. Prieš derliaus dorojimą iš stacionarių aikštelių bus surauti augalų pėdai. Analizuojant pėdus bus nustatyta ankštis/varpos grūdų skaičius ir masė, šiaudų ir grūdų/pupų santykis. Kūlimo metu svorio metodu bus nustatytas grūdų/pupelių derlius skirtinguose variantuose. Sausosioms medžiagoms grūduose/pupose, kokybės rodikliams bei grūdų masei nustatyti kūlimo metu bus paimta 1,0 kg dydžio bandiniai.

Stebimas vystymasis, vertinamas fotosintezės intensyvumas - fluorescencija, chlorofilo kiekis, vertinamas piktžolėtumas ir piktžolių naikinimo efektyvumas, piktžolių rūšinė sudėtis ir skaičius, atliekami augalų biometriniai matavimai, derlius, derliaus kokybiniai rodikliai.

Dirvožemio kokybė bus analizuojama nustatant cheminę sudėtį (pH, N_{sum.}, C_{org.}, judrieji P ir K) (4 lentelė). Ėminiai bus paimti iš dirvožemio lauko eksperimentų įrengimo metais pavasarį. Per tyrimų laikotarpį mineralinio azoto (N_{min.}) koncentracija dirvožemyje bus nustatyta kelis kartus. Azoto koncentracijos dirvožemyje ir organinėje medžiagoje bus nustatomos N-Kjeldalio metodu.

Vėliau, bandymų metu gauti duomenys bus apdoroti statistiškai. Naudojant statistinę variantų analizę (ANOVA) bus tikrinami duomenų normalumas, pasiskirstymas. „*Studento t*“ testo pagalba vertinamas skirtumų reikšmingumas. Daugiakriterinės analizės būdu bus įvertintas azoto fiksacijos efektyvumas skirtinguose tyrimų variantuose. Rezultatai pavaizduoti lentelių ir grafikų pagalba.

Tyrimo vieta

2023-2025 metais lauko eksperimentai bus įrengti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro teritorijoje Dotnuvos seniūnijoje, 2 tipų, ekologinės ir įprastinės, ūkinės paskirties dirvožemiuose. 2023 metais buvo įrengti veislių tyrimų eksperimentai ekologiniame lauke Akademijoje (55°24' N, 23°51' E), karbonatiniame giliau glėjiškame (vidutinio sunkumo) priemolio rudžemyje (*Endocalcaric Epigleyic Cambisol (Drainic, Loamic)*) (WRB, 2014). Dirvožemio pH_{KCl} 6,6, humuso 3,3 proc., bendrojo azoto 0,128 proc., judriojo P₂O₅ 97,1 mg kg⁻¹, judriojo K₂O 272,3 mg kg⁻¹.

2023 ir 2024 metais ekologinės žemdirbystės sistemoje bandymai įrengti atsižvelgiant į tiriamuosius veiksnius (5 - 15 lentelės).

Meteorologinės sąlygos

Dotnuva. 2023 metų pavasaris prasidėjo regionui netipiška aukšta temperatūra (9 lentelė).

Balandžio pirmąjį dešimtadienį vyravo permainingi ir vėjuoti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 0,3 °C aukštesnė nei norma (norma 4,9 ° C). Šalčiausia buvo balandžio 3 naktį, kai žemiausia oro temperatūra nukrito iki -2,7 ° C, o šilčiausia buvo balandžio 10 dieną, kai aukščiausia oro temperatūra pakilo iki 19,4° C. Kritulių iškrito 9,4 mm, tai sudarė 97% normos (norma 14 mm). Dirvos džiuvo ir dešimtadienio pabaigoje sušilo iki 11 ° C. Balandžio antrąjį ir trečiąjį dešimtadienį vyravo šilti, ir saulėti orai. Gegužės pirmąjį dešimtadienį kritulių nebuvo (norma 13 mm). Visą dešimtadienį užfiksuotos šalnos dirvos paviršiuje iki -5.7 ore ir iki -2.1 dirvos paviršiuje. Lęšiai nuo šalnų nenukentėjo. Gegužės antrąjį dešimtadienį dirvos sušilo iki 14 – 18 °C, vyravo šilti orai, palankus metas sėti soras. Nors kritulių iškrito 9,6 mm (norma 16 mm), soroms gražiai sudygti – pakako. Birželį vyravo šilti bet sausi orai. Birželio pirmąjį dešimtadienį kritulių iškrito 4,3mm (norma 14 mm)...Birželio 6 dieną užfiksuota šalna dirvos paviršiuje iki -1,8 °C žalos augalams nepadare. Liepos mėnesį vyravo šilti ir sausi orai. Vidutinė oro temperatūra buvo artima normai (norma 18,3°C). Rugsjūčio pirmąjį dešimtadienį vyravo drėgni ir šilti orai. Rugsjūčio antrąjį dešimtadienį vyravo karšti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 4,2 °C aukštesnė nei norma (norma 17,5°C).. Rugsėjo pirmąjį dešimtadienį vyravo sausi ir šilti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 2,4 °C aukštesnė nei norma (norma 13,9°C). Vėsiausia buvo rugsėjo 8 naktį, kai žemiausia oro temperatūra nukrito iki 6,6 °C, o karščiausia buvo rugsėjo 10 dieną, kai aukščiausia oro temperatūra pakilo iki 25,0°C. Kritulių iškrito 2,0 mm (norma 17 mm). Dirvos atvėso iki 17° C, Drėgmės atsargos sparčiai mažėjo.

16 lentelė. Meteorologinės sąlygos augalų vegetacijos laikotarpiu, 2023 m.

Mėnuo	Dotnuvos meteorologijos stotis									
	Vidutinė mėnesio temperatūra C°				1924– 2023 vidurkis	Kritulių vidurkis per mėnesį mm				1924– 2023 vidurkis
	Dešimtadienis			Per mėn.		Dešimtadienis			Per mėn.	
I	II	III	I		II	III				
Balandis	5.2	10.1	10.1	8.3	6,0	9.4	15.2	4.1	28.7	36,9
Gegužė	8.0	14.3	15.4	12.7	12,4	0.0	9.6	0.0	9.6	51,8
Birželis	14.6	18.5	19.2	17.4	15,9	4.3	13.9	15.3	33.5	62,6
Liepa	17.1	18.9	17.1	17.7	17,8	21	7.5	20.2	48.7	75,9
Rugsjūtis	18.9	21.7	19.0	19.9	16,9	39	0.8	56.4	96.2	74,0
Rugsėjis	16.3	16.9	16.5	16.6	12,2	2.0	1.6	5.0	8.6	50,0

2024 metų Balandžio mėnesį vyravo šilti ir vėjuoti orai. Pirmąjį dešimtadienį vidutinė oro temperatūra buvo 6,2 °C aukštesnė nei norma (norma 4,9 ° C). Šalčiausia buvo balandžio 4 naktį, kai žemiausia oro temperatūra nukrito iki -0,1 ° C, o šilčiausia buvo balandžio 9 dieną, kai aukščiausia oro temperatūra pakilo iki 26,7° C. Kritulių iškrito 8,4 mm (norma 14 mm). Dirvos šilo

iki 10° C. Balandžio antrąjį dešimtadienį vyravo permainingi orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 0,7°C aukštesnė nei norma (norma 6,4°C). Šalčiausia buvo balandžio 16 naktį, kai žemiausia oro temperatūra nukrito iki -1,5 ° C, o šilčiausia buvo balandžio 11 dieną, kai aukščiausia oro temperatūra pakilo iki 14,7° C. Kritulių iškrito 17,9 mm (norma 11 mm). Balandžio 16 ir 20 fiksuota šalnos iki -1,5° C, -0,7° C ore ir iki -5,6° C ir -1,5° C dirvos paviršiuje. Balandžio trečiąjį dešimtadienį vidutinė oro temperatūra buvo 1,4°C žemesnė nei norma (norma 9,5°C). Kritulių iškrito 33.1 mm (norma 11 mm). Balandžio 23 dieną susidarė sniego danga iki 8 cm, 24-tą dieną nutirpo. Balandžio 23 ir 26 fiksuotos šalnos iki -0,3 ° C, -0,6° C ore ir balandžio 21, 23, 24, 26, 27 iki -3,2° C ir -5,4° C dirvos paviršiuje. Saulė spindėjo 54 val. trumpiau nei norma.

Gegužės mėnesį vyravo šilti orai. Pirmąjį dešimtadienį vidutinė oro temperatūra buvo 0,7 °C aukštesnė nei norma (norma 11,4 ° C). Kritulių iškrito 11,8 mm (norma 13 mm). Gegužės 8 dieną užfiksuota šalna dirvos paviršiuje ik. -3,1 ° C . Gegužės antrąjį dešimtadienį vyravo šilti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 1,5 °C aukštesnė nei norma (norma 12,9 °C). Gegužės 12 užfiksuota šalna dirvos paviršiuje iki -1,7 ° C. Kritulių iškrito nedaug, tik 1,7mm (norma 16mm). Dirvos sparčiai džiūvo ir drėgmės atsargos mažėjo. Gegužės trečiąjį dešimtadienį vidutinė oro temperatūra buvo 5,7°C aukštesnė nei norma (norma 13,9 °C). Šalnų nebefiksuojama. Vėsiausia buvo 28 paros naktį, kai žemiausia oro temperatūra nukrito iki 10,6 ° C, o karščiausia buvo tai pat 28 dieną, kai aukščiausia oro temperatūra pakilo iki 29,5° C. Kritulių iškrito 17,7mm (norma 19 mm). Dirvos sušilo iki 20-21 °C. Saulė spindėjo 66 valandomis ilgiau nei norma. Birželio mėnesį vyravo šilti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo aukštesnė nei norma. Kritulių iškrito gausiau palyginus su norma. Dirvos šilo iki 19 -23 °C. Birželio 9 dieną užfiksuotas liūtinis lietus kuomet prilijo 10,9mm. Birželio antrąjį dešimtadienį kritulių iškrito pusė normos 10,8mm (norma 22 mm). Birželio trečiąjį dešimtadienį vyravo karšti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 4,1 °C aukštesnė nei norma (norma 16,3°C). Saulė spindėjo 22 valandas ilgiau nei norma. Liepos pirmąjį dešimtadienį vidutinė oro temperatūra buvo 1,5 °C aukštesnė nei norma (norma 17,7°C). Kritulių iškrito 6,4 mm (norma 16 mm). Dirvos šilo iki 22-27 °C ir dėl sausų orų greitai džiūvo, drėgmės atsargos mažėjo. Liepos trečiąjį dešimtadienį vidutinė oro temperatūra buvo 1,3 °C aukštesnė nei norma (norma 18,4°C). Kritulių iškrito 110,2 mm, tai sudarė 424 % normos (norma 26 mm). Dirvos šilo iki 24-25 ° C, drėgmės atsargos pasipildė. Liepos 29 dieną užfiksuota liūtis, kuomet prilijo 55,7 mm kritulių. Saulė spindėjo 58 val. mažiau nei norma.

Rugpjūčio pirmąjį dešimtadienį vyravo drėgni ir šilti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 0,6 °C aukštesnė nei norma (norma 18,6°C). Kritulių iškrito 10,4 mm, tai sudarė 61% (norma 17 mm).

Rugpjūčio antrąjį dešimtadienį vyravo sausi ir šilti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 2,2 °C aukštesnė nei norma (norma 17,5°C). Kritulių iškrito 10,4 mm, tai sudarė 61% (norma 17 mm).

Rugpjūčio trečiąjį dešimtadienį vyravo sausi ir šilti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 2,2 °C

aukštesnė nei norma (norma 17,3°C). Kritulių iškrito 4,3 mm, (norma 26 mm). Rugsėjo pirmąjį dešimtadienį vyravo sausi ir šilti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 5,3°C aukštesnė nei norma (norma 13,9°C). Rugsėjo antrąjį dešimtadienį vyravo karšti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 6 °C aukštesnė nei norma (norma 11,9°C). Kritulių iškrito 38,4 mm (norma 15 mm). Dirvos atvėso iki 17° C. Drėgmės atsargos pasipildė po liūtis, kuomet prilijo 22,6 mm. Rugsėjo trečiąjį dešimtadienį vyravo šilti orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 5,6 °C aukštesnė nei norma (norma 10,9°C). Kritulių iškrito 5,1 mm (norma 14 mm). Dirvos atvėso iki 10° C. Rugsėjo 30 dieną užfiksuota šalna dirvos paviršiuje iki -3,2° C.

17 lentelė. Meteorologinės sąlygos augalų vegetacijos laikotarpiu, 2024 m.

Mėnuo	Dotnuvos meteorologijos stotis										
	Vidutinė mėnesio temperatūra C°				1924– 2024 vidurkis	Kritulių vidurkis per mėnesį mm					1924– 2024 vidurkis
	Dešimtadienis			Per mėn.		Dešimtadienis			Per mėn.		
I	II	III	I		II	III					
Balandis	10,6	7,1	8,1	8,6	6,0	8,4	17,9	33,1	59,4	37,1	
Gegužė	12,1	14,4	19,6	15,5	12,4	11,8	1,7	17,7	31,2	51,6	
Birželis	16,8	16,5	20,4	17,9	15,9	19,2	10,8	5,1	35,1	62,3	
Liepa	19,2	21,2	19,7	20,0	17,8	6,4	31,0	72,8	110,2	76,2	
Rugpjūtis	19,2	19,7	19,7	19,5	16,9	10,4	9,1	4,3	23,8	73,5	
Rugsėjis	19,2	17,9	14,5	17,2	12,3	0,4	38,4	5,1	43,9	50,0	

2025 metų balandžio mėnesį vyravo permainingi, bet gana šilti orai. Pirmąjį dešimtadienį vidutinė oro temperatūra siekė 4,7 °C, tai 1,4 °C žemesnė nei daugiametė norma (6,1 °C). Antrojo dešimtadienio metu orai pastebimai sušilo – vidutinė oro temperatūra pakilo iki 12,6 °C, o trečiąjį dešimtadienį išliko šilti – 10,2 °C. Mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 9,1 °C, tai 3,0 °C aukštesnė už daugiametę normą (6,1 °C). Per pirmąjį balandžio dešimtadienį iškrito 9,5 mm, per antrąjį – 6,6 mm, o per trečiąjį – 3,4 mm kritulių. Iš viso per mėnesį jų iškrito 19,5 mm, daugiametė norma (36,9 mm). Kritulių iškrito mažiau nei įprastai, todėl mėnuo buvo sausokas. 2025 m. balandis buvo šiltesnis už 2023 m. ir vėsesnis už 2024 m., o kritulių iškrito mažiau nei abiem ankstesniais metais. Gegužės mėnesį vyravo vėsesni nei įprasta orai. Pirmąjį dešimtadienį vidutinė oro temperatūra buvo 7,4 °C, antrąjį – 8,9 °C, o trečiąjį – 14,2 °C. Vidutinė mėnesio oro temperatūra siekė 10,3 °C, tai yra 2,1 °C žemesnė nei daugiametė norma (12,4 °C). Per pirmąjį gegužės dešimtadienį iškrito 5,7 mm, per antrąjį – 20,1 mm, o per trečiąjį – 18,3 mm kritulių. Iš viso per mėnesį jų iškrito 44,1 mm, daugiametė norma (51,5 mm). Kritulių kiekis buvo artimas daugiametei normai, todėl mėnuo laikytinas vidutiniškai drėgnu. Palyginti su 2023 ir 2024 metais, 2025 m. gegužė buvo vėsesnė ir drėgnesnė – ankstesniais metais orai buvo šiltesni, o kritulių iškrito mažiau nei šiame. Birželio mėnesį vyravo gana šilti ir drėgni orai. Vidutinė mėnesio oro temperatūra siekė 15,5 °C, tai 0,4 °C žemiau daugiametės normos (15,9 °C). Pirmojo ir antrojo dešimtadienių metu oro temperatūra svyravo apie

15–16 °C, trečiąjį – išliko panaši. Per pirmą birželio dešimtadienį iškrito 42,6 mm kritulių, per antrą – 15,1 mm, o per trečią – 28,4 mm. Iš viso per mėnesį iškrito 86,1 mm kritulių, daugiametė norma (62,5 mm). Birželis buvo lietingas – kritulių kiekis gerokai viršijo įprastą normą. Lyginant su 2023 ir 2024 metais, 2025 m. birželis buvo šiek tiek vėsesnis, tačiau drėgnesnis už abiejų metų birželį. Liepos mėnesį vyravo šilti ir labai drėgni orai. Vidutinė mėnesio oro temperatūra siekė 19,0 °C, tai 1,1 °C aukštesnė nei daugiametė norma (17,9 °C). Pirmojo dešimtadienio metu vidutinė oro temperatūra buvo 18,1 °C, antrojo – 19,4 °C, o trečiojo – 19,6 °C. Per pirmą liepos dešimtadienį iškrito 8,8 mm kritulių, per antrą – 51,8 mm, o per trečią – net 90,9 mm. Iš viso per mėnesį jų iškrito 151,5 mm, daugiametė norma (77,0 mm). Liepa buvo labai lietinga – kritulių iškrito beveik dvigubai daugiau nei įprasta. Lyginant su 2023 ir 2024 metais, 2025 m. liepa buvo šiltesnė ir drėgnesnė, nes ankstesniais metais kritulių iškrito mažiau. Rugpjūčio mėnesį vyravo gana šilti orai. Vidutinė mėnesio oro temperatūra siekė 16,5 °C, tai 0,4 °C žemiau daugiametės normos (16,9 °C). Pirmojo dešimtadienio metu vidutinė oro temperatūra buvo 17,7 °C, antrojo – 17,5 °C, o trečiojo – 14,6 °C. Per pirmą rugpjūčio dešimtadienį iškrito 10,5 mm kritulių, per antrą – 1,0 mm, o per trečią – 7,8 mm. Iš viso per mėnesį jų iškrito 19,3 mm, daugiametė norma (73,0 mm). Rugpjūtis buvo sausesnis – kritulių iškrito mažiau nei įprasta. Lyginant su 2023 ir 2024 metais, 2025 m. rugpjūtis buvo vėsesnis ir sausesnis, nes ankstesniais metais vyravo šiltesni ir drėgnesni orai. Rugsėjo mėnesį vyravo šilti ir gana sausi orai. Pirmojo dešimtadienio metu vidutinė oro temperatūra siekė 19,3 °C, antrojo – 16,4 °C, o trečiojo – 10,9 °C. Vidutinė mėnesio oro temperatūra buvo 15,5 °C, tai 3,2 °C aukštesnė nei daugiametė norma (12,3 °C). Rugsėjis buvo gerokai šiltesnis nei įprasta. Per pirmą rugsėjo dešimtadienį iškrito vos 0,8 mm kritulių, per antrą – 29,1 mm, o per trečią – 0,8 mm. Iš viso per mėnesį jų iškrito 30,7 mm, daugiametė norma (49,8 mm). Pagal kritulių kiekį rugsėjis buvo sausesnis, nors antrojo dešimtadienio metu vietomis pasitaikė trumpalaikių lietu. Lyginant su 2023 ir 2024 metais, 2025 m. rugsėjis buvo šiltesnis ir sausesnis, nes ankstesniais metais nustatytos žemesnės temperatūros ir gausesni krituliai.

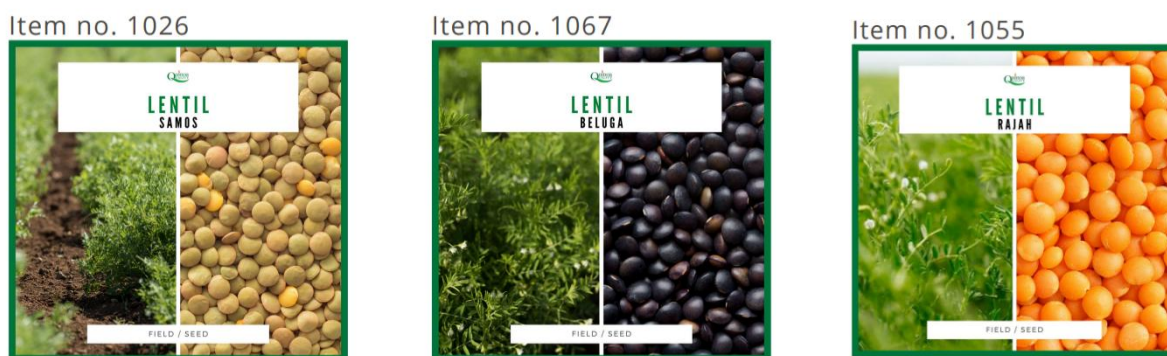
18 lentelė. Meteorologinės sąlygos augalų vegetacijos laikotarpiu, 2025 m.

Mėnuo	Vidutinė mėnesio temperatūra C°				1924– 2024 vidurkis	Kritulių vidurkis per mėnesį mm				
	Dešimtadienis			Per mėn.		Dešimtadienis			Per mėn.	1924– 2024 vidurkis
	I	II	III			I	II	III		
Balandis	4,7	12,6	10,2	9,1	6,1	9,5	6,6	3,4	19,5	36,9
Gegužė	7,4	8,9	14,2	10,3	12,4	5,7	20,1	18,3	44,1	51,5
Birželis	15,6	15,6	15,5	15,5	15,9	42,6	15,1	28,4	86,1	62,5
Liepa	18,1	19,4	19,6	19,0	17,9	8,8	51,8	90,9	151,5	77,0
Rugpjūtis	17,7	17,5	14,6	16,5	16,9	10,5	1,0	7,8	19,3	73,0
Rugsėjis	19,3	16,4	10,9	15,5	12,3	0,8	29,1	0,8	30,7	49,8

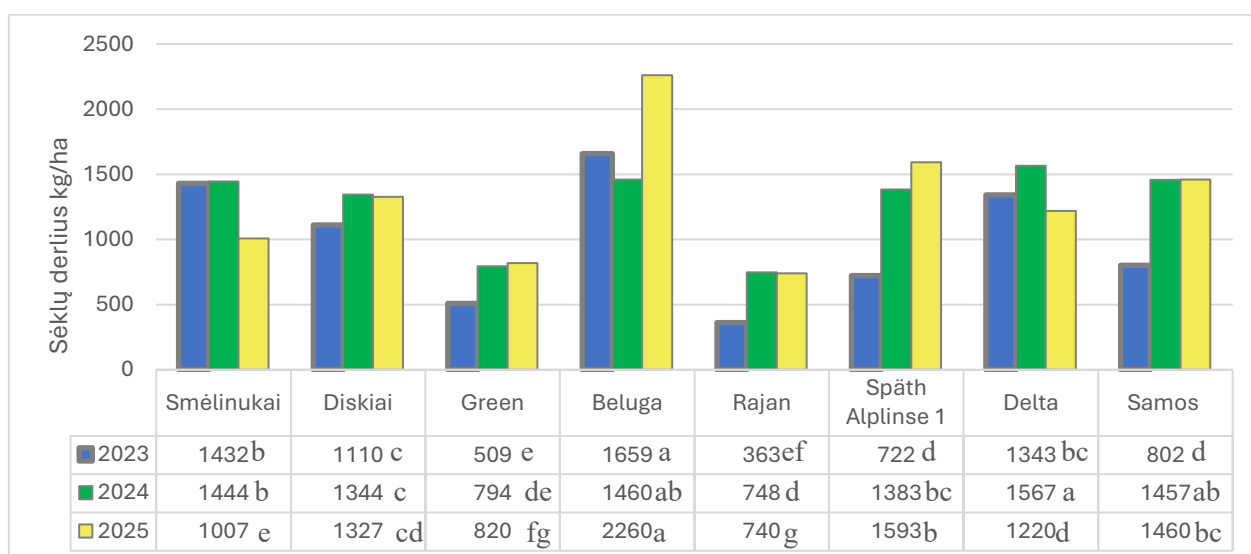
3. REZULTATAI

3.1. Europos šalyse auginamų lęšių veislių galimybės augti Lietuvos klimatinėmis sąlygomis įvertinimas bei labiausiai prisitaikiusių veislių atranka

Lęšių veislių tyrimas. 2023-2025 metais buvo sėtos 8 Europoje populiarios lęšių veislės, smulkiasėklės ir stambiasėklės, žalios, juodos ir raudonos spalvos sėklomis (pavyzdys žemiau)



2023 metais didžiausiu derliumi iš tirtų veislių pasižymėjo Beluga veislės juodieji lęšiai, kurių derlius siekė vos 1659 kg ha⁻¹ (6 pav.). Antroje vietoje liko lietuviška smulkiasėklių lęšių veislė Smėlinukai, o trečiojoje - stambiasėkliai žalieji lęšiai Delta, kurių derliai 2023 metais siekė atitinkamai 1432 ir 1343 kg ha⁻¹. Mažiausiu derlingumu pasižymėjo raudonieji lęšiai Rajah, kurių derlius siekė vos 363 kg ha⁻¹.

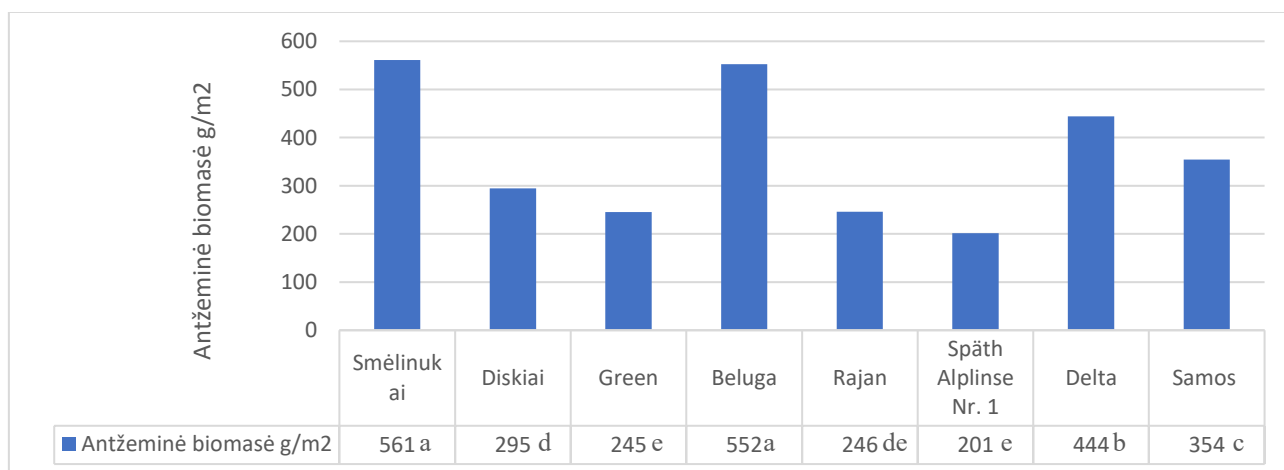


6 paveikslas. Valgomojo lęšio skirtingų veislių sėklų derlius, kg ha⁻¹ Akademija, 2023-2024 m., raidės abcde... žymi statistškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės p<0,005.

2024 metais Beluga veislės juodųjų lęšių derlių nežymiai viršijo stambiasėkliai žalieji lęšiai Delta. Taip pat panašiu derlingumu pasižymėjo lietuviškos lęšių veislės Smėlinukai ir Diskiai, vokiška veislė Spath Alpinse ir Samos (6 pav.). Mažiausiu derlingumu pasižymėjo daniškos veislės raudonieji lęšiai Rajah ir žalieji lęšiai Green.

2025 metais didžiausiu derlingumu vėl išsiskyrė beluga veislės lęšiai. Lietuviškąsias žalios spalvos veisles derliumi kiek viršijo Spath Alpinse 1 ir Samos veislės. Tačiau jų derlingumas nesiskyrė reikšmingai tais metais.

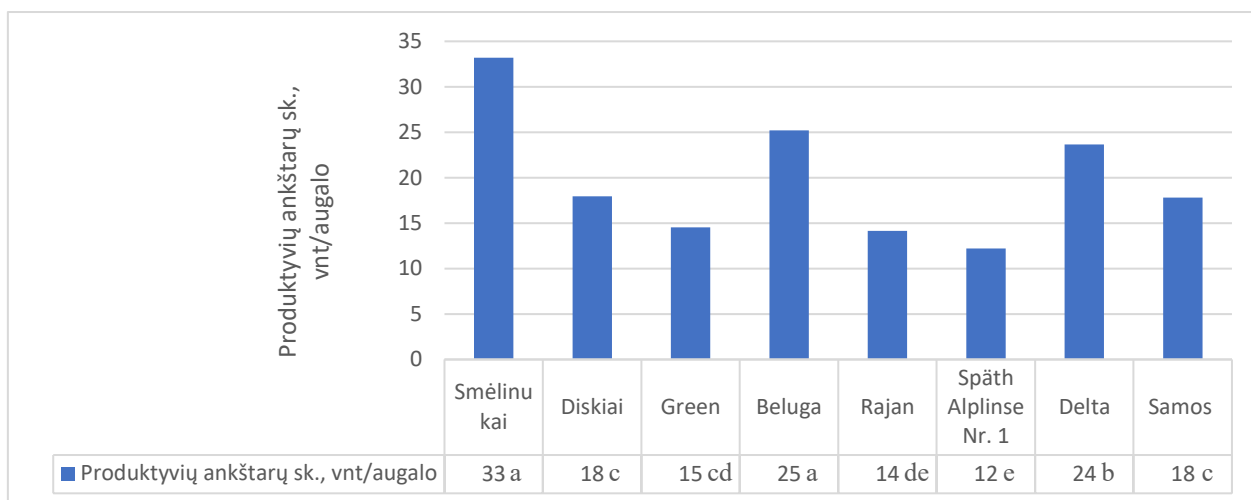
Biologiniai lęšių parametrai. Lietuviška smulkiasėklių lęšių veislė Smėlinukai savo užauginta antžemine biomase aplenkė didžiausiu derliumi iš tirtų veislių pasižymėjusią Beluga veislę ir sukauptė 561 g m⁻² svorį (7 pav.).



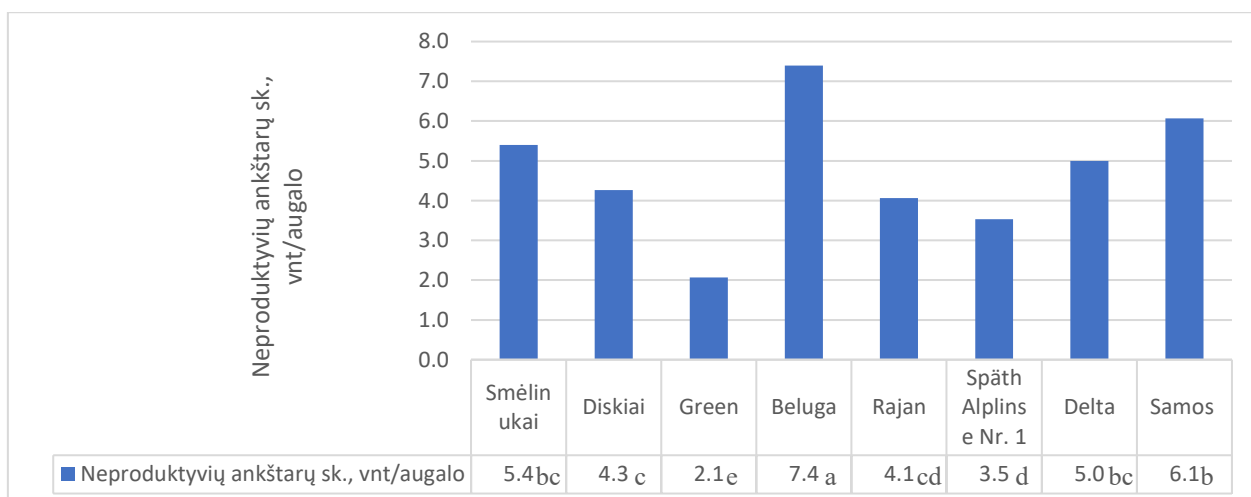
7 paveikslas. Valgomojo lęšio skirtingų veislių sukaupta antžeminė biomasa, g m⁻² Akademija, 2023. raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės p<0,005.

Vienas iš aplinkos abiotinių stresų efektų lęšiams yra ankštųjų formavimo gebos mažinimas. Pagal gebėjimą suformuoti produktyvias, sėklą duodančias ankštaras sprendžiama apie lęšių vystymosi ypatumus (8 pav.). Bendrai lęšiai ant augalo suformavo vidutiniškai nuo 12 iki 33 ankštųjų. Kitame grafike matome, kad neproduktyvių ankštųjų kiekis vyravo tarp 2,1 ir 7,4. Šie abu rodikliai koreliavo tarpusavyje ir daugiausiai produktyvių ankštųjų suformavę lęšiai turėjo ir daugiausiai neproduktyvių ankštųjų (9 pav.). Todėl neproduktyvių ankštųjų skaičius būtų siejamas su didesniu produktyvumu, o ne su nepalankiomis klimato sąlygomis ar veislės negebėjimu prisitaikyti prie aplinkos sąlygų. Tačiau nėra įprasta, kad smulkiasėkliai lęšiai produktyvumu lenktų stambiasėklus. Smulkiasėkliai lęšiai formuoja mažesnius augalus, lapiją, įprastai generuoja šiek tiek mažiau biomasės, fiksuoja mažiau azoto ir išgauna mažesnę fotosintezės efektyvumą. Tačiau, esant sausiems

ir šiltiems orams, smulkias sėklas ir lapus formuojantys lęšiai suvartoja ir išgarina mažiau vandens, efektyviau panaudoja resursus. Šiais metais gavome būtent šį efektą.

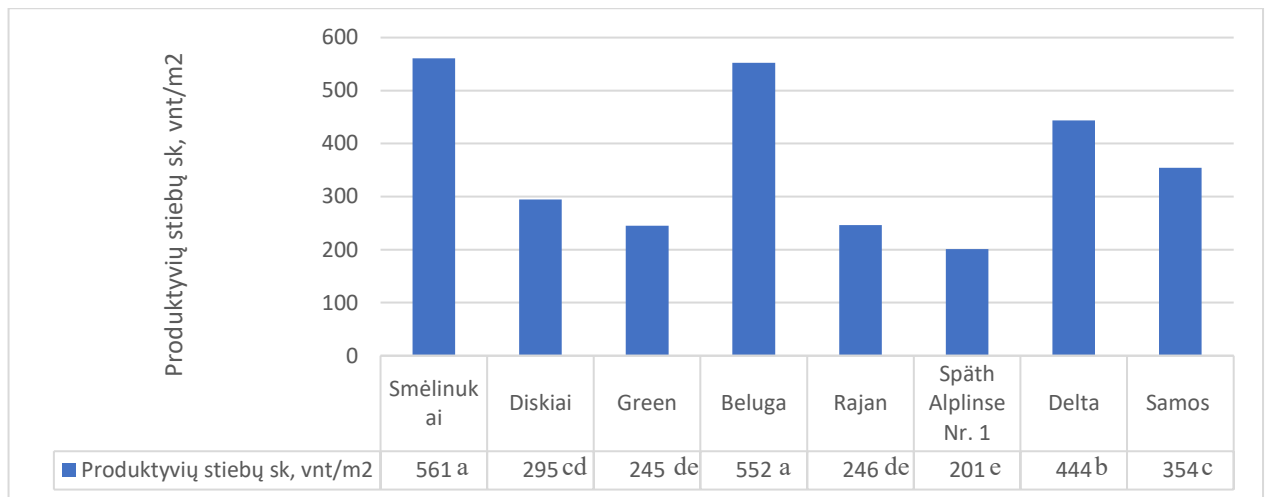


8 paveikslas. Valgomojo lęšio skirtingų veislių produktyvių ankštarių skaičius ant augalo, Akademija, 2023 m., raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.



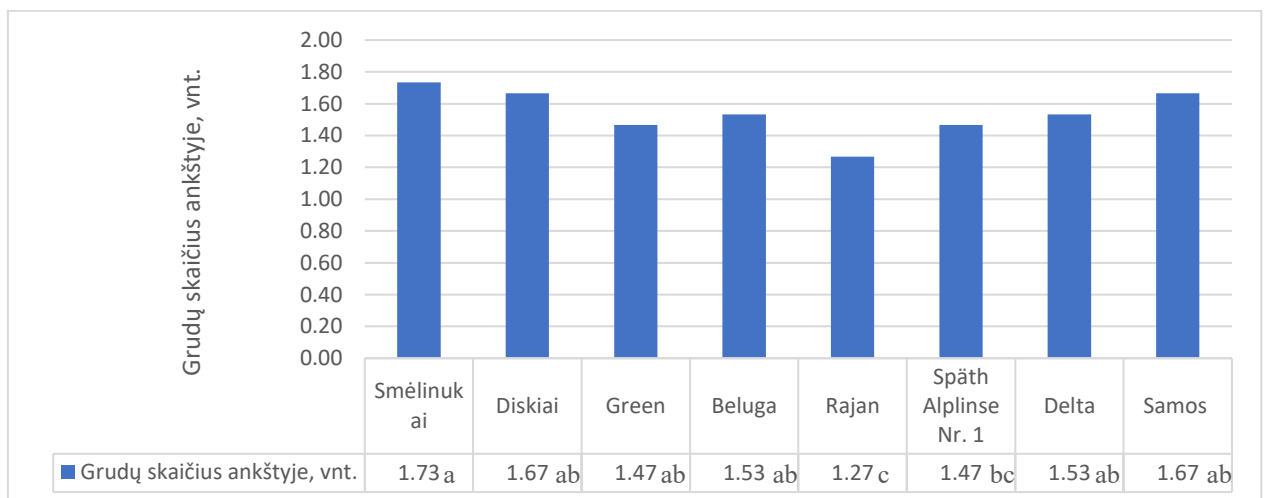
9 paveikslas. Valgomojo lęšio skirtingų veislių produktyvių ankštarių skaičius ant augalo, Akademija, 2023 m., raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.

Valgomojo lęšio skirtingų veislių produktyvių stiebų skaičius jų dalies atspindi lęšių derlingumo tendencijas. Veislės Smėlinukai ir Beluga suformavo daugiausiai produktyvių stiebų. Vidutinišku stiebų gausumu pasižymėjo Delta ir Samos lęšiai. Lyginant veisles užauginusias mažiausiai produktyvių stiebų, panašu, kad tendencijos šiek tiek skyrėsi. Mažiausiu derliumi pasižyminti Rajah veislė suformavo nemažiau produktyvių stiebų nei veislės Green ir Späth Alplins.



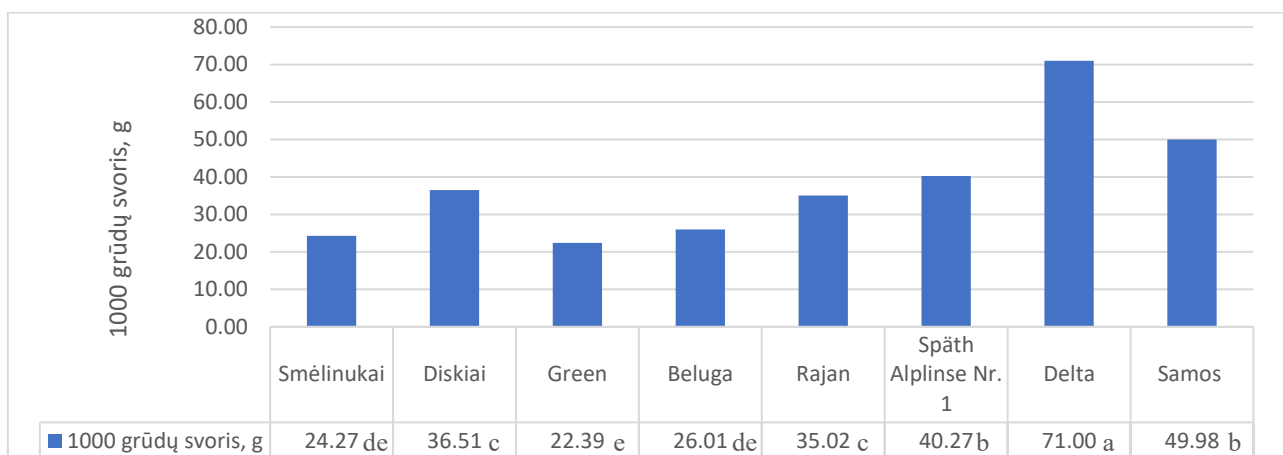
10 paveikslas. Valgomojo lėšio skirtingų veislių produktyvių stiebų skaičius m^{-2} , Akademija, 2023 m. raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.

Įprastai lėšiai ankštyse suformuoja 1 arba 2 sėklas. Lėšiai, kurie geba dažniau ankštyse suformuoti dvi nei vieną sėklas, geba sukaupti didesnę sėklų derlių. Tarp tirtų veislių, dažniau po dvi sėklas pasitaikė Smėlinukų, Diskių ir Samos veislių lėšių augalų ankštyse (11 pav.).



11 paveikslas. Valgomojo lėšio skirtingų veislių grūdų skaičius ankštyje, vnt., Akademija, 2023 m., raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.

Kadangi skirtingos lėšių veislės fiziologiškai formuoja skirtingo dydžio sėklas, nėra tikslinga lyginti jų sėklų svorį tarpusavyje (12 pav.). Prasmės būtų lyginti tos pačios veislės sėklas, taikant skirtingas pasėlio priežiūros priemones. Lyginant skirtingų veislių potencialų dydį ir svorį pasiektą praėjusiais metais, pastebima, kad žalieji lėšiai Green nepasiekė savo potencialo šių metų sąlygomis. Visos kitos veislės pasiekė įprastą joms dydį, o Smėlinukai savo įprastame sėklos svorio diapazone pasiekė aukštutinę ribą.



12 paveikslas. Valgomojo lęšio skirtingų veislių 1000 grūdų svoris, g. Akademija, 2023 m., raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.

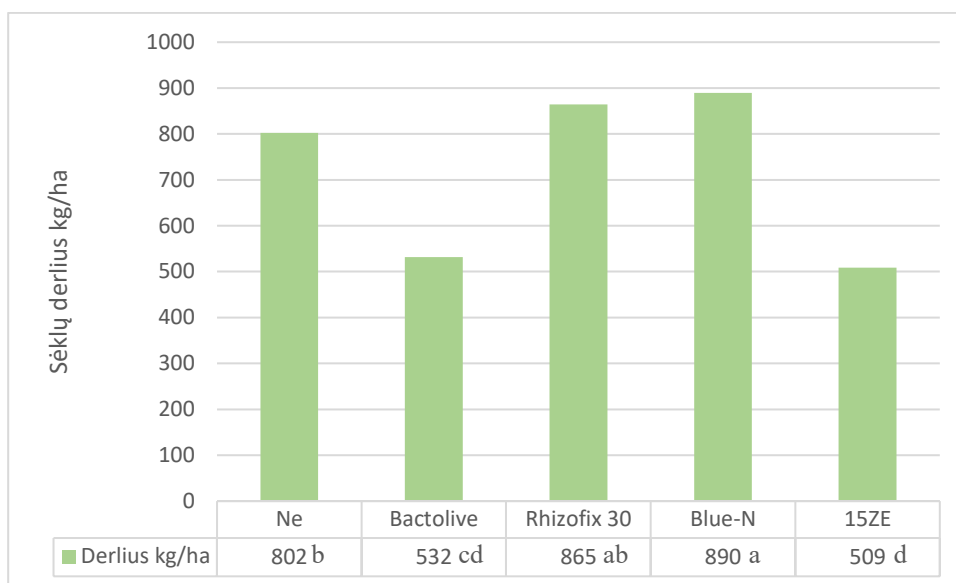
3.2. Lęšių auginimo technologinių sprendimų tyrimas

Lęšių sėklų inokuliacijos biostimuliantais tyrimas. Siekiant ištirti lęšių potencialą ekologinėmis sąlygomis, lęšių sėklos prieš sėją buvo inokuliuotos biostimuliantų preparatais. Bactolive, Rhizofix 30, 15ZE yra skirtingi Rhizobium gumbelinių baterijų štamai, kurie su lęšiais formuoja simbiozę ir geba tiekti iš oro fiksuotą azotą lęšių augalams. Tiesa, lęšiams tinka tos pačios Rhizobium bakterijos, kurios užkrečia ir žirnių augalų šaknis. Šių bakterijų skirtingų štamų gausu dirvožemiuose, kur šie pupiniai augalai auginami dažnai. Tačiau vietinės vyraujančios Rhizobium rūšys ir kamienai gali pasižymėti mažesniu efektyvumu nei komercinių preparatų. Šiame tyrime papildomai sėklos buvo inokuliuotos Blue-N preparatu, kuriame gausu ne gumbelinių bet endofitinių bakterijų *Methylobacterium symbioticum* SB0023/3 T. Skirtingai nei kitos azotą fiksuojančios bakterijos, šios gyvena antžeminėje augalų dalyje, kur vyksta azoto asimiliacija per lapus, naudojant nitrogenazės fermentus.

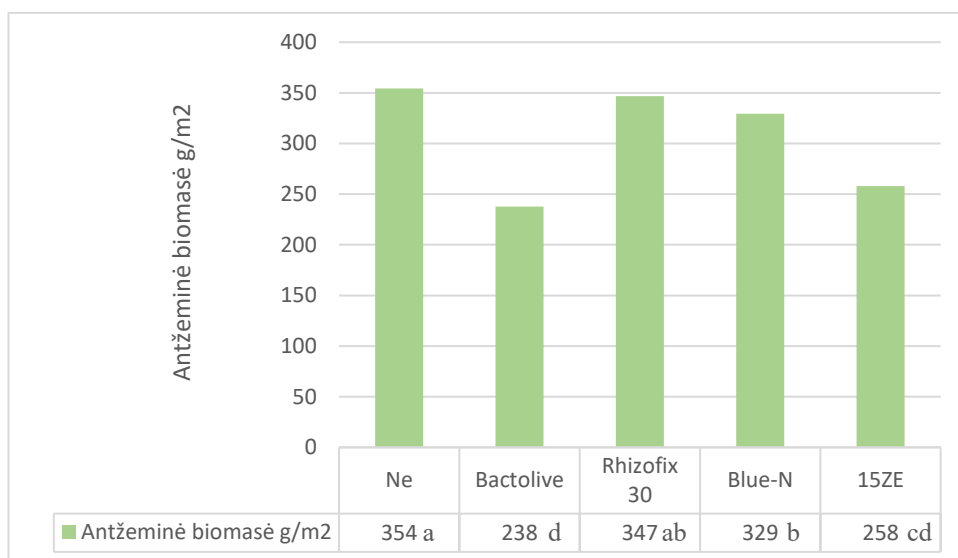
Didžiausiu derliumi pasižymėjo Samos veislės lęšiai, kurių sėklos buvo inokuliuotos Rhizofix 30 ir BlueN preparatais (13 pav.). Jie derlių didino atitinkamai 8 ir 11 procentų. Įdomu ir tai, kad preparatai Bactolive ir 15ZE reikšmingai mažino lęšių derlių lyginant su kontrole.

Didžiausią antžeminę masę sukaupe Samos veislės lęšiai kontroliniame variante. Bet koks papildomas vėlimas biostimuliantais mažino lęšių biomasę. Tai susiję su šių bakterijų stresiniu poveikiu lęšių augalams dėl papildomų simbiotinių kaštų. Simbiozės metu bakterijos gyvenančios augalo audiniuose ar ant šaknų naudoja anglies išteklius ir augalas ne optimaliomis sąlygomis nesugeba kompensuoti daug energijos reikalaujančių mitybinių elementų mainų. Tai gali būti susiję

su sausomis aplinkos sąlygomis. Artimiausi kontrolei buvo lęšiai, kurių sėklos buvo inokuliuotos Rhizofix 30 ir BlueN preparatais (14 pav.).



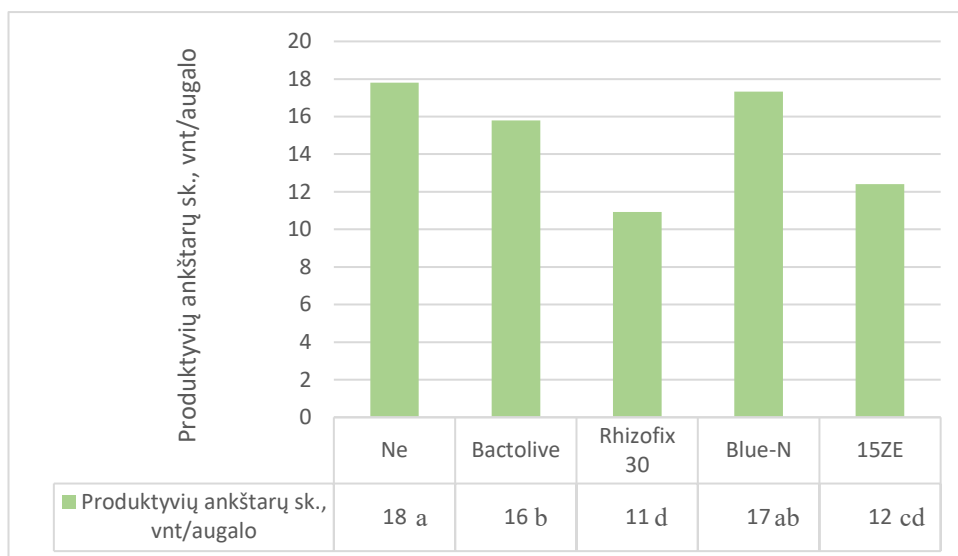
13 paveikslas. Valgomojo lęšio Samos veislės sėklų derlius, panaudojus bakterinius biostimuliantus, kg ha^{-1} ; Akademija, 2023 m., raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.



14 paveikslas. Valgomojo lęšio Samos veislės sukaupta antžeminė biomasė, panaudojus bakterinius biostimuliantus, g m^{-2} , Akademija 2023, raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.

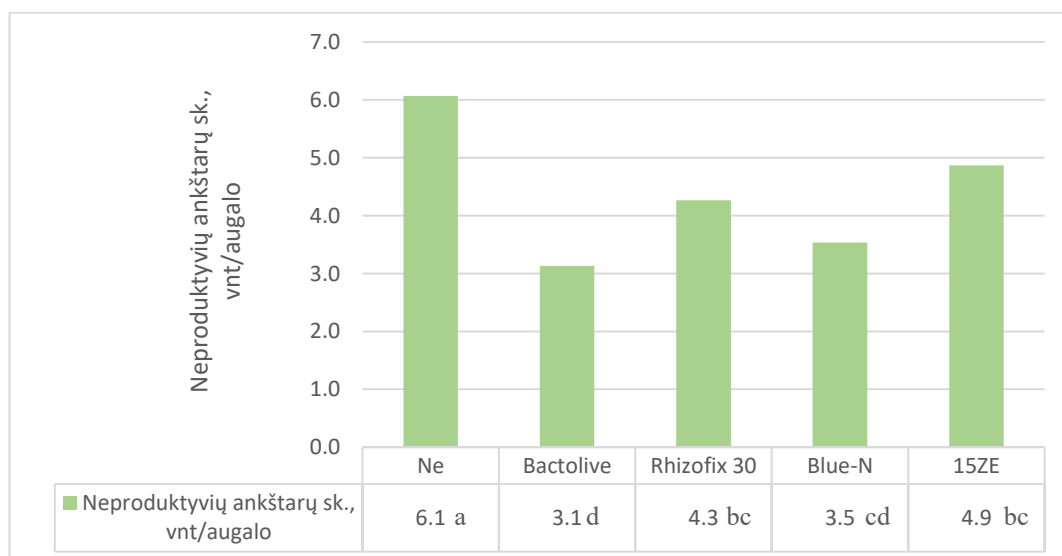
Panaši tendencija stebima ir su valgomojo lęšio Samos veislės produktyvių ankštarių kiekiu panaudojus bakterinius biostimuliantus (15 pav.). Didžiausias produktyvių ankštarių skaičius

nustatytas kontroliniame variante (be biostimulianto). Šiek tiek skiriasi tai, kad mažiausiu neigiamu efektu pasižymėjo Bactolive ir Blue-N preparatai. O iki šiol gerus rodiklius rodęs Rhizofix 30 reikšmingai mažino produktyvių ankštarių skaičių.



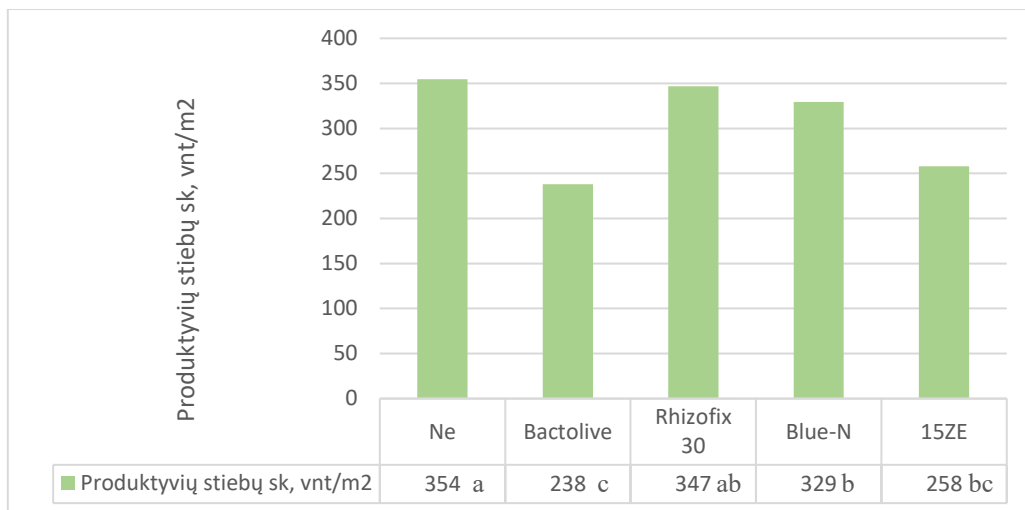
15 paveikslas. Valgomojo lęšio Samos veislės produktyvių ankštarių kiekis, panaudojus bakterinius biostimuliantus, sk. ant augalo, Akademija 2023, raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.

Neproduktyvių ankštarių kiekis vyravo tarp 3,1 ir 6,1. Šie abu rodikliai koreliavo tarpusavyje ir daugiausiai produktyvių ankštarių suformavę lęšiai turėjo ir daugiausiai neproduktyvių ankštarių (16 pav.).



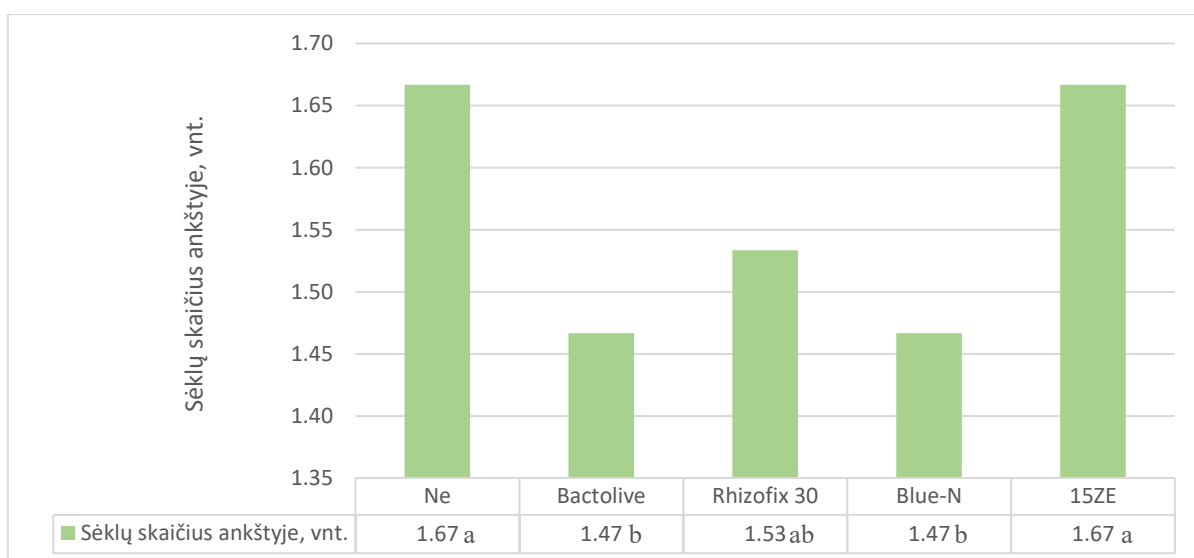
16 paveikslas. Valgomojo lęšio Samos veislės neproduktyvių ankštarių kiekis, panaudojus bakterinius biostimuliantus, sk. ant augalo, Akademija 2023, raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.

Panaši tendencija kaip su antžemine biomase ir produktyviomis ankštaromis, stebima ir su valgomojo lęšio Samos veislės produktyvių stiebų kiekiu, panaudojus bakterinius biostimuliantus (17 pav.). Didžiausias produktyvių ankštaraų skaičius nustatytas kontroliniame variante (be biostimulianto).



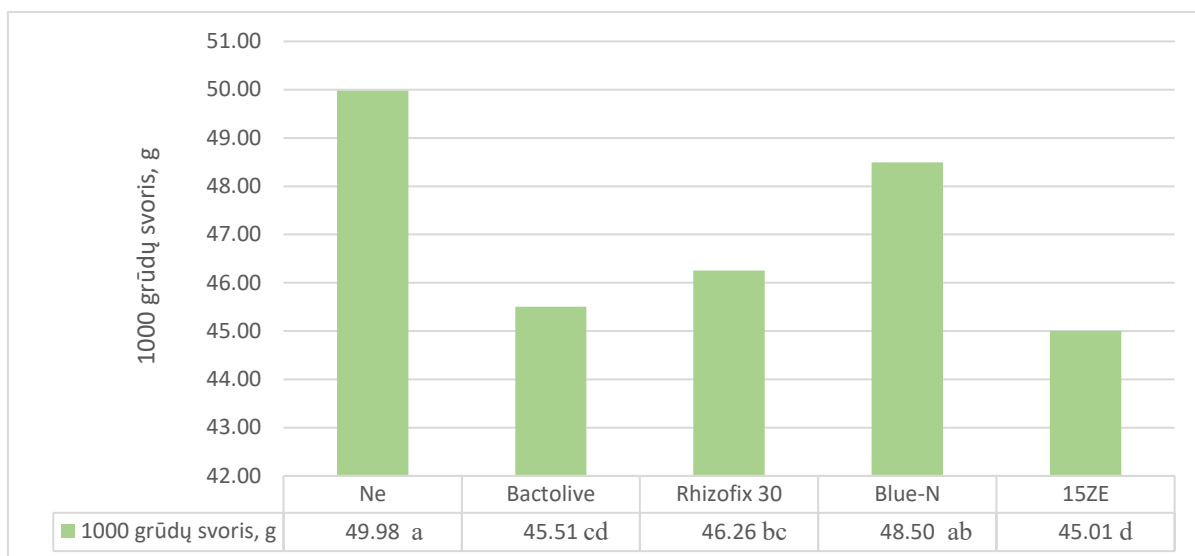
17 paveikslas. Valgomojo lęšio Samos veislės produktyvių stiebų kiekis, panaudojus bakterinius biostimuliantus, skaičius m⁻², Akademija 2023, raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės p<0,005.

Lęšiai, panaudojus skirtingus biostimuliantus, suformavo panašų skaičių sėklų ankštyse. Šiek tiek daugiau jų buvo Kontroliniame variante ir 15ZE variante (18 pav.)



18 paveikslas. Valgomojo lęšio Samos veislės sėklų skaičius ankštyje, panaudojus bakterinius biostimuliantus, Akademija 2023, raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės p<0,005.

1000 sėklų svoris skyrėsi reikšmingai tarp variantų ir variavo tarp 45.01 ir 49.98 g (19 pav.). Didžiausiu sėklų svoriu pasižymėjo kontrolinis variantas, taip pat Blue-N variantas. Mažiausiu svoriu Bactolive ir 15ZE variantai.



19 paveikslas. Valgomojo lęšio Samos veislės 1000 sėklų svoris, panaudojus bakterinius biostimuliantus, Akademija 2023, raidės abcde... žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp veislių prie tikimybės $p < 0,005$.

Lęšių auginimo dvinariuose pasėliuose galimybių tyrimas. Siekiant ištirti lęšių daugiafunkcij potencialą lęšiai buvo tiriami kaip komponentas įvairiuose dvinariuose pasėliuose.



18 lentelė. Lęšių technologijų tyrimas LE04 (2024-2025) - technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant vieną atrinktą, Europos rinkoje prieinamą lęšių veislę. Veiksnys – dvinariai pasėliai.

Eil. Nr.	Rūšis nr. 1	Rūšis nr. 2	Bendras grūdų derlius 2024 metais kg/ha	Bendras grūdų derlius 2025 metais kg/ha
1	Lęšiai	-	1457	2106
2	Lęšiai	Žieminiai kviečiai	2129	5643
3	-	Žieminiai kviečiai	2797	5412
4	Lęšiai	Vasariniai miežiai	1026	3840
5	-	Vasariniai miežiai	1170	2716
6	-	Vasariniai miežiai (tręšti)	1188	3055
7	Lęšiai	Avižos	2574	4240
8	-	Avižos	1916	3420
9	-	Avižos (tręštos)	2268	3877
10	Lęšiai	Vasariniai kviečiai	2246	5733
11	-	Vasariniai kviečiai	2050	5046
12	-	Vasariniai kviečiai (tręšti)	2298	5449
13	Lęšiai	Soros	-	3068
14	-	Soros	-	2472
15	Lęšiai	Sojos	-	3430
16	-	Sojos	-	3115
17	Lęšiai	Pupos	-	4213
	-	Pupos	-	3324
	-	Pupos (tręštos)	-	3378

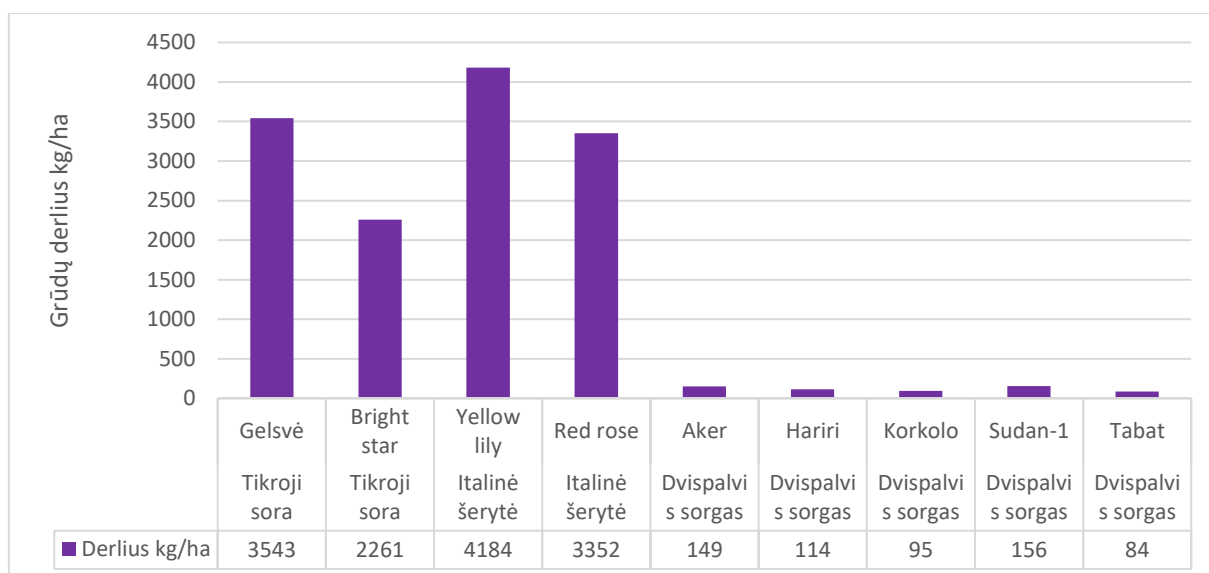
Lęšius rekomenduojama sėti dvinariuose pasėliuose. 2024-2025 metų tyrimų duomenimis, didžiausią pridėtinę vertę pasėlio derlingumui turi lęšiai kartu auginami su vasariniais miežiais, avižomis, vasariniais kviečiais, soromis. Nerekomenduojama lęšių sėti kaip įsėlio žieminiuose javuose, tačiau tai puikiai suderinamas augalas su vasariniais javais. Iš vasarinių javų, labiausiai vegetacijos trukmė nesutiko su pupų ir sojų augalais, todėl šis dvinaris pasėlis taip pat nerekomenduotinas. Lyginant vasarinius javus, didžiausia nauda ir rekomendacija lęšius auginti kartu su vasariniais miežiais. Tręšimo įtaka čia buvo mažiausia, o tuo metu lęšių ir vasarinių miežių vegetacinis suderinamumas ir pasėlio formavimas, šviesos pasiskirstymas pasėlyje ir pridėtinės biomasės formavimas, bei piktžolių stelbimas buvo optimaliausias.

3.2. Skirtingų šalių tikrosios soros genotipų galimybės augti Lietuvos klimatinėmis sąlygomis įvertinimas bei labiausiai prisitaikiusių veislių atranka

Tikroji sora (*Panicum miliaceum*). Pirmaisiais metais buvo pasėti 9 veislių augalai, priklausantys trimis rūšims pasauliniame kontekste priskiriamiems „millets“ - soroms.

Sėta lietuviškoji ‘Gelsvės’ – tikrųjų sorų veislė. Vegetacijos periodas – 135-150 d. Sėklos geltonos, augalų aukštis – apie 70-85 cm, derlingumas – 3-4 t ha⁻¹. Vidutiniškai atsparios dulkančiosioms kūlėms. Sėklose žalių baltymų – 12,0 %, žalių riebalų – 4,36 %.

Bright star – tikrųjų sorų veislė, populiari Danijoje. Vegetacinis periodas panašus kaip Gelsvės. Italinės šerytės Yellow lily ir Red rose taip pat gautos iš Danijos distributorių. Pirmųjų žiedyno spalva – gelsva, antrųjų – rausva. Dvispalvio sorgo veislės kilusios iš Sudano.



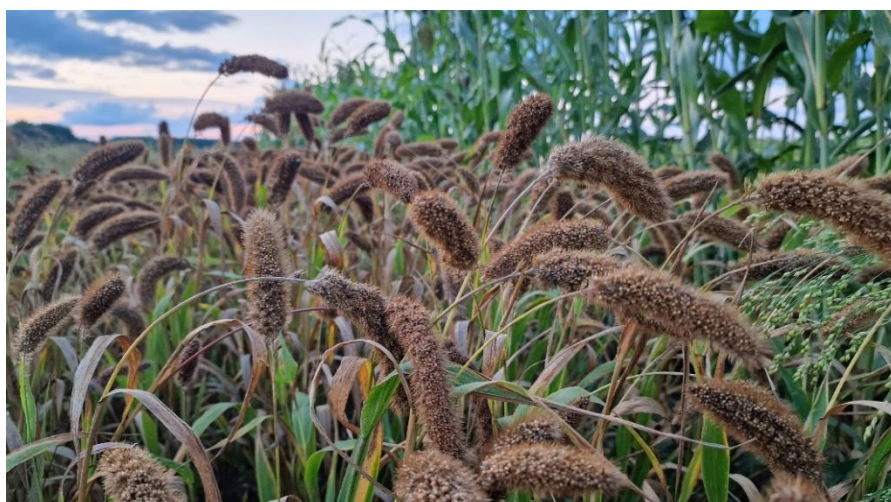
21 paveikslas. Tikrosios soros ir kitų netradicinių soroms priskiriamų augalų sėklų derlius, kg ha⁻¹ Akademija, 2023 m.

Didžiausiu derliumi iš tirtų augalų pasižymėjo Yellow lily veislės italinė šerytė, kurios derlius siekė 4184 kg ha⁻¹ (21 pav.). Antroje vietoje buvo lietuviška tikrosios soros veislė Gelsvės, o trečiojoje – italinė šerytė Red rose, kurių derliai 2023 metais siekė atitinkamai 3543 ir 3352 kg ha⁻¹. Mažesniu derlingumu pasižymėjo tikroji sora iš Danijos – Bright star, kurios derlius siekė 2261 kg ha⁻¹.

Pagal gautus rezultatus akivaizdu, kad veislės kilmė yra labai svarbi, norint gauti gerą netradicinių augalų derlių. Dvispalvis sorgas, kilęs iš Sudano, nepaisant veislės, sunkiai brandino sėklas. Pagrindinis trikdys optimalioms sąlygoms išgauti yra Lietuvos ypatybė - ilga dienos trukmė ir trumpas vegetacijos ir aukštesnių temperatūrų periodas. Todėl tyrimuose toliau fokusuosimės į Europoje vėsaus klimato šalyse paplitusias veisles.



22 paveikslas. Tikroji sora



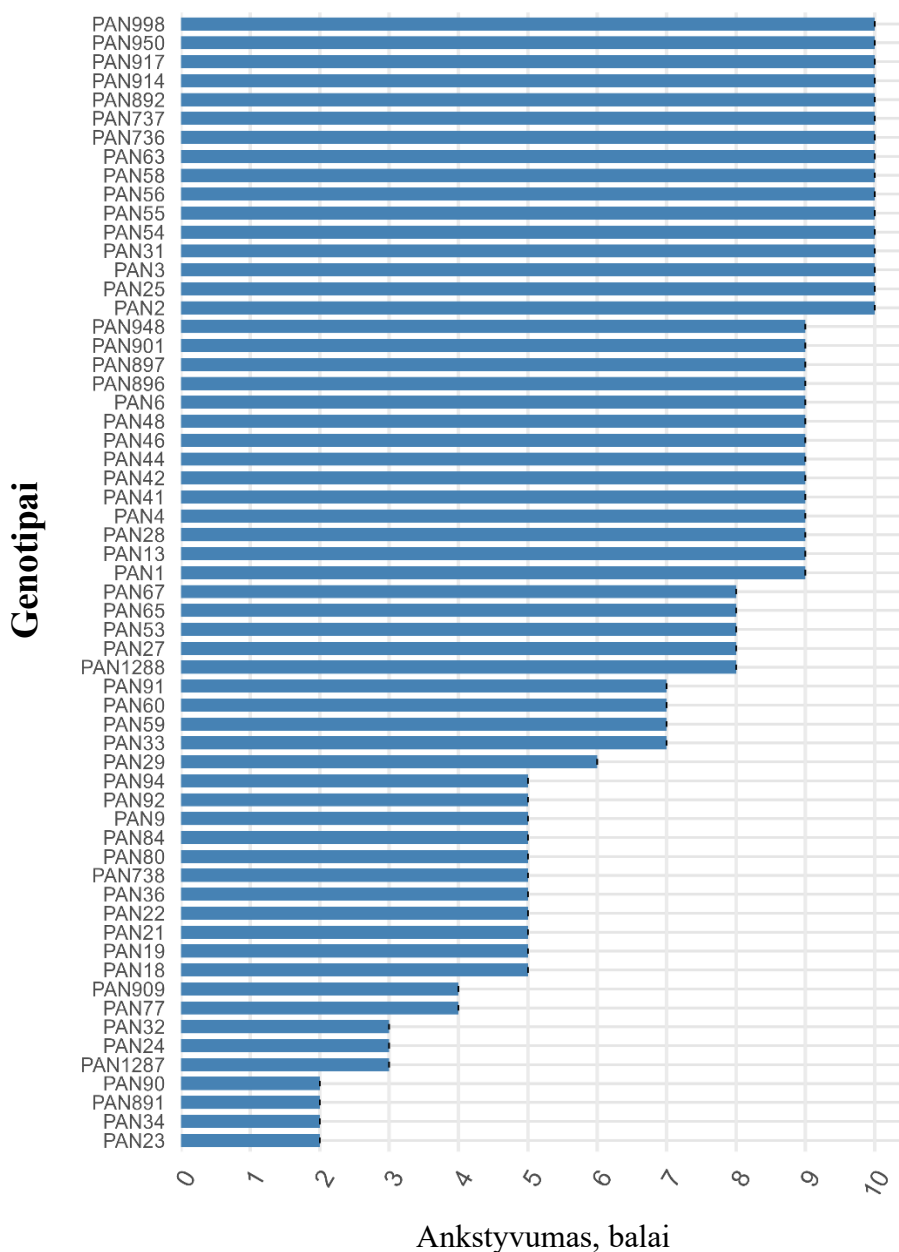
23 paveikslas. Italinė šerytė



24 paveikslas. Dvispalvis sorgas

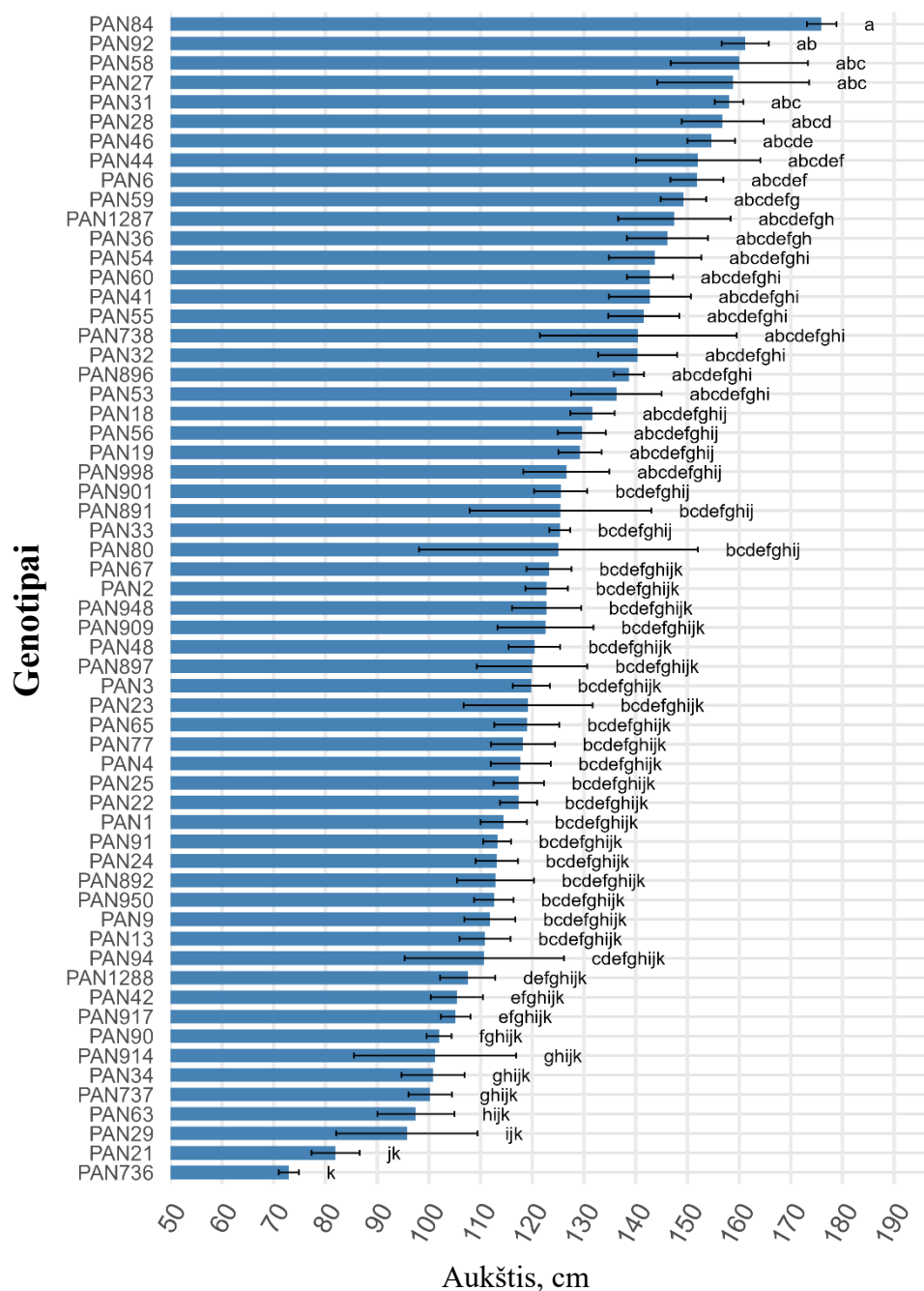
Sorų genotipų atranka Sora02 (2023-2024) – įvairių Europos ir pasaulio tikrųjų sorų genotipų testavimas, mūsų klimatui tinkamų sorų veislių atranka reguliuojamomis klimato sąlygomis

Kontroliuojamomis šiltnamio sąlygomis vertinant sorų (*Panicum miliaceum* L.) genotipų ankstyvumą nustatyta, kad šluotelės plaukėjimo laikas tarp genotipų skyrėsi nedaug (1 – 10 dienų). Daugumai linijų nustatytas panašus augimo tempas, o ryškesni skirtumai pastebėti tik tarp ankstyviausių ir vėlyviausių genotipų. Ankstyviausios buvo PAN23 (Bulgarija), PAN34 (Čekija), PAN891 (JAV) ir PAN90 (Italija) linijos, kurios šluoteles išleido anksčiausiai. Vėlyviausiomis nustatytos PAN998 (Ukraina), PAN950 (Vengrija), PAN917 ir PAN914 (Lenkija) ir kt., linijos, kurioms plaukėjimas įvyko vėliausiai. Kadangi visiems pakartojimams gautos identiškios reikšmės (SD = 0), (24 pav.).



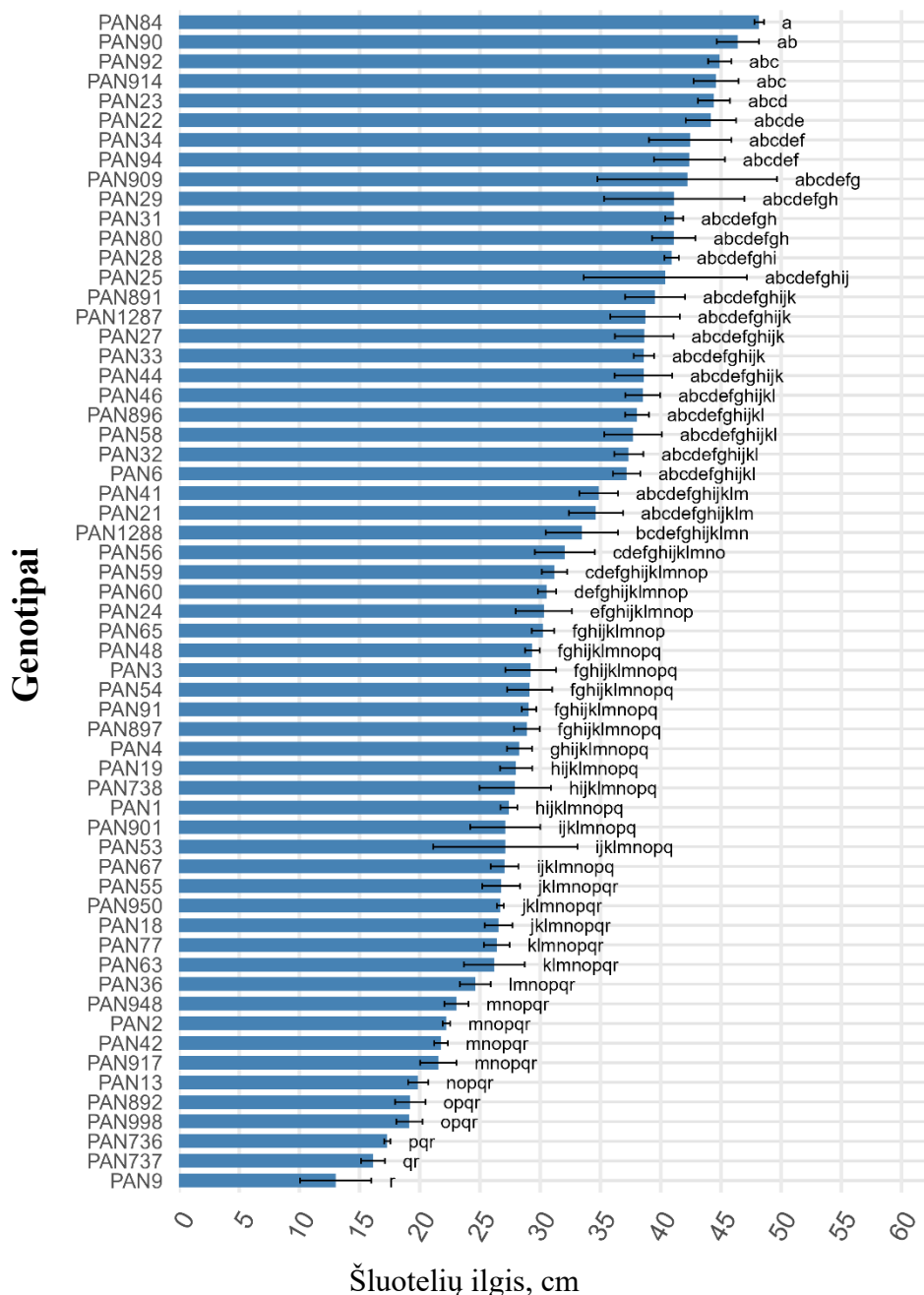
24 paveikslas. Sorų linijų ankstyvumas kontroliuojamomis sąlygomis.

Kontroliuojamomis sąlygomis vertinant sorų genotipus nustatyta, jie statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal augalų aukštį (ANOVA, $p < 0,05$). Genotipų grupavimas pagal reikšmingus skirtumus atliktas Tukey HSD post-hoc testu (25 pav.). Tarp tirtų genotipų nustatyta plati augalų aukščio variacija – nuo žemiausių genotipų PAN736 (Lenkija), PAN21 (Rumunija) ir PAN29 (Vokietija) iki aukščiausių PAN84 (Mongolija), PAN92 (Vokietija) ir PAN58 (Vengrija). Augalų aukščio skirtumai tarp genotipų gali turėti įtakos augalų išgulimo rizikai ir derliaus stabilumui, todėl vidutinio aukščio genotipai vertintini kaip agronomiškai palankesni.



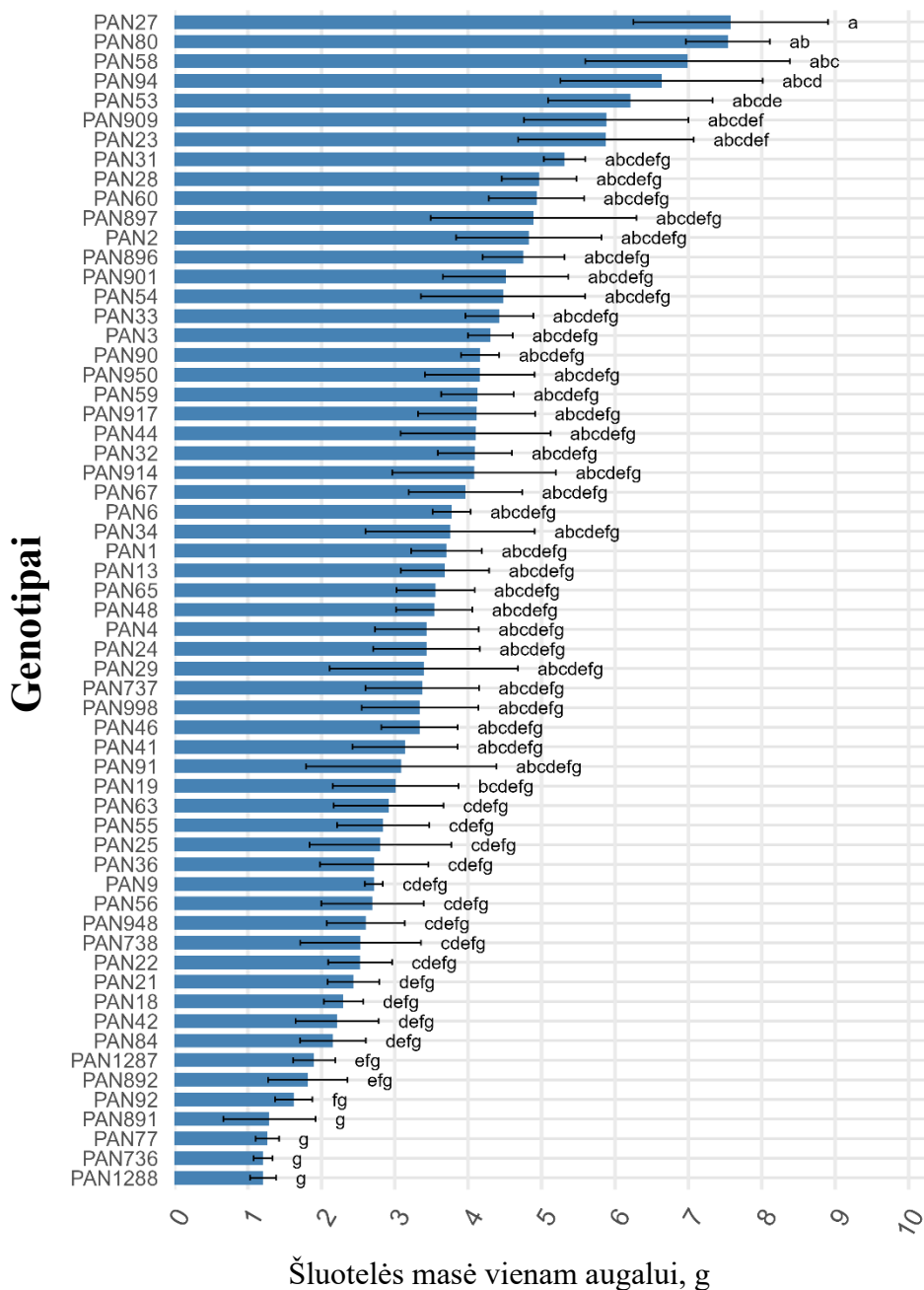
25 paveikslas. Sorų genotipų aukštis kontroliuojamomis šiltnamio sąlygomis (ANOVA su Tukey HSD post-hoc testu, raidės žymi statistiškai reikšmingas grupes, $p < 0,05$; stulpeliai vaizduoja vidurkius \pm SEM)

Kontroliuojamomis sąlygomis vertinant sorų genotipus nustatyta, kad jie statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal šluotelės ilgį (ANOVA, $p < 0,05$). Genotipų grupavimas pagal reikšmingus skirtumus atliktas Tukey HSD post-hoc testu (26 pav.). Tarp tirtų genotipų nustatyta plati šluotelės ilgio variacija – nuo trumpiausių PAN9 (Turkija), PAN737, PAN736 (Lenkija) ir PAN998 (Ukraina) iki ilgiausių PAN84 (Mongolija), PAN90 (Italija) ir PAN92 (Vokietija) genotipų. Daugumai genotipų būdingos vidutinio ilgio šluotelės, kurios yra svarbios produktyvumo požiūriu, nes lemia žiedyno dydį ir grūdų kiekį.



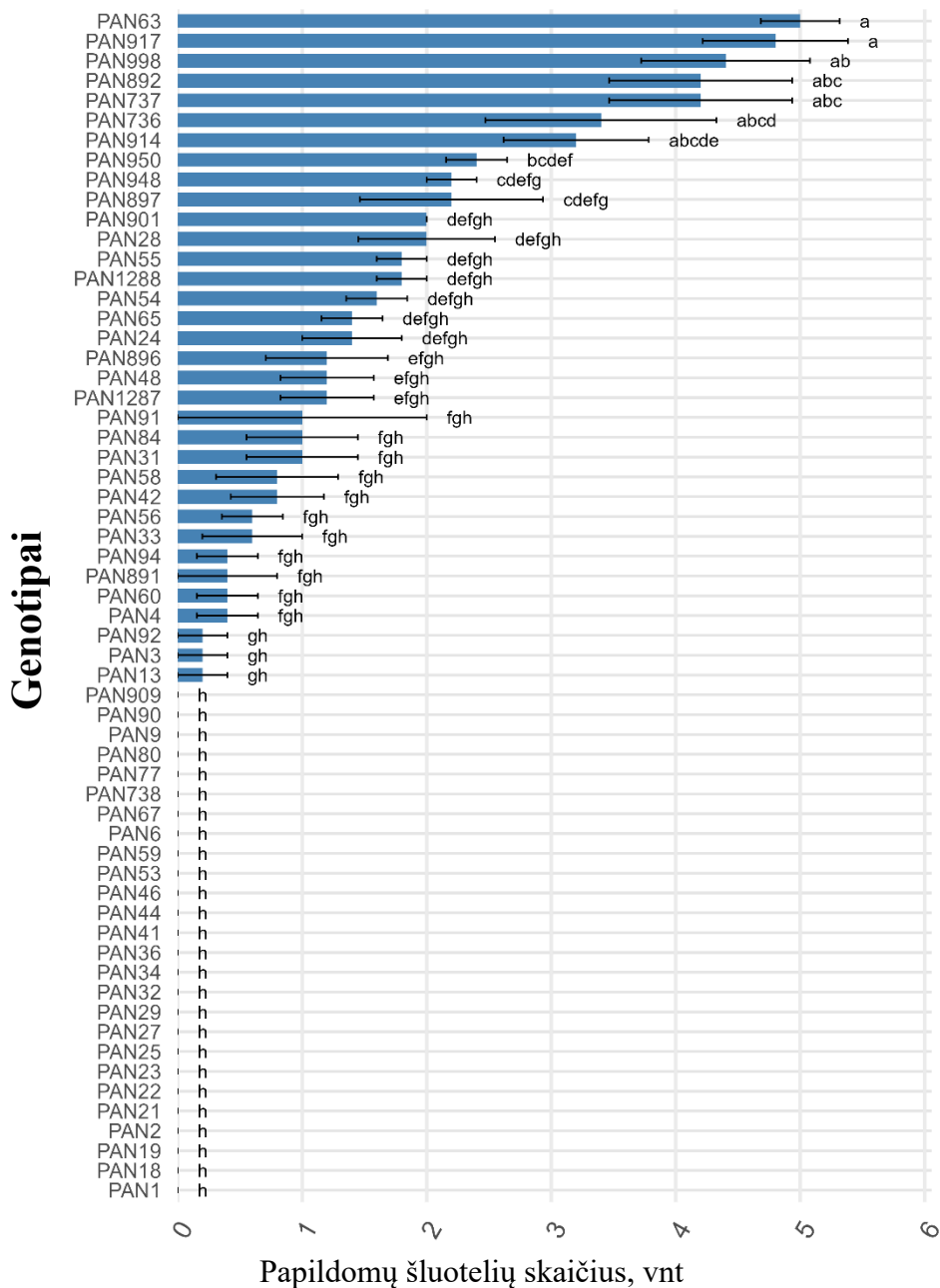
26 paveikslas. Sorų linijų šluotelių ilgis kontroliuojamomis sąlygomis (ANOVA su Tukey HSD post-hoc testu, raidės žymi statistiškai reikšmingas grupes, $p < 0,05$; stulpeliai vaizduoja vidurkius \pm SEM)

Kontroliuojamomis sąlygomis vertinant sorų genotipus nustatyta, kad jie statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal šluotelės svorį vienam augalui (ANOVA, $p < 0,05$). Genotipų grupavimas pagal reikšmingus skirtumus atliktas Tukey HSD post-hoc testu (27 pav.). Tarp tirtų genotipų nustatyti reikšmingi šluotelės svorio skirtumai nuo didžiausių svorį turinčių PAN27, PAN80 (Vokietija) ir PAN58 (Vengrija) iki mažiausio svorio PAN1288 (Sakartvelas), PAN736 (Lenkija) ir PAN77 (Vokietija) genotipų. Šluotelės masė tiesiogiai susijusi su produktyvumo potencialu, todėl šie rezultatai atspindi genotipų skirtumus pagal gebėjimą formuoti derlių.



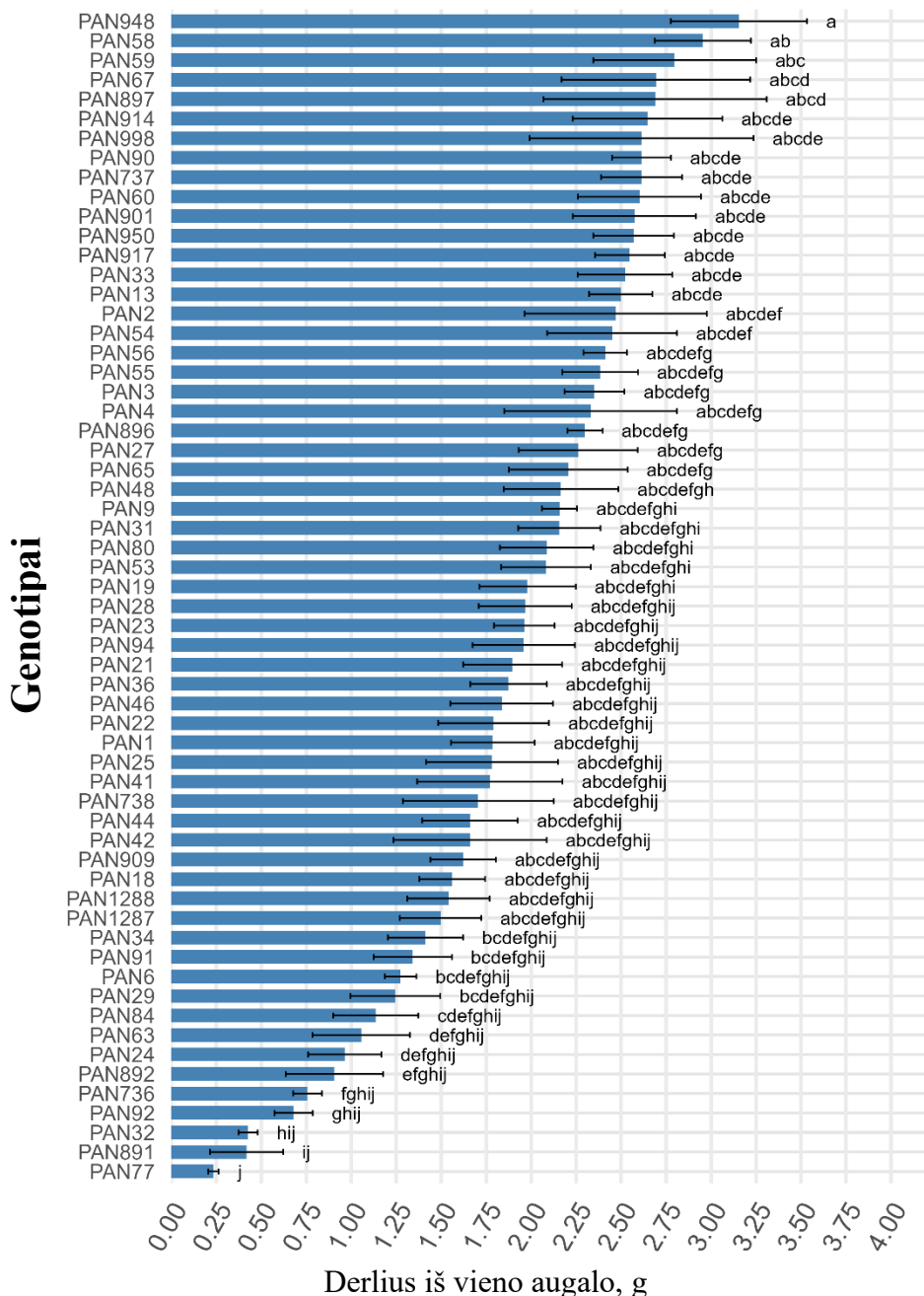
27 paveikslas. Sorų linijų šluotelės masė vienam augalui kontroliuojamomis sąlygomis (ANOVA su Tukey HSD post-hoc testu, raidės žymi statistiškai reikšmingas grupes, $p < 0,05$; stulpeliai vaizduoja vidurkius \pm SEM)

Kontroliuojamomis sąlygomis vertinant sorų genotipus nustatyta, kad jie statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal šoninių šluotelių skaičių (ANOVA, $p < 0,05$). Genotipų grupavimas pagal reikšmingus skirtumus atliktas Tukey HSD post-hoc testu (28 pav.). Tarp tirtų genotipų nustatytas ryškūs šoninių šluotelių skaičiaus skirtumai nuo daugiausiai šoninių šluotelių turinčių PAN63 (Čekija), PAN917 (Lenkija) ir PAN998 (Ukraina) iki jų visai neturinčių PAN1 (Lenkija), PAN18 (Prancūzija) arba vos po vieną šluotelę išauginusių genotipų, tokių kaip PAN13, PAN92 (Vokietija), PAN3 (Lenkija). Šoninių šluotelių kiekis gali turėti įtakos bendram produktyvumo lygiui, nes didesnis jų skaičius dažnai susijęs su didesniu grūdų derliaus potencialu.



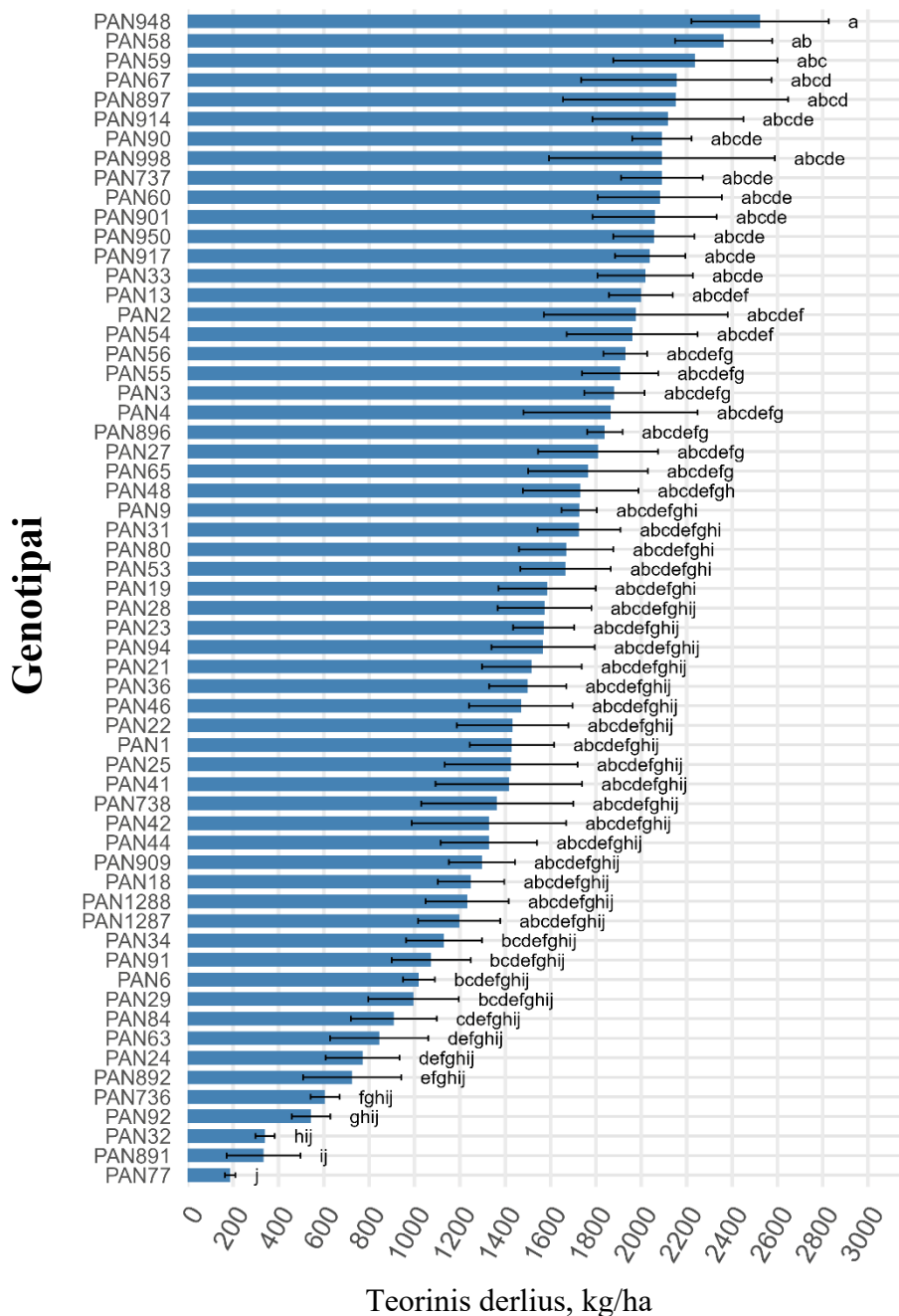
28 paveikslas. Sorų linijų papildomų šluotelių skaičius kontroliuojamomis sąlygomis (ANOVA su Tukey HSD post-hoc testu, raidės žymi statistiškai reikšmingas grupes, $p < 0,05$; stulpeliai vaizduoja vidurkius \pm SEM).

Kontroliuojamomis sąlygomis vertinant sorų genotipus nustatyta, kad jie statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal derlių nuo augalo (ANOVA, $p < 0,05$). Genotipų grupavimas pagal reikšmingus skirtumus atliktas Tukey HSD post-hoc testu (29 pav.). Tarp tirtų genotipų nustatyti derliaus skirtumai, nuo didžiausiu derliumi išsiskyrusių PAN948 (Lenkija), PAN58 (Vengrija) iki mažiausią derlių davusių PAN77 (Vokietija), PAN891 (JAV) genotipų. Daugumai genotipų nustatytas vidutinis derlingumas.



29 paveikslas. Sorų linijų derlius iš vieno augalo kontroliuojamomis sąlygomis (ANOVA su Tukey HSD post-hoc testu, raidės žymi statistiškai reikšmingas grupes, $p < 0,05$; stulpeliai vaizduoja vidurkius \pm SEM).

Kontroliuojamomis sąlygomis vertinant sorų genotipus nustatyta, kad jie statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal teorinį derlių (ANOVA, $p < 0,05$). Genotipų grupavimas pagal reikšmingus skirtumus atliktas Tukey HSD post-hoc testu (30 pav.). Tarp tirtų genotipų nustatyti derliaus skirtumai, nuo didžiausiu derliaus potencialu išsiskyrusių PAN948 (Lenkija), PAN58 (Vengrija) iki mažiausio teorinio derliaus genotipų PAN77 (Vokietija), PAN891 (JAV). Teorinis derlius atskleidė potencialų genotipo produktyvumą, kai visi augimo veiksniai yra optimalūs.



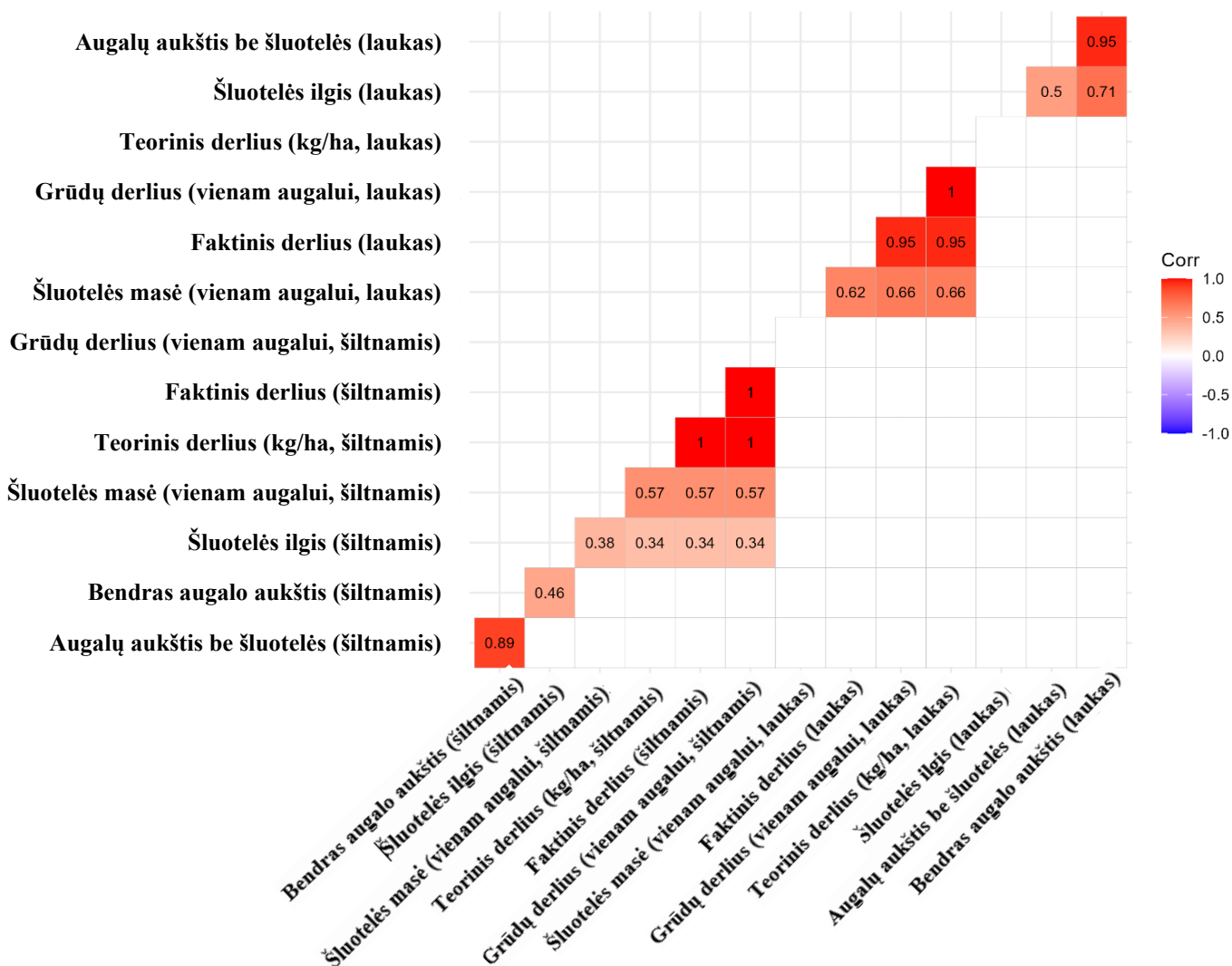
30 paveikslas. Sorų linijų teorinis derlius kontroliuojamomis sąlygomis (ANOVA su Tukey HSD post-hoc testu, raidės žymi statistiškai reikšmingas grupes, $p < 0,05$; stulpeliai vaizduoja vidurkius \pm SEM).

Sorų genotipų atrankos pagrindimas

Atranka tolesniems lauko bandymams atlikta kompleksiskai, remiantis visų vertintų morfologinių ir produktyvumo rodiklių visuma. Kontroliuojamomis sąlygomis tirtos sorų linijos statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal ankstyvumą, augalų aukštį, šluotelės ilgį ir masę, papildomų šluotelių skaičių, taip pat pagal derlių iš vieno augalo ir teorinį derlių (ANOVA su Tukey HSD post-hoc testas, $p < 0,05$). Linijų grupavimas pagal reikšmingus skirtumus atliktas Tukey HSD testu, o raidės grafikuose žymėjo statistiškai nesiskiriančias grupes. Analizuojant rezultatus nustatyta, kad atrinkti genotipai – PAN58 (Vengrija), PAN737 (Lenkija), PAN897, PAN901 (Ukraina), PAN914, PAN917, PAN948 (Lenkija), PAN950 (Kroatija) ir PAN998 (Ukraina) išsiskyrė tinkamų agronominių savybių kombinacija. Pagal ankstyvumą šie genotipai priskirti vidutinio ar vidutinio vėlyvumo grupėms, todėl pasižymi stabilia vegetacijos trukme, tinkama Lietuvos klimato sąlygoms. Augalų aukštis daugumos vidutinis (100 – 130 cm), kas laikoma optimaliu parametru derliui ir išgulimo rizikai mažinti. Šluotelės ilgis ir masė taip pat išsiskyrė aukštesnėmis vertėmis. Atrinkti genotipai formavo stambias, tankias šluoteles, turinčias daugiau produktyvių šakų ir grūdų. Linijos PAN914, PAN917, PAN948 ir PAN950 išsiskyrė didesne šluotelės mase, o PAN58 ir PAN897 didesniu produktyvių šluotelių skaičiumi. Tuo pačiu metu šios linijos išlaikė gerą augalo struktūros balansą, t. y. nei per didelę biomasę, nei per žemą produktyvumo lygį. Pagal derlių iš vieno augalo ir teorinį derlių šios linijos taip pat priskiriamos prie aukščiausiai įvertintų. Be to, atrankos metu atsižvelgta į papildomus požymius – grūdų spalvą, struktūrą, polinkį byrėti bei mitybinę vertę. Todėl šios devynios linijos buvo atrinktos kaip perspektyviausi genotipai tolesniems lauko bandymams, siekiant įvertinti jų adaptacinį potencialą Lietuvos agroklimatinėmis sąlygomis. Papildomai, į lauko tyrimų etapą įtrauktos lietuviškos veislės – *Gelsvės*, *Juosvės*, *Rudės*, daniška *Bright Star*, vokiška *Kronberger* ir austriška *Lisa*. Šios veislės pasirinktos kaip palyginamieji standartai, nes literatūros duomenimis išsiskyrė stabilumu ir prisitaikymu prie vietinių klimato bei dirvožemio sąlygų. (nežinau ar galima taip teigti).

Koreliacijos ryšiai. Atlikta Spearman koreliacijų analizė tarp šiltnamio ir lauko (2024a) bandymų atskleidė, kad dauguma ryšių tarp augalų morfologinių ir produktyvumo rodiklių yra teigiami, jų stiprumas svyruoja nuo silpno iki labai stipraus. Stipriausias ryšys nustatytas tarp augalų aukščio be šluotelės, matuoto abiejose aplinkose ($r = 0,89$). Nustatyta, kad šis požymis yra gana stabilus tiek šiltnamyje, tiek lauko sąlygomis. Tarp lauko duomenų ir bendro augalo aukščio ir aukščio be šluotelės pastebėta labai stipri tarpusavio koreliacija tarp ($r = 0,95$), atspindinti, kad šie du parametrai glaudžiai susiję. Vidutinio stiprumo koreliacijos nustatytos tarp šluotelės masės ir grūdų derliaus ($r = 0,57 – 0,66$). Tai leidžia teigti, kad didesnė šluotelės biomasė paprastai siejasi su didesniu produktyvumu. Tarp šiltnamio derliaus rodiklių (faktinio, teorinio ir grūdų derliaus) nustatytas labai stiprus

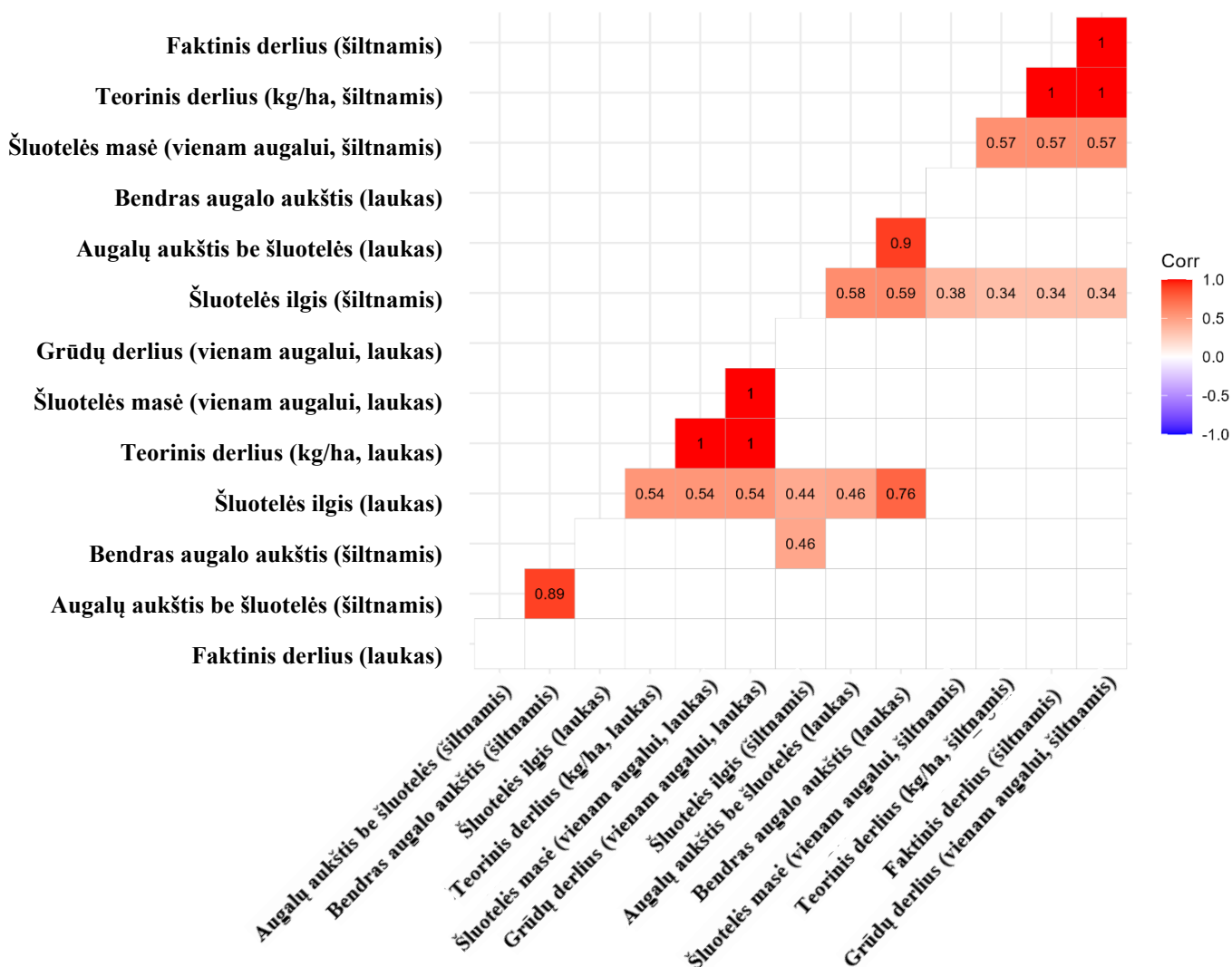
tarpusavio ryšys ($r = 1,0$). Silpnesni ryšiai ($r < 0,5$) būdingi šluotelės ilgiui. Apibendrinant galima teigti, kad morfologiniai požymiai, ypač augalo aukštis, išsiskiria didesniu stabilumu tarp skirtingų auginimo sąlygų, o produktyvumo rodikliai labiau priklauso nuo aplinkos veiksnių, todėl jų koreliacijos tarp šiltnamio ir lauko duomenų yra silpnesnės. Morfologiniai požymiai stabilesni tarp aplinkų, o derliaus rodikliai labiau priklausė nuo aplinkos sąlygų.



31 paveikslas. Šiltnamio ir lauko (2024a) duomenų parametų koreliacijos analizė.

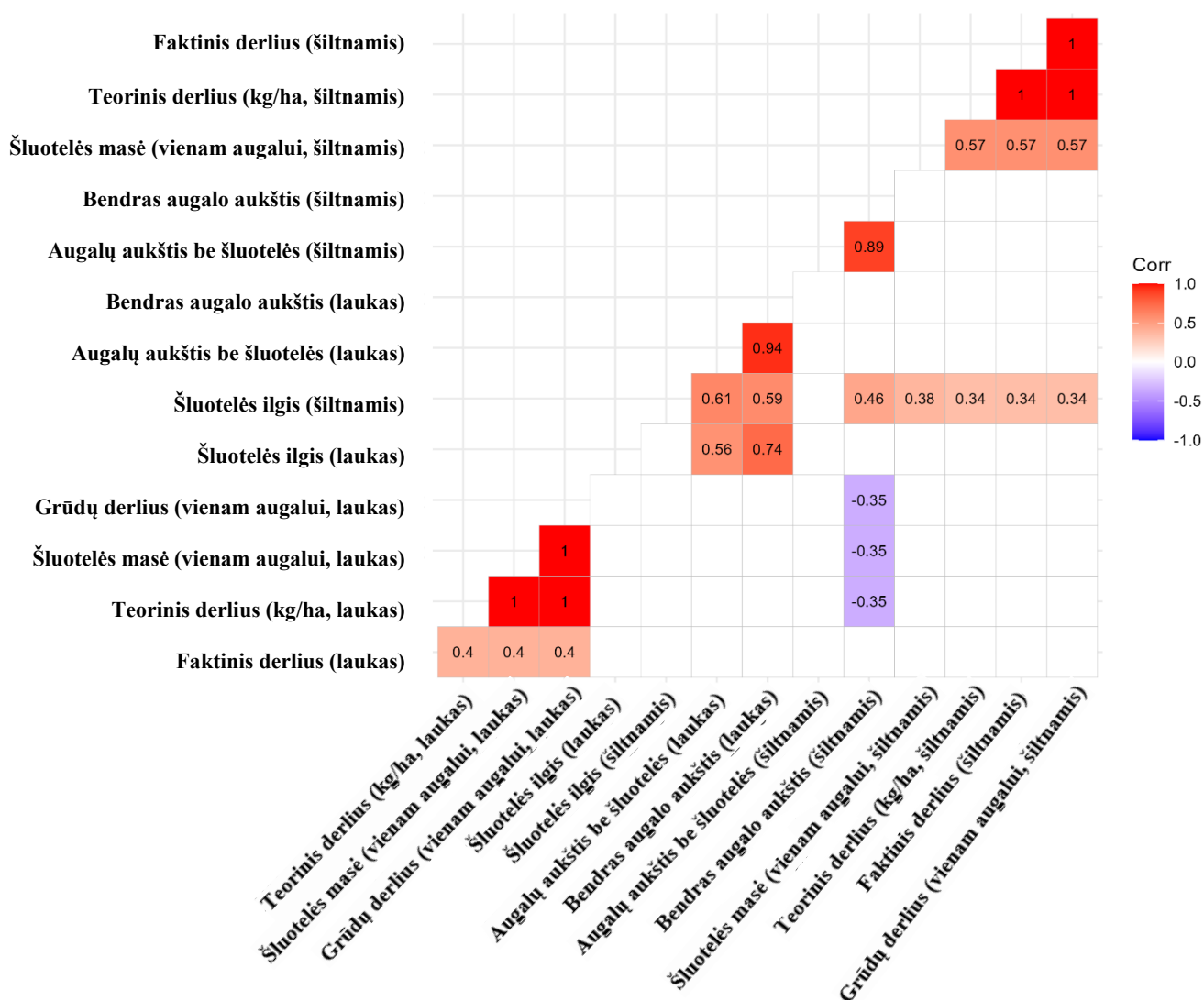
Spearman koreliacijos analizė tarp šiltnamio ir lauko (2025d) duomenų atskleidė, kad ryšiai tarp augalų morfologinių ir produktyvumo verčių daugiausia buvo teigiami, o jų stiprumas svyravo nuo silpnesnio iki labai stipraus. Stipriausias koreliacinis ryšys nustatytas tarp augalų aukščio be šluotelės, matuoto šiltnamyje ir lauko sąlygomis ($r = 0,89$). Nustatyta, kad šis požymis išlieka gana

stabilus nepriklausomai nuo aplinkos sąlygų. Taip pat labai stiprus ryšys nustatytas tarp bendro augalo aukščio ir aukščio be šluotelės lauko duomenų ($r = 0,90$), kas patvirtina glaudžią šių morfologinių rodiklių tarpusavio priklausomybę. Vidutinio stiprumo koreliacijos ($r = 0,54 - 0,59$) nustatytos tarp šluotelės masės, šluotelės ilgio ir grūdų derliaus vienam augalui, tiek šiltnamio, tiek lauko sąlygomis. Šiltnamio derliaus rodikliai (faktinis, teorinis ir grūdų derlius) tarpusavyje koreliavo itin stipriai ($r = 1,0$). Tuo tarpu šluotelės ilgis koreliavo silpnai su kitais morfologiniais požymiais ($r = 0,34 - 0,46$), nustatyta, kad šis rodiklis nėra glaudžiai susijęs su bendru augalo produktyvumu. Galima teigti, kad morfologiniai požymiai yra stabilesni ir labiau genetiškai nulemti, o produktyvumo rodikliai jautresni aplinkos veiksniams.



32 paveikslas. Šiltnamio ir lauko (2025d) duomenų parametų koreliacijos analizė.

Spearman koreliacijos analizė tarp šiltnamio ir lauko (2025e) duomenų atskleidė, kad dauguma ryšių tarp morfologinių ir produktyvumo rodiklių teigiami, jų stiprumas svyravo nuo silpno iki labai stipraus. Stipriausi ryšiai nustatyti tarp augalų aukščio be šluotelės, matuoto šiltnamyje ir lauke ($r = 0,89$), bei tarp bendro augalo aukščio ir aukščio be šluotelės lauko sąlygomis ($r = 0,94$). Iširta, kad šie požymiai yra stabilūs nepriklausomai nuo aplinkos. Vidutinio stiprumo koreliacijos ($r = 0,56 - 0,74$) nustatytos tarp šluotelės ilgio, šluotelės masės ir grūdų derliaus vienam augalui. Šiltnamio derliaus rodikliai buvo glaudžiai susiję tarpusavyje ($r = 1,0$). Silpnos neigiamos koreliacijos ($r = -0,35$) tarp šiltnamio derliaus rodiklių ir kai kurių lauko morfologinių požymių atskleidė, kad produktyvumo tendencijos šiltnamyje ir lauke skyrėsi. Augalų aukščio vertės nustatytos pastovesnės tarp aplinkų, o produktyvumo rodikliai labiau priklausė nuo augimo sąlygų.



33 paveikslas. Šiltnamio ir lauko (2025e) duomenų parametų koreliacijos analizė.

Koreliacijų analizė atskleidė, kad reikšmingi ($p < 0,05$) ryšiai tarp šiltnamio ir lauko duomenų nustatyti tik 2025d ir 2025e laikotarpiais, o 2024a duomenyse reikšmingų koreliacijų nebuvo. Vis dėlto visų laikotarpių analizės tendencingai rodo, kad augalo aukščio požymiai pasižymi didesniu stabilumu tarp aplinkų, o produktyvumo rodikliai yra labiau veikiami aplinkos veiksnių.

20 lentelė. Sorų veislių tyrimas Sora03 (2024) - reguliuojamomis klimato sąlygomis atrinktų genotipų bei Europos rinkoje prieinamų sorų veislių testavimas lauko sąlygomis, bei palyginimas su kitais mažagrūdžiais augalais.

Eil. nr.	Var. nr.	Rūšis	Veislė	Kilmės šalis	Sėklų derlius kg/ha
1	7	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	2509
2	8	Tikroji sora	Bright star	Danija	1063
3	9	Tikroji sora	Kronberger	Vokietija	2650
4	22	Tikroji sora	Lisa	Austrija	1642
5	23	Tikroji sora	Juosvės	Lietuva	1218
6	24 I	Tikroji sora	Rudės	Lietuva	954
7	S58	Tikroji sora	PAN 58	Vengrija	200
8	S737	Tikroji sora	PAN 737	Lenkija	200
9	S897	Tikroji sora	PAN 897	Ukraina	466
10	S901	Tikroji sora	PAN 901	Ukraina	1133
11	S914	Tikroji sora	PAN 914	Lenkija	200
12	S917	Tikroji sora	PAN 917	Lenkija	1199
13	S948	Tikroji sora	PAN 948	Lenkija	1667
14	S950	Tikroji sora	PAN 950	Vengrija	999
15	S998	Tikroji sora	PAN 998	Ukraina	533
16	25	Italinė šerytė	Yellow lily	Danija	2012
17	26	Italinė šerytė	Red rose	Danija	2165
18	27 I	Italinė šerytė	Rudukės	Lietuva	3535
19	27 II	Italinė šerytė	Auksės	Lietuva	3785
20	28	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 13	Olandija	3606
21	29	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 15	Olandija	3747
22	30	Dvispalvis sorgas	Dusormil HD22	Olandija	3370
23	31	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 16	Olandija	4716
24	32	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 17	Olandija	5152
25	33	Dvispalvis sorgas	Dusormil SWE 18	Olandija	5301
26	40	Dvispalvis sorgas	ORYZ-2	Ukraina	4764

3.3. Sorų auginimo technologinių sprendimų bei prisitaikymo prie skirtingų pedoklimatinių sąlygų tyrimas

21 lentelė. Sorų technologijų tyrimas Sora04 (2024) – technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant atrinktas, Europos rinkoje prieinamas sorų veisles. Veiksny – sėjos laikas.

Var. Nr.	Rūšis	Veislė	Kilmės šalis	Veiksnys	Sėjos data	Sėklų derlius kg/ha
1	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	I sėja	Balandžio 15 d.	457
2	Tikroji sora	Bright star	Danija	I sėja	Balandžio 15 d.	432
3	Tikroji sora	Kronberger	Vokietija	I sėja	Balandžio 15 d.	1294
4	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	II sėja	Balandžio 30 d.	1587
5	Tikroji sora	Bright star	Danija	II sėja	Balandžio 30 d.	679
6	Tikroji sora	Kronberger	Vokietija	II sėja	Balandžio 30 d.	2024
7	Tikroji sora	Gelsvė	Lietuva	III sėja	Gegužės 7 d.	2509
8	Tikroji sora	Bright star	Danija	III sėja	Gegužės 7 d.	1063
9	Tikroji sora	Kronberger	Vokietija	III sėja	Gegužės 7 d.	2650
10	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	IV sėja	Gegužės 14 d.	1257
11	Tikroji sora	Bright star	Danija	IV sėja	Gegužės 14 d.	427
12	Tikroji sora	Kronberger	Vokietija	IV sėja	Gegužės 14 d.	1846
13	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	V sėja	Gegužės 22 d.	1142
14	Tikroji sora	Bright star	Danija	V sėja	Gegužės 22 d.	1495
15	Tikroji sora	Kronberger	Vokietija	V sėja	Gegužės 22 d.	1248

22 lentelė. Sorų technologijų tyrimas Sora05 (2024) – technologinių sprendimų testavimas lauko sąlygomis auginant atrinktas, Europos rinkoje prieinamas sorų veisles. Veiksny – tręšimo norma.

Eil. nr.	Var. Nr.	Rūšis	Veislė	Kilmės šalis	Tręšimo N norma kg/ha	Sėklų derlius kg/ha
1	16	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	27 kg N/ ha	1215
2	17	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	36 kg N/ ha	1637
3	18	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	45 kg N/ ha	1261
4	19	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	54 kg N/ ha	1290
5	20	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	63 kg N/ ha	1546
6	21	Tikroji sora	Gelsvės	Lietuva	72 kg N/ ha	1501

23 lentelė. Sorų technologijų tyrimas Lietuvos ūkiuose Sora06 (2024) – atrinktų sorų veislių testavimas skirtingomis agroklimatinėmis Lietuvos sąlygomis, įprastiniuose ir ekologiniuose ūkiuose

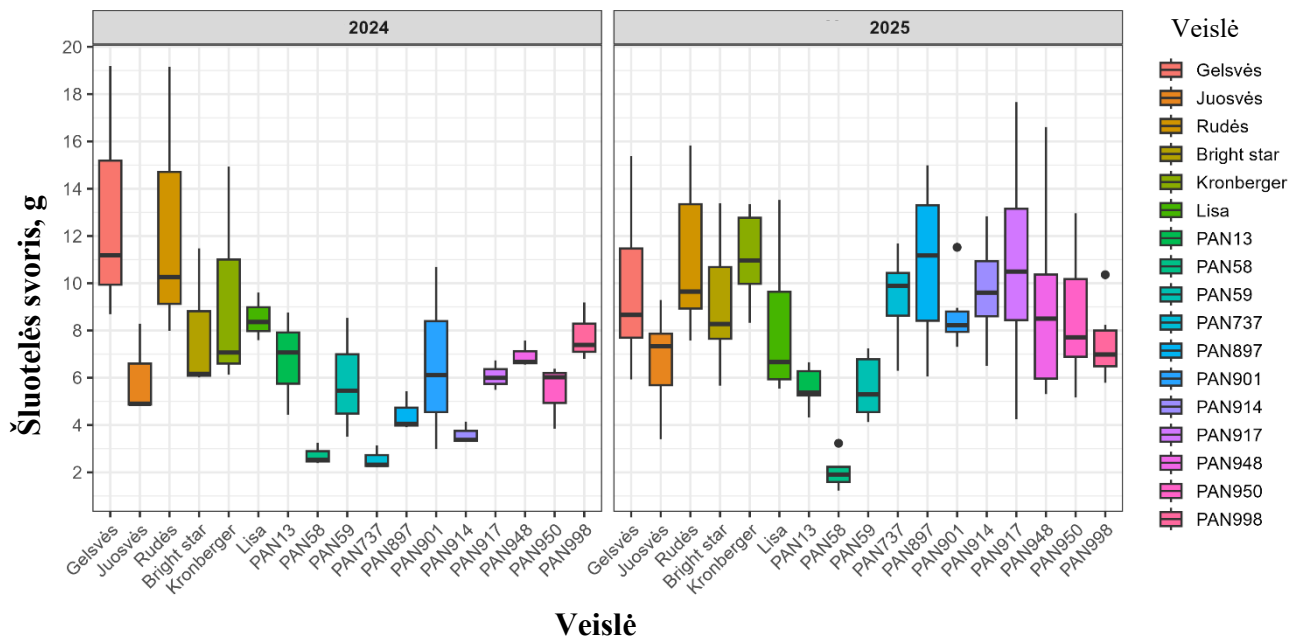
Eil. nr.	Rajonas	Veislė	Lauko plotas	Ūkio tipas	Sėklų derlius kg/ha
1	Plungės	Kronberger	Lietuva	ekologinis	1585
2	Plungės	Lisa	Danija	ekologinis	415
3	Pasvalio	Kronberger	Vokietija	įprastinis	4936
4	Pasvalio	Lisa	Austrija	įprastinis	3759
5	Pasvalio	Gelsvės	Lietuva	įprastinis	3785
6	Kėdainių	Gelsvės	Lietuva	ekologinis	2509
7	Kėdainių	Bright star	Danija	ekologinis	1063
8	Kėdainių	Kronberger	Vokietija	ekologinis	2650
9	Kėdainių	Lisa	Austrija	ekologinis	1642
10	Kėdainių	Juosvės	Lietuva	ekologinis	1218
11	Kėdainių	Rudės	Lietuva	ekologinis	954
12	Alytaus	Gelsvės	Lietuva	įprastinis	2385
13	Alytaus	Rudės	Lietuva	įprastinis	776
14	Utenos	Kronberger	Vokietija	ekologinis	646
15	Utenos	Gelsvės	Lietuva	ekologinis	463
16	Utenos	Rudės	Lietuva	ekologinis	676

24 lentelė. Tirtų vietovių dirvožemio cheminė sudėtis ariamajame sluoksnyje (0–25 cm)

Vietovė	Dirvožemio rūgštingumas (pH _{kCl})	Organinis anglies kiekis (SOC), g·kg ⁻¹	Bendras azoto kiekis (N), g·kg ⁻¹	Judrusis fosforas (P ₂ O ₅), g·kg ⁻¹	Judrusis kalis (K ₂ O), g·kg ⁻¹
Pasvalys	6,4 ± 0,2	2,8 ± 0,2	0,29 ± 0,02	0,173 ± 0,003	0,168 ± 0,002
Alytus	6,8 ± 0,2	2,3 ± 0,1	0,20 ± 0,02	0,131 ± 0,004	0,165 ± 0,009
Kėdainiai	7,0 ± 0,3	2,5 ± 0,3	0,14 ± 0,04	0,093 ± 0,007	0,155 ± 0,007
Utena	6,1 ± 0,3	2,9 ± 0,3	0,27 ± 0,05	0,119 ± 0,008	0,131 ± 0,014
Plungė	6,5 ± 0,3	2,3 ± 0,5	0,18 ± 0,05	0,097 ± 0,013	0,128 ± 0,009

Šluotelės svoris vienam augalui skyrėsi tarp veislių ir tarp metų. 2024 m. didesnis šluotelės svoris nustatytas lietuviškoms veislėms *Gelsvės* ir *Rudės*, taip pat veislėms *Lisa* (Austrija) ir *Kronberger* (Vokietija), o mažesnis – linijoms PAN737 ir PAN914 (Lenkija), PAN58 (Vengrija), PAN897 (Ukraina). 2025 m. kai kurioms linijoms – PAN897 (Ukraina), PAN914, PAN917, PAN737 (Lenkija) ir *Kronberger* (Vokietija) – šluotelės svoris padidėjo, palyginti su 2024 m., o tradicinių lietuviškų veislių (*Gelsvės*, *Juosvės*, *Rudės*) rodikliai išliko panašūs. Dviejų veiksmų ANOVA analizė nustatė reikšmingą veiksmų „Veislė“ ir „Metai“ sąveiką ($p < 0,05$), todėl šluotelės svoris tarp veislių kito priklausomai nuo metų.

Šluotelės svoris, g Pagal veislę ir metus

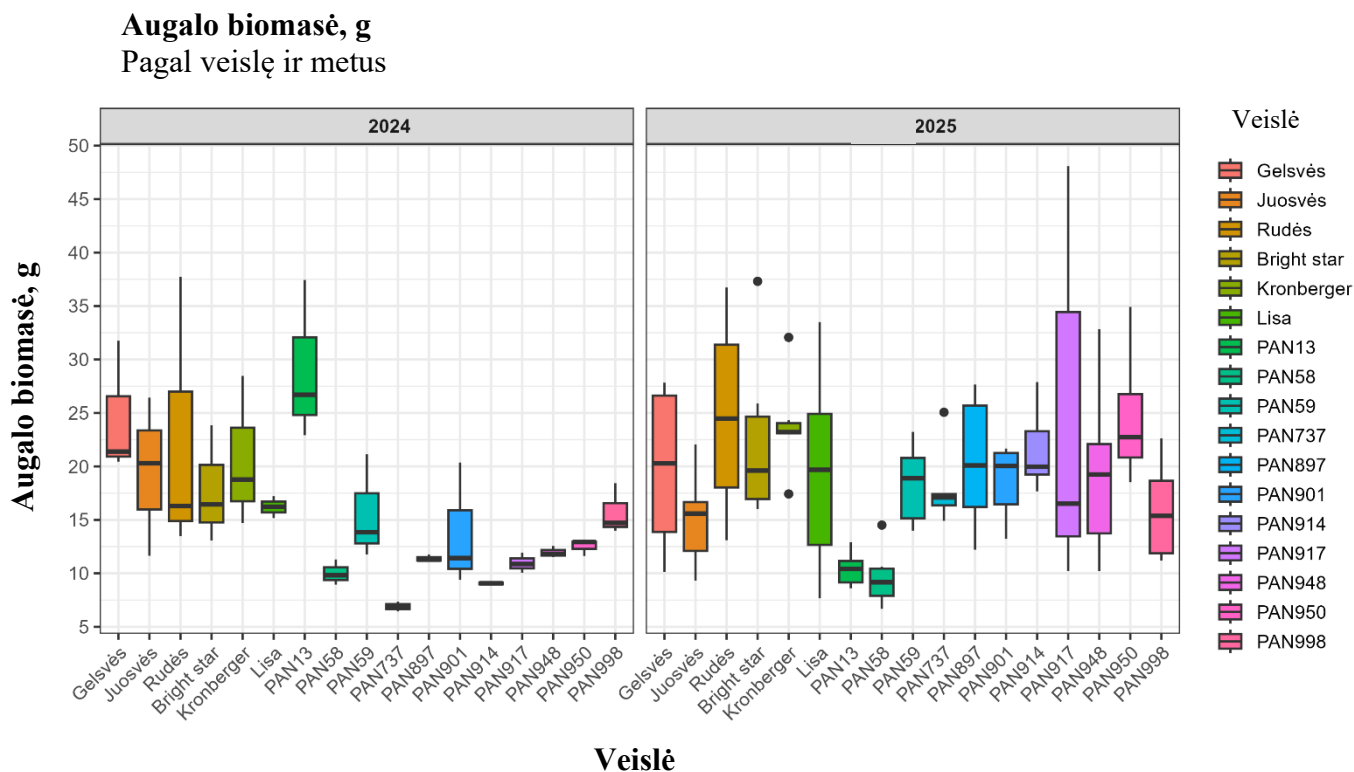


34 pav. Šluotelės svorio pasiskirstymas tarp veislių 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).

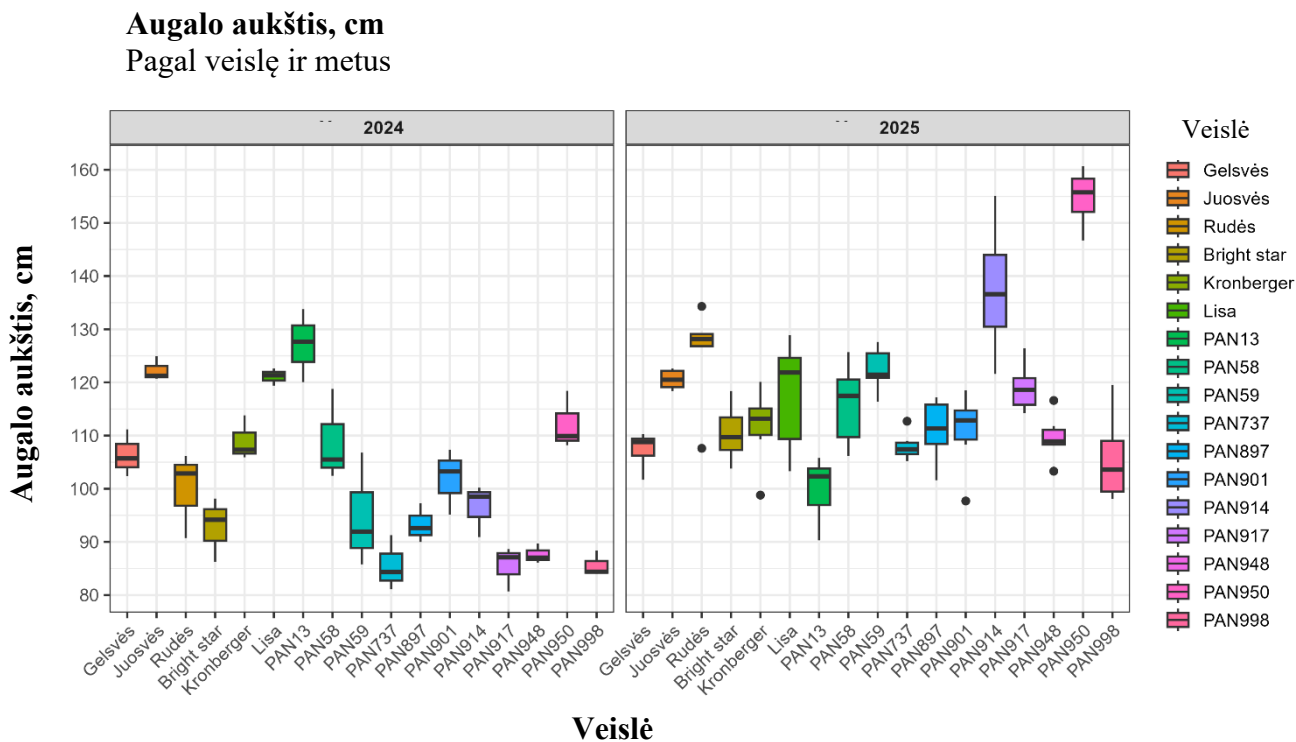
Augalo biomasė 2024 ir 2025 m. reikšmingai skyrėsi tarp veislių. 2024 m. didesnė biomasė nustatyta lietuviškoms veislėms *Gelsvės* ir *Juosvės*, taip pat PAN13 ir *Kronberger* (Vokietija), o mažesnė – linijoms PAN58 (Vengrija), PAN737 ir PAN914 (Lenkija). 2025 m. biomasė padidėjo veislėms *Rudės* (Lietuva), *Kronberger* (Vokietija), PAN901 (Ukraina), PAN897 (Ukraina), PAN737 PAN914, PAN917, PAN948 (Lenkija), PAN59 ir PAN950 (Vengrija), palyginti su 2024 m., o lietuviškų veislių (*Gelsvės*, *Juosvės*) biomasė išliko aukšta arba šiek tiek sumažėjo. Dviejų veiksmų ANOVA analizė nustatė reikšmingą veiksmių „Veislė“ ir „Metai“ sąveiką ($p < 0,05$), todėl augalo biomasės pokyčiai tarp veislių priklausė nuo metų. Šiuos pokyčius lėmė tai, kad 2024 ir 2025 iš esmės skyrėsi vegetacinio sezono oro temperatūra ir drėgmė. 2024 metai buvo šilčiausi per pastarąjį dešimtmetį, o oro temperatūrą reikšmingai viršijo daugiametę. Tuo pat metu 2025-ųjų metų vegetacinis sezonas buvo šalčiausias per dešimtmetį ir kai kuriais mėnesiais nesiekė daugiametės oro temperatūros. Veislės sukurtos šiauresnėmis sąlygomis (pvz. Danijoje) palankiau reagavo į šaltesnes temperatūras, o lietuviškosios pasižymėjo didesne šluotelės biomase bei davė geresnį derlių, esant temperatūroms aukštesnėms nei daugiametis vidurkis.

Sorų aukštis 2024 ir 2025 m. reikšmingai skyrėsi tarp veislių. 2024 m. didesnis sorų aukštis nustatytas lietuviškoms veislėms *Juosvės* ir *Gelsvės*, taip pat *Lisa* (Austrija), PAN13 ir *Kronberger* (Vokietija) – jų vidutinės reikšmės siekė apie 105 – 130 cm. Žemesnės buvo *Bright Star* (Danija) bei lenkiškos linijos PAN737, PAN897 ir PAN998 – apie 85 – 100 cm. 2025 m. kai kurių linijų, ypač *Rudės* (Lietuva) ir lenkiškų veislių PAN914, PAN917 bei PAN950, sorų aukštis padidėjo ir prilygo ar net viršijo tradicinių veislių rodiklius. Dviejų veiksmių ANOVA analizė nustatė reikšmingą

veiksnių „Veislė“ ir „Metai“ sąveiką ($p < 0,05$), todėl augalo aukštis tarp veislių kito priklausomai nuo metų.



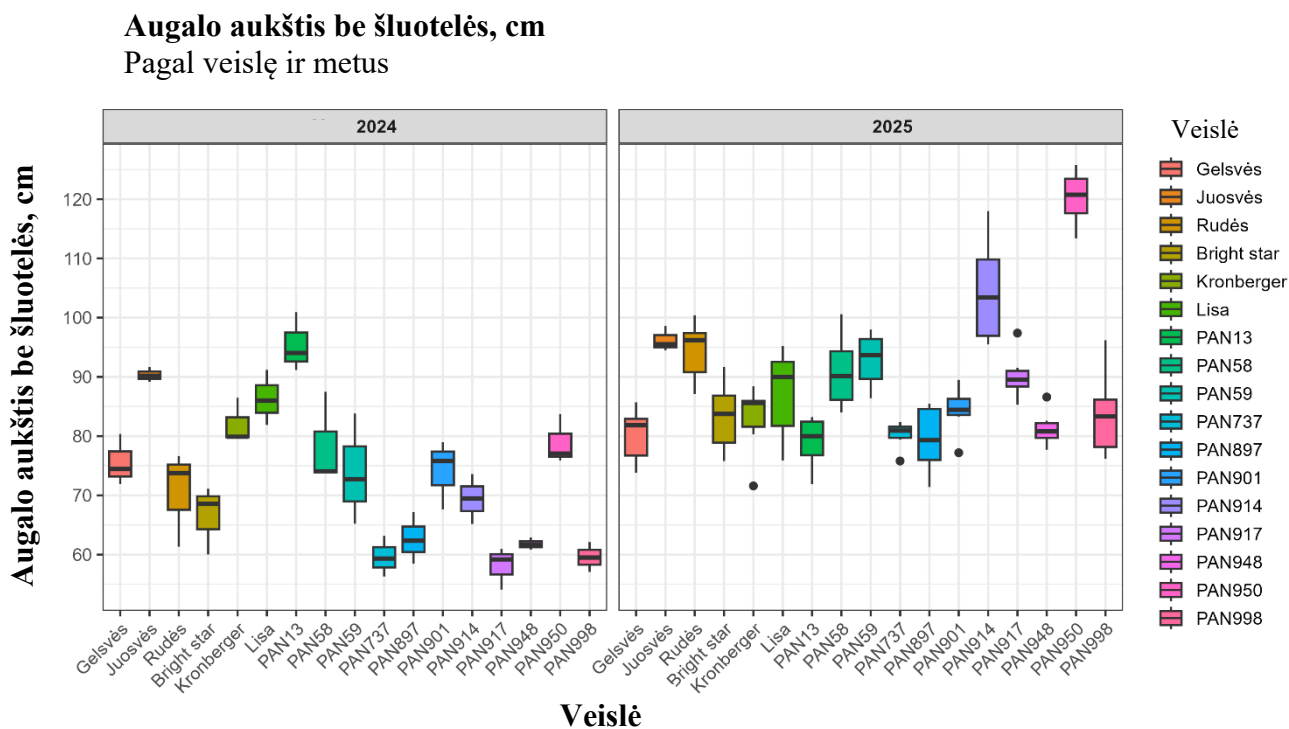
35 pav. Augalo biomasės pasiskirstymas tarp veislių 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).



36 pav. Augalo aukščio pasiskirstymas tarp veislių 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).

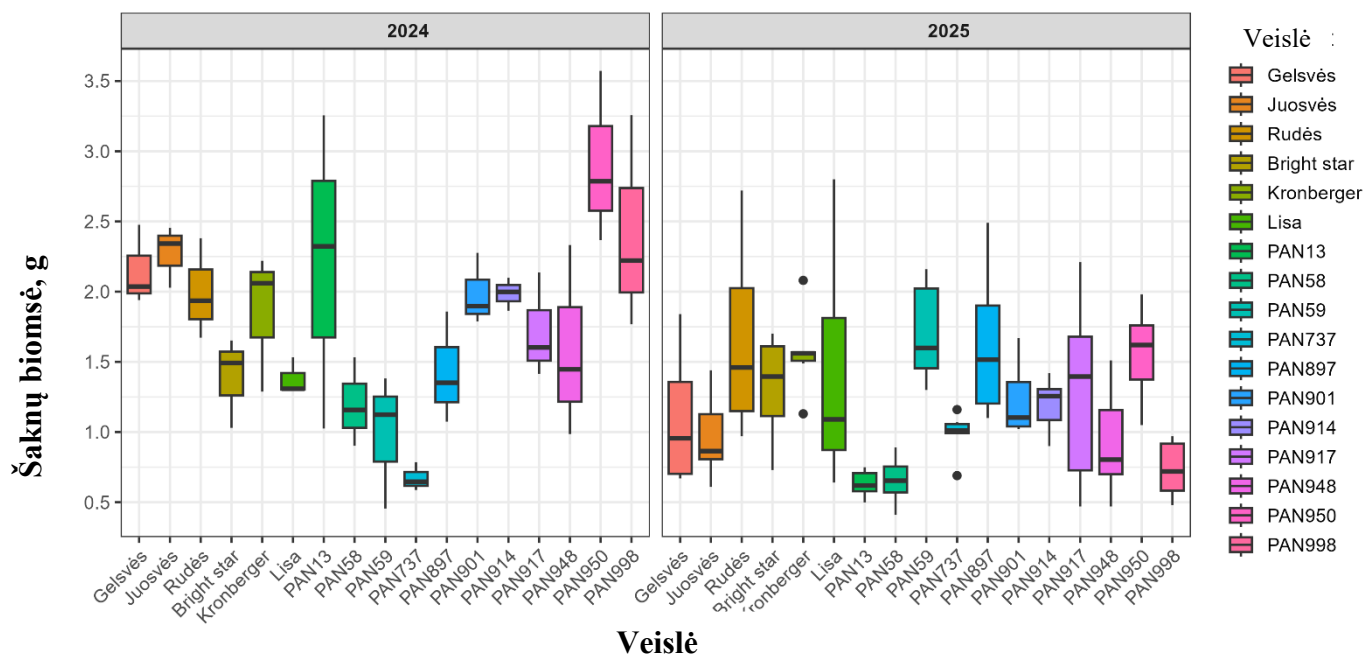
Sorų aukštis be šluotelės 2024 ir 2025 m. reikšmingai skyrėsi tarp veislių. 2024 m. didesnis aukštis be šluotelės nustatytas veislėms *Lisa* (Austrija), lietuviškoms *Juosvės* ir *Gelsvės*, taip pat vokiškoms PAN13 ir *Kronberger* – jų vidutinės reikšmės siekė apie 85 – 95 cm. Mažesnis aukštis nustatytas lenkiškoms linijoms PAN737, PAN917, PAN948 ir PAN998, kurių rodikliai svyravo apie 60 – 70 cm. 2025 m. sorų aukštis be šluotelės padidėjo daugumai linijų, ypač *Rudės* (Lietuva), PAN59 (Vengrija), PAN901 (Ukraina) ir lenkiškoms PAN914, PAN917 bei PAN950, kurios pasiekė ar prilygo tradicinių veislių aukščiui. Dviejų veiksnių ANOVA analizė nustatė reikšmingą veiksnių „Veislė“ ir „Metai“ sąveiką ($p < 0,05$), todėl augalo aukštis be šluotelės tarp veislių kito priklausomai nuo metų.

Šaknų masė 2024 ir 2025 m. reikšmingai skyrėsi tarp veislių. 2024 m. didesnė šaknų masė nustatyta lietuviškoms veislėms *Juosvė* ir *Gelsvės* taip pat PAN13 ir *Kronberger* (Vokietija), PAN950 (Vengrija) ir PAN998 (Lenkija) – jų medianinės reikšmės siekė apie 2,0 – 2,8 g. Mažesnė šaknų masė nustatyta linijoms PAN58 (Vengrija), PAN59 (Čekoslovakija), PAN737 (Lenkija) ir PAN897 (Ukraina), kurių rodikliai svyravo apie 0,3 – 1,2 g. 2025 m. šaknų masė padidėjo kai kurioms linijoms, ypač *Kronberger* (Vokietija), PAN59 (Čekoslovakija), PAN897, PAN901 (Ukraina), PAN914 (Lenkija) ir PAN950 (Vengrija), o tradicinių veislių (*Gelsvės*, *Juosvės*) rodikliai sumažėjo maždaug perpus. Dviejų veiksnių ANOVA nustatė reikšmingą veiksnių „Veislė“ ir „Metai“ sąveiką ($p < 0,05$), todėl šaknų masės pokyčiai tarp veislių priklausė nuo metų.



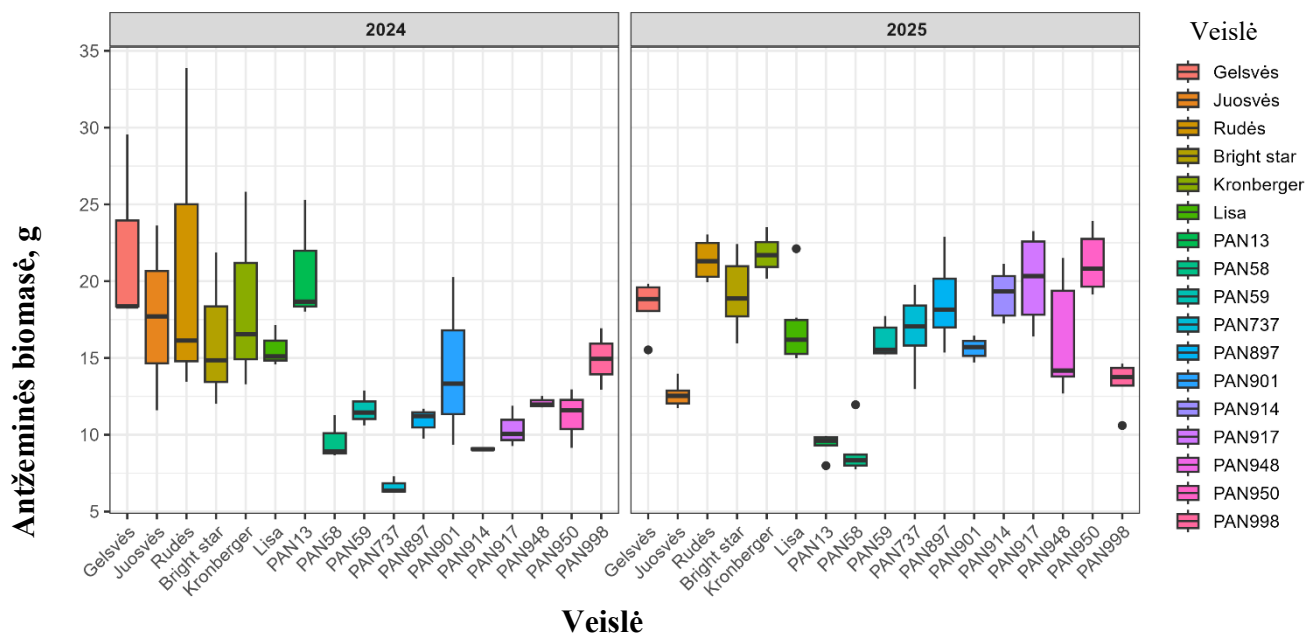
37 pav. Augalo aukštis be šluotelės pagal veisles 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).

Šaknų biomasė, g
Pagal veislę



38 pav. Sorų šaknų masė vienam augalui pagal veisles 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).

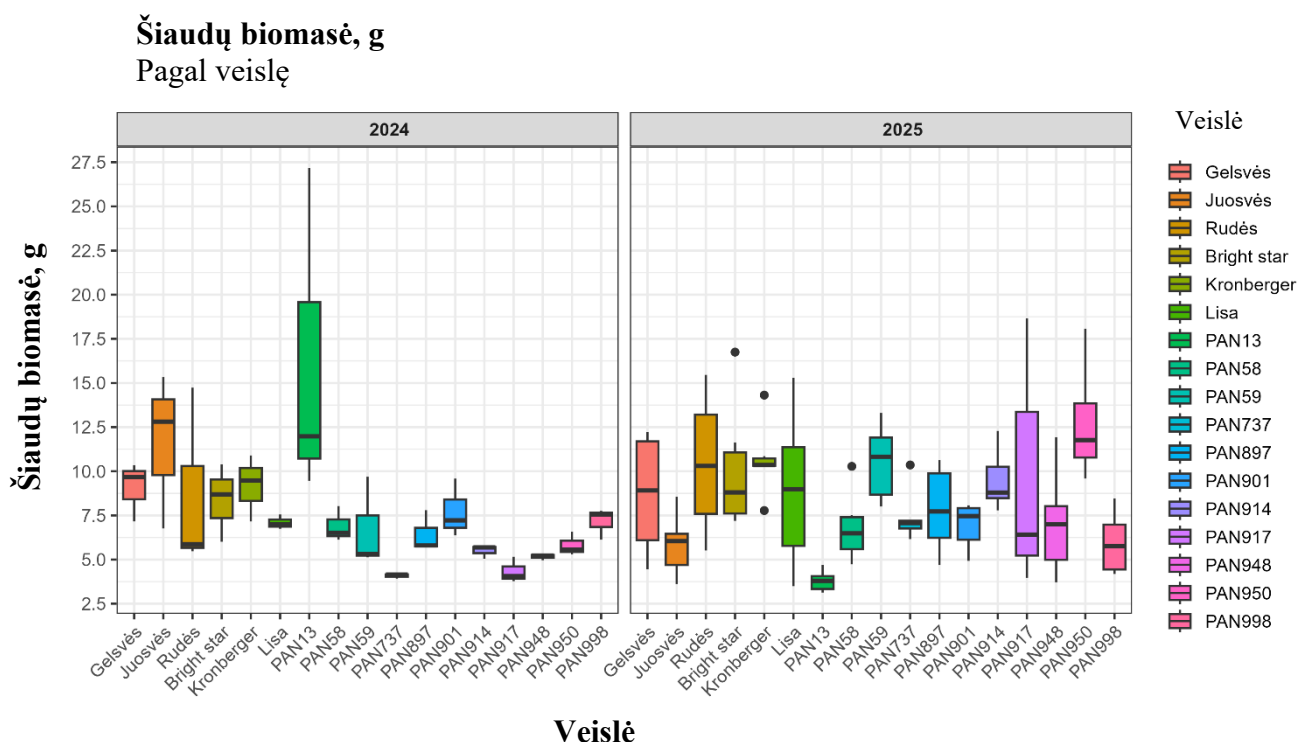
Antžeminės biomasė, g
Pagal veislę



39 pav. Sorų antžeminės dalies masė vienam augalui pagal veisles 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).

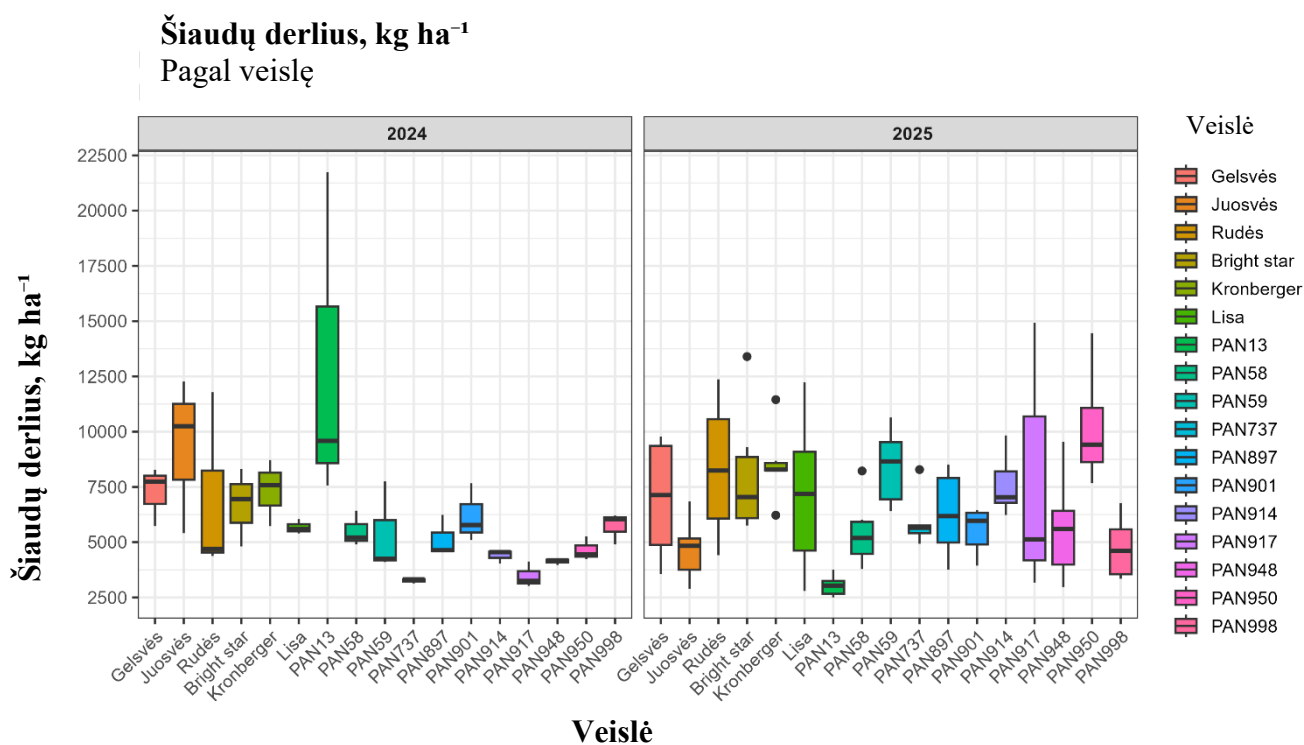
Antžeminės dalies masė 2024 ir 2025 m. reikšmingai skyrėsi tarp veislių. 2024 m. didesnė antžeminės dalies masė nustatyta lietuviškomis veislėms *Gelsvės*, *Juosvės* ir *Rudės*, taip pat PAN13, *Kronberger* (Vokietija) bei *Bright Star* (Danija) – jų medianinės reikšmės siekė apie 15 – 18 g. Mažesnės reikšmės nustatytos linijoms PAN58 (Vengrija), PAN737 ir PAN914 (Lenkija) – jų rodikliai svyravo apie 6 – 10 g. 2025 m. kai kurių linijų antžeminės dalies masė žymiai padidėjo, ypač *Rudės* (Lietuva), *Kronberger* (Vokietija), PAN737, PAN914, PAN917 (Lenkija) ir PAN950 (Vengrija), kurios pasiekė ar viršijo tradicinių veislių lygį (*Gelsvės*, *Juosvės*). Dviejų veiksmių ANOVA nustatė reikšmingą veiksmių „Veislė“ ir „Metai“ sąveiką ($p < 0,05$), todėl antžeminės dalies masės pokyčiai tarp veislių priklausė nuo metų.

Dviejų veiksmių ANOVA nustatė, kad šiaudų masė tarp veislių ir metų reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$), tačiau nustatyta reikšminga „Veislė × Metai“ sąveika ($p < 0,05$), atskleidė, kad skirtumų kryptis priklausė nuo metų. 2024 m. didžiausia šiaudų masė nustatyta veislėms *Juosvės* (Lietuva) ir PAN13 (Vokietija), kiek mažesnė veislių *Gelsvės* (Lietuva) ir *Kronberger* (Vokietija) – jų medianinės reikšmės siekė apie 9 – 12 g. Vidutinis derlius būdingas veislėms *Bright Star* (Danija), *Lisa* (Austrija) ir PAN998 (Ukraina), o mažesnė šiaudų masė nustatyta linijoms *Rudės* (Lietuva), PAN59 (Čekoslovakija), PAN737 (Lenkija) ir PAN917 (Lenkija), kurių medianos buvo apie 4 – 6 g. 2025 m. tradicinių veislių (*Gelsvės*, *Juosvės*) šiaudų masė sumažėjo, o kai kurių linijų – ypač *Rudės* (Lietuva), *Kronberger* (Vokietija), PAN59 (Čekoslovakija) ir PAN950 (Vengrija) – padidėjo, pasiekdamos ar viršydamos tradicinių veislių lygį.



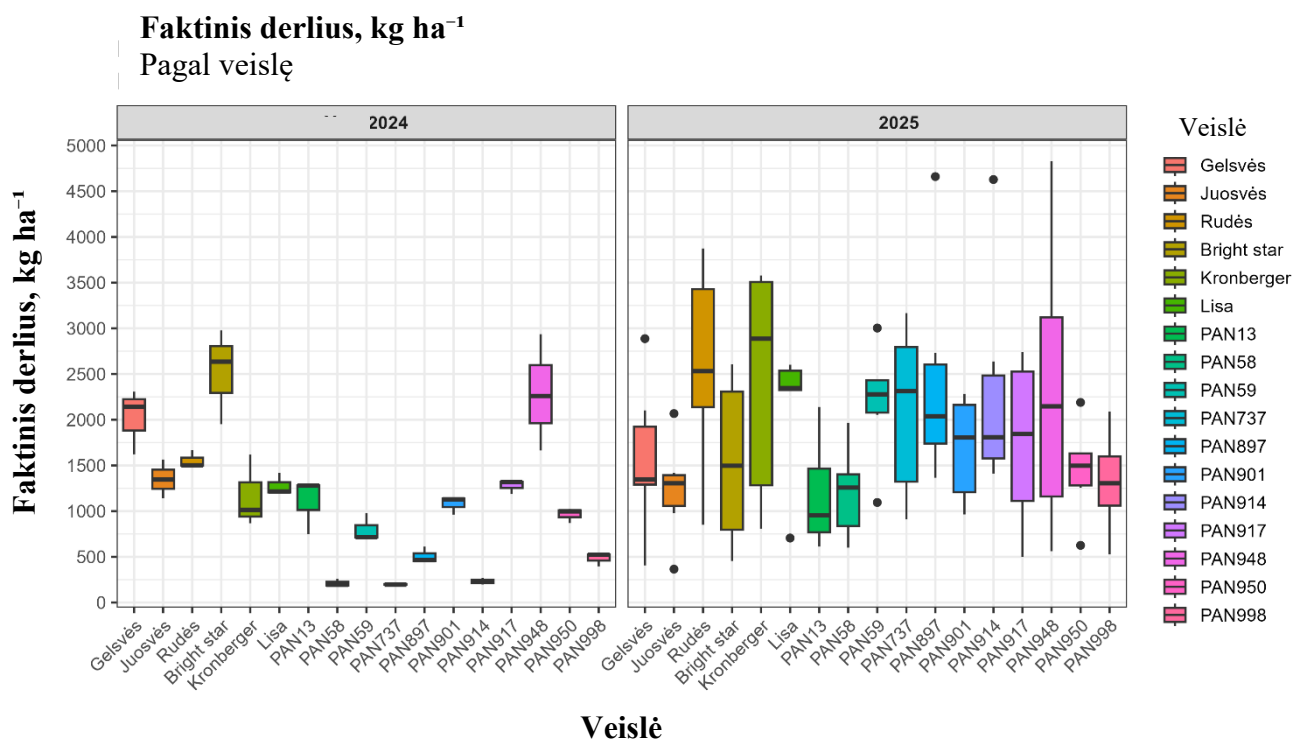
40 pav. Sorų šiaudų masė vienam augalui pagal veisles 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).

Dviejų veiksnių ANOVA atskleidė, kad šiaudų derlius tarp veislių ir metų reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$), tačiau nustatyta reikšminga „Veislė \times Metai“ sąveika ($p < 0,05$), rodanti, kad skirtumų kryptis priklausė nuo metų. 2024 m. didesnis šiaudų derlius nustatytas veislėms *Juosvės* (Lietuva), PAN13 (Vokietija), *Gelsvės* (Lietuva), *Kronberger* (Vokietija) ir *Bright Star* (Danija) – jų medianinės reikšmės siekė apie 7000 – 10 000 kg/ha. Vidutinės reikšmės buvo būdingos veislėms *Lisa* (Austrija), PAN58 (Vengrija) ir PAN998 (Ukraina), o mažesnis derlius (apie 3000 – 6000 kg/ha) nustatytas linijoms PAN897 (Ukraina), PAN914, PAN917, PAN737 ir PAN948 (Lenkija). 2025 m. lietuviškų veislių *Gelsvės* ir *Juosvės* derliaus reikšmės šiek tiek sumažėjo, o didesnis šiaudų derlius nustatytas veislėms *Rudės* (Lietuva), *Kronberger* (Vokietija), *Lisa* (Austrija), PAN59 (Čekoslovakija) ir PAN950 (Vengrija) – jų medianos siekė apie 8000 – 9000 kg/ha. Kai kurių linijų, ypač PAN914 (Lenkija), PAN917 (Lenkija) ir PAN948 (Lenkija), derlius taip pat padidėjo, priartėdamas prie tradicinių veislių lygio.



41 pav. Sorų šiaudų derlius kg ha⁻¹ pagal veisles 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).

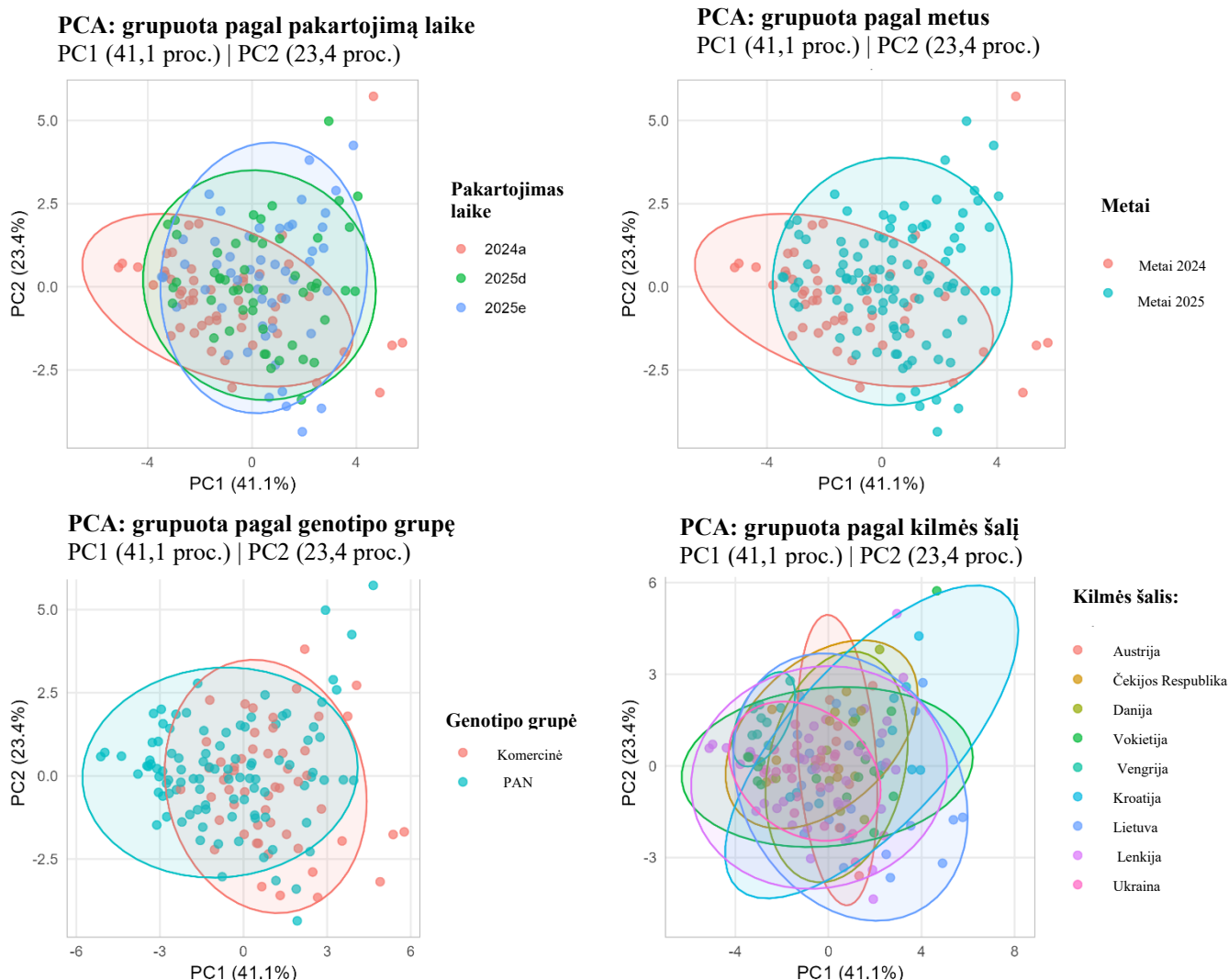
Faktinis derlius 2024 ir 2025 m. kito tarp veislių, tačiau šie skirtumai priklausė nuo metų. Pagal dviejų veiksnių ANOVA nustatyta, kad pagrindinio veiksnio „Veislė“ poveikis nebuvo reikšmingas ($p > 0,05$), tuo tarpu veiksnio „Metai“ poveikis buvo reikšmingas ($p < 0,05$), ir nustatyta reikšminga jų tarpusavio sąveika ($p < 0,05$). 2024 m. didesnis derlius nustatytas veislėms *Bright Star* (Danija), *Gelsvės* ir *Rudės* (Lietuva) – jų medianinės reikšmės siekė apie 2000 – 2600 kg/ha. Vidutinės reikšmės (apie 1000 – 1500 kg/ha) būdingos veislėms *Juosvės* (Lietuva), *Lisa* (Austrija) ir PAN13 (Vokietija), o mažesnis derlius (apie 300 – 1100 kg/ha) nustatytas daugumai PAN linijų, tarp jų PAN58 (Vengrija), PAN737 (Lenkija) ir PAN897 (Ukraina). 2025 m. didesnis derlius nustatytas veislėms *Kronberger* (Vokietija), *Lisa* (Austrija) ir *Rudės* (Lietuva) – jų medianos siekė apie 2300 – 2800 kg/ha. Taip pat išaugo kai kurių linijų, ypač PAN59 (Čekoslovakija), PAN737 (Lenkija), PAN897 (Ukraina), PAN914, PAN917 ir PAN948 (Lenkija), derlius, kuris priartėjo prie tradicinių veislių lygio.



pav. Sorų faktinis grūdų derlius kg ha⁻¹ pagal veisles 2024 ir 2025 metais (dėžės diagrama, Boxplot).

Pagrindinių komponentų analizės rezultatai atskleidė, kad pirmieji du komponentai PC1 ir PC2 paaikšina 64,5 proc., visos duomenų variacijos. Vertinant mėginius pagal pakartojimą, metus, genotipo grupę ir kilmės šalį, reikšmingų struktūrinių skirtumų nenustatyta. Nedidelis skirtumas tarp metų nustatė, kad duomenų kintamumui didžiausią įtaką turėjo aplinkos sąlygos, o ne genetiniai ar geografiniai veiksniai. Genotipo ir kilmės veiksniai neturėjo esminės įtakos bendram požymių pasiskirstymui. Tai leidžia teigti, kad tirtų požymių

variacija daugiausia susijusi su aplinkos poveikiu, o ne su genetiniais ar geografiniais skirtumais.



Sorų biometriniai rodikliai ir grūdų derlius ūkiuose

Išsami analizė, apimanti ūkio tipą, dirvožemio tipą ir veislę, parodė reikšmingus skirtumus tarp šių veiksnių derinių, vertinant sorų šaknų biomasę, bendrą augalo biomasę ir šiaudų biomasę. Biometrinių rodiklių analizė atskleidė, kad antžeminė biomasė, šaknų biomasė, varpos masė, varpos ilgis ir augalo aukštis statistiškai reikšmingai skyrėsi tarp tiriamų variantų (25 lentelė). Nustatyta, kad ekologinėje ūkininkavimo sistemoje lengvo priemolio dirvožemyje didžiausia antžeminė biomasė (11,6 g) ir šaknų biomasė (2,4 g) išsiskyrė veislės *Juosvės*. Taikant ekologinį ūkininkavimą didžiausia varpos masė (9,8 g) nustatyta veislei *Rudės*. Tuo tarpu intensyvaus ūkininkavimo sąlygomis sunkaus priemolio dirvožemyje veislės *Gelsvės*, *Kronberger* ir *Lisa* sukaupė panašius, gana didelius antžeminės biomasės kiekius (9,0 – 9,4 g) ir šaknų biomasės kiekius (1,6 – 2,0 g). Mažiausi

biometriniai rodikliai nustatyti ekologiniame ūkyje lengvo smėlio dirvožemyje, kur visoms veislėms antžeminė biomasė svyravo nuo 2,3 iki 3,3 g, o šaknų biomasė – nuo 0,3 iki 0,5 g.

25 lentelė. Sorų biometrijos rodikliai, priklausomai nuo ūkio tipo ir dirvožemio (duomenys įvertinti pagal Duncan testą, $p < 0,05$)

Ūkio tipas	Dirvožemio tipas (vietovė)	Veislė	Antžeminė biomasė (g)	Šaknų biomasė (g)	Varpos masė (g)	Varpos ilgis (cm)	Augalo aukštis (cm)
Intensyvus	Sunkaus priemolio glėjiškas rudžemis (Pasvalys)	Gelsvės	9,4 b	2,04 ab	9,6 a	28,5 cdef	91,3 h
		Kronberger	9,0 b	1,77 bc	9,4 a	27,7 def	104,5 d
		Lisa	9,2 b	1,56 bc	9,3 a	34,2 a	120,9 a
	Lengvo priemolio nepasotintas balkšvažemis (Plungė)	Gelsvės	8,7 b	1,73 bc	5,9 c	32,9 ab	89,2 h
		Rudės	2,9 e	0,43 d	3,7 d	28,7 cdef	104,4 d
	Ekologinis	Priesmėlis, karbonatingas rudžemis (Kėdainiai)	Gelsvės	7,0 c	1,59 bc	7,8 abc	32,7 ab
Juosvės			11,6 a	2,39 a	5,8 c	31,8 abc	122,2 a
Rudės			6,3 d	2,37 a	9,8 a	29,3 bcde	99,7 e
Bright Star			8,6 b	1,39 cd	7,1 bc	25,5 efg	102,3 e
Kronberger			8,7 b	1,71 bc	7,0 bc	25,0 fg	120,4 a
Lisa			7,1 bc	1,68 bc	8,4 ab	34,2 a	120,9 a
Lengvo priemolio pasotintas balkšvažemis (Alytus)		Kronberger	4,2 de	0,78 d	3,7 cd	22,1 g	93,5 f
		Lisa	4,0 de	0,46 d	1,4 e	26,2 def	120,4 a
		Lengvas pasotintas smėlžemis (Utena)	Gelsvės	2,9 e	0,52 d	2,3 de	29,8 bcd
Kronberger			3,3 e	0,46 d	2,3 de	29,6 bcd	76,0 j
Lisa			2,3 e	0,28 d	1,5 e	26,2 def	78,3 i

Grūdų derliaus ir jo komponentų analizė taip pat atskleidė reikšmingus skirtumus tarp tiriamų variantų (26 lentelė). Didžiausi grūdų derliai gauti taikant intensyvaus ūkininkavimo sistemą sunkaus priemolio dirvožemyje, kur veislės *Gelsvės*, *Kronberger* ir *Lisa* išsiskyrė labai panašiais derliaus rodikliais – nuo 6015 iki 6057 kg/ha. Ekologinėje ūkininkavimo sistemoje lengvo priemolio dirvožemyje išsiskyrė veislė *Rudės*, kurios grūdų derlius siekė 5603 kg/ha tai gerokai daugiau nei kitų veislių, augintų ekologinėmis sąlygomis. Grūdų skaičius augale ir tūkstančio grūdų masė taip pat aiškiai priklausė nuo dirvožemio tipo ir ūkininkavimo sistemos. Intensyvioje ūkininkavimo sistemoje sunkaus priemolio dirvožemyje veislė *Lisa* išsiskyrė didžiausiu grūdų skaičiumi augale (1105,8 vnt.), o didžiausia tūkstančio grūdų masė (9,0 g) nustatyta veislei *Gelsvės*. Tuo tarpu ekologinėje sistemoje

lengvo priemolio dirvožemyje daugiausia grūdų viename augale (1200 vnt.) suformavo veislė *Rudės*, tačiau šios veislės tūkstančio grūdų masė buvo mažesnė (5,7 g). Šiaudų biomasė taip pat buvo didesnė intensyvioje ūkininkavimo sistemoje, ypač sunkaus priemolio dirvožemyje, kur veislėms *Kronberger*, *Gelsvės* ir *Lisa* siekė nuo 8491 iki 9466 kg/ha ($p < 0,0001$). Vis dėlto, ekologinėje sistemoje lengvo priemolio dirvožemyje didžiausia šiaudų biomasė nustatyta veislei *Juosvės* – 11518 kg/ha, nors kitų veislių šiaudų derlius ekologinėmis sąlygomis buvo reikšmingai mažesnis. Nustatyta, kad intensyvaus ūkininkavimo sistema ir stambesnės granuliometrinės sudėties (sunkesni) dirvožemiai sudaro palankesnes sąlygas sorų grūdų derliui ir jo komponentų formavimuisi, palyginti su ekologine sistema, tačiau veislių reakcija priklausė nuo ūkininkavimo praktikos ir dirvožemio tipo.

26 lentelė. Sorų derliaus rodikliai, priklausomai nuo ūkio tipo ir dirvožemio (duomenys įvertinti pagal Duncaną testą, $p < 0,05$)

Ūkio tipas	Dirvožemio tipas (vietovė)	Veislė	Sėklų skaičius (vnt.)	Sėklų derlius nuo augalo (g)	Grūdų derlius (kg/ha)	Šiaudų derlius (kg/ha)	Tūkstančio grūdų masė (g)
Intensyvus	Sunkus priemolis, glejiškas rudžemis (Pasvalys)	Gelsvės	822 cd	7,54 a	6034 a	9466 ab	9,03 a
		Kronberger	981 abc	7,57 a	6057 a	8491 bc	7,72 b
		Lisa	1106 ab	7,52 a	6015 a	9179 ab	6,77 de
	Lengvas priemolis, nepasiotintas balkšvažemis (Plungė)	Gelsvės	561 ef	3,94 de	3148 de	8175 bc	6,94 bcd
		Rudės	695 de	1,58 gf	1260 fg	2612 d	2,29 i
	Ekologinis	Priesmėlis, karbonatingas rudžemis (Kėdainiai)	Gelsvės	837 cd	5,55 bcd	4436 bcd	7093 bc
Juosvės			754 cde	4,14 de	3308 de	11518 a	5,50 gh
Rudės			1200 a	7,00 ab	5603 ab	6693 c	5,73 fg
Bright Star			657 def	5,04 cd	4031 cd	8511 bc	7,72 b
Kronberger			655 def	4,99 de	3989 cd	8742 bc	7,63 bc
Lisa			956 bc	6,03 abc	4820 abc	7102 bc	6,28 ef
Lengvas priemolis, pasiotintas balkšvažemis (Alytus)		Kronberger	420 fg	3,03 ef	2730 ef	4178 d	7,17 bcd
		Lisa	229 g	1,20 g	1065 g	4033 d	3,55 i
Lengvas pasiotintas smėlis (Utena)		Gelsvės	259 g	1,32 g	1293 fg	3098 d	4,87 h
		Kronberger	280 g	1,45 g	1353 fg	3325 d	4,75 h
		Lisa	201 g	1,11 g	1084 g	2338 d	5,08 gh

Nustatyta, kad ūkio tipas (F), dirvožemio tipas (S) ir veislė (V) turėjo skirtingą poveikį sorų biometriniais rodikliais ir derliaus komponentams. Nustatyta, kad visi trys veiksniai (F, S, V) turėjo reikšmingą įtaką grūdų skaičiui, šaknų biomasės kiekiui ir tūkstančio grūdų masei. Grūdų derliui

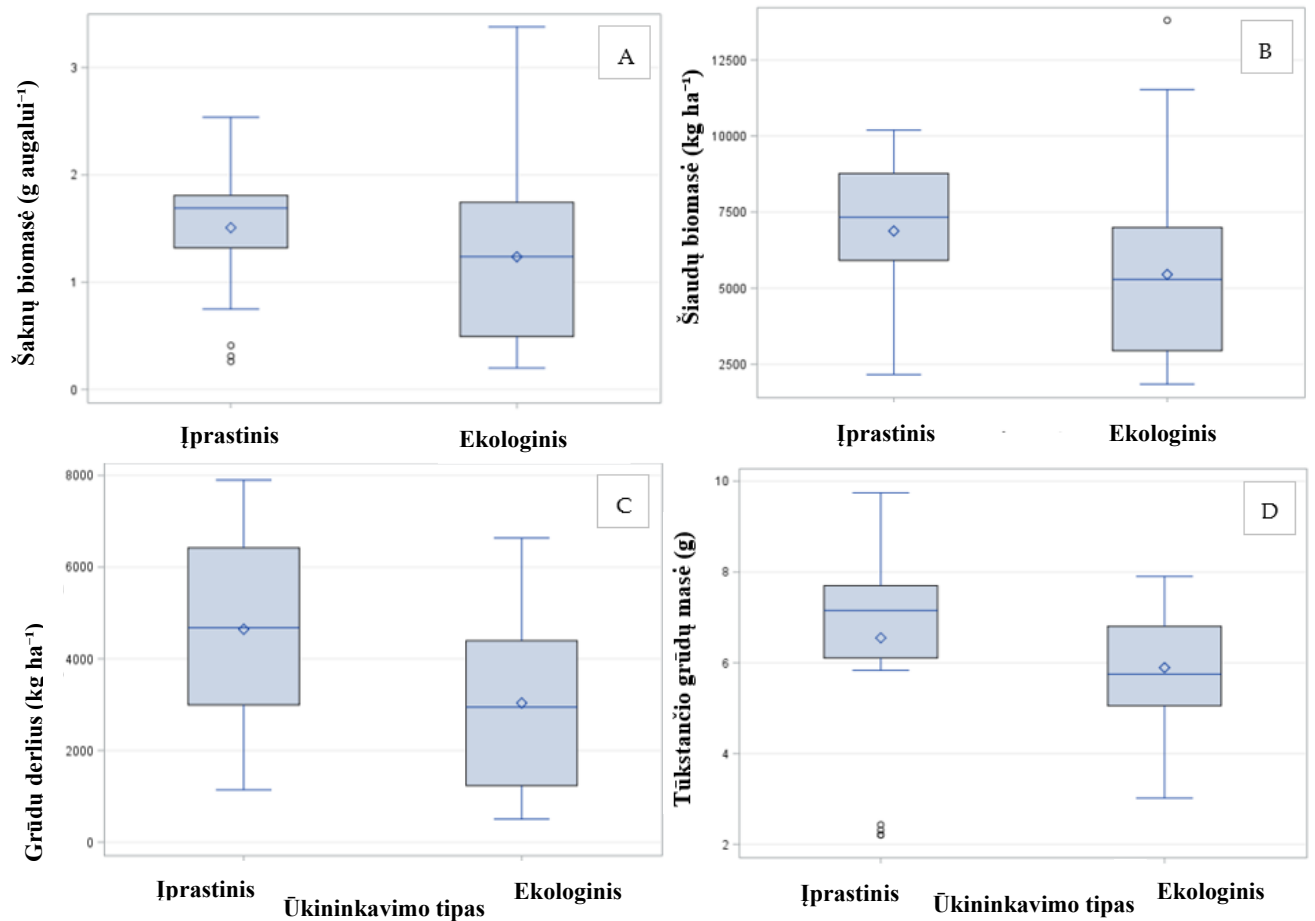
reikšmingą įtaką darė ūkio tipas ir dirvožemio tipas, tuo tarpu veislės poveikis šiam rodikliui nebuvo reikšmingas. Be to, ūkio tipo ir veislės sąveika statistiškai reikšmingai veikė daugumą vertintų rodiklių (27 lentelė).

27 lentelė. Veiksnių ir jų sąveikų statistinis reikšmingumas sorų biometrijos rodikliams ir derliaus komponentams

Veiksniai (Treatment)	DF	Antžeminė biomasė	Grūdų skaičius	Šaknų biomasė	Tūkstančio grūdų masė	Grūdų derlius	Šiaudų derlius
Ūkio tipas (F)	1	**	**	*	**	**	**
Dirvožemio tipas (S)	2	**	**	**	**	**	**
Veislė (V)	5	**	**	**	**	ns	**
Ūkio tipas × Dirvožemio tipas (F × S)	0	n/t	n/t	n/t	n/t	n/t	n/t
Ūkio tipas × Veislė (F × V)	3	*	*	ns	**	*	ns
Dirvožemio tipas × Veislė (S × V)	2	ns	ns	**	**	ns	ns
Ūkio tipas × Veislė × Dirvožemio tipas (F × S × V)	0	n/t	n/t	n/t	n/t	n/t	n/t
Kintamumo koeficientas (Coef. of variation)		28,29	32,52	34,27	12,00	34,03	28,85
Koeficientas (R ²)		0,723	0,677	0,723	0,859	0,714	0,704

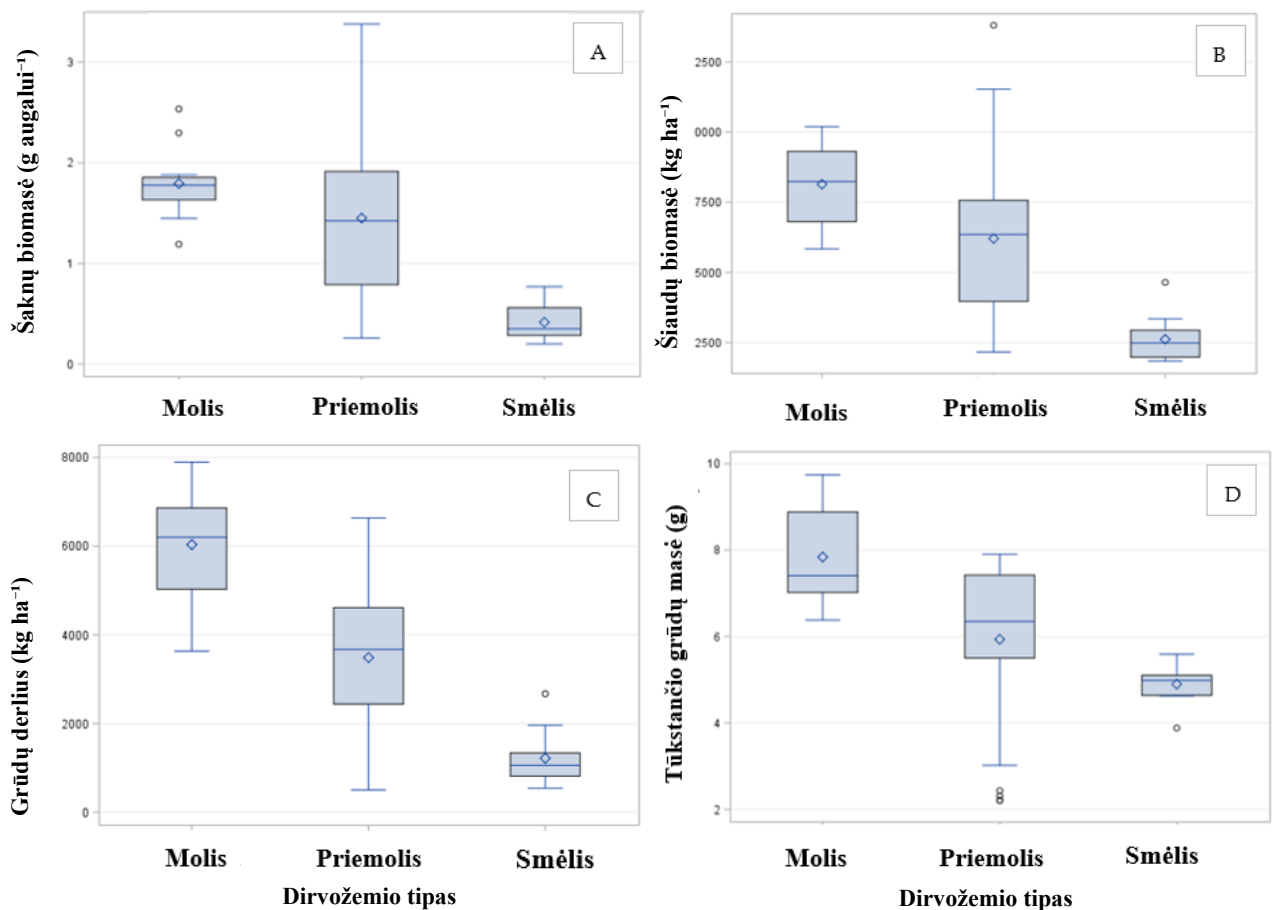
Pastaba: ns – nereikšminga ($p > 0,05$); * – reikšminga ($p < 0,05$); ** – labai reikšminga ($p < 0,01$); n/t – netaikoma (sąveikos nevertintos dėl neigiamų ANOVA prielaidų veiksnių kombinacijoms).

Biomasės rodiklių analizė atskleidė, kad šaknų biomasės kintamumas ekologinėje ūkininkavimo sistemoje buvo didesnis nei intensyvioje sistemoje, nors intensyvioje sistemoje nustatyta didesnė šaknų biomasės medianinė vertė (2A pav.). Iširta, kad ekologinėje sistemoje šaknų vystymasis buvo mažiau tolygus, tikėtina, dėl nevienodo maisto medžiagų prieinamumo. Šiaudų biomasės analizė atskleidė panašią tendenciją – intensyvioje sistemoje šiaudų biomasės medianinė vertė buvo didesnė, o duomenų sklaida mažesnė, palyginti su ekologine sistema (2B pav.). Grūdų derlius ir tūkstančio grūdų masė taip pat buvo didesni, o jų duomenų kintamumas mažesnis intensyvioje ūkininkavimo sistemoje, palyginti su ekologine (2C, D pav.). Šie rezultatai atskleidžia, kad intensyvioji ūkininkavimo sistema sudaro palankesnes ir stabilesnes augimo sąlygas sorų augalams.



25 paveikslas. Sorų šaknų ir šiaudų biomasės, grūdų derliaus ir tūkstančio grūdų masės pasiskirstymas, priklausomai nuo ūkininkavimo tipo (įprastinio ir ekologinio)

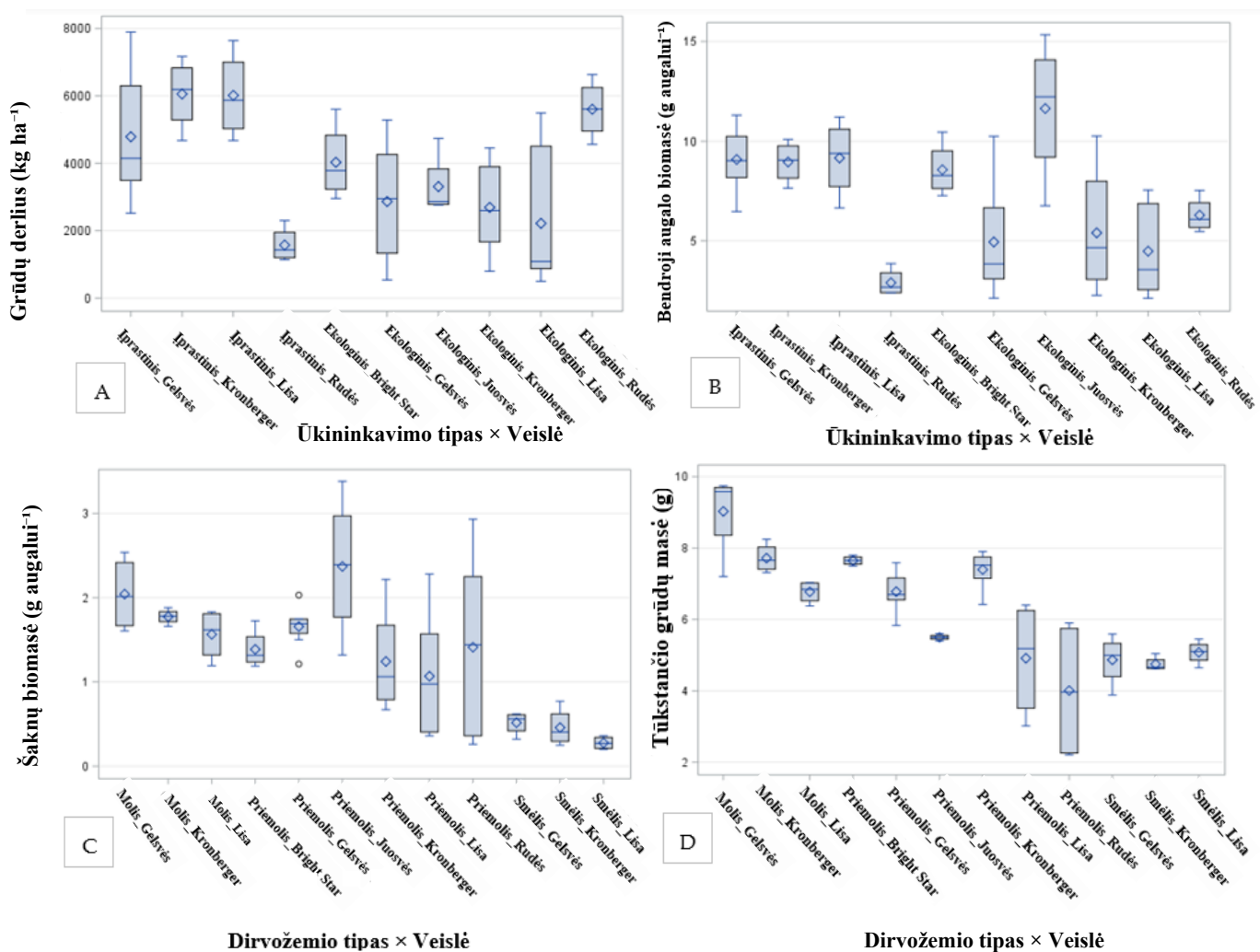
Biomasės parametrų analizė pagal dirvožemio tipus atskleidė, kad didžiausia šaknų biomasė nustatyta sunkesnės granulometrinės sudėties – priemolio – dirvožemyje. Lengvo priemolio dirvožemyje nustatytas didesnis šaknų biomasės kintamumas, patvirtinantis netolygias šaknų augimo sąlygas, o smėlio dirvožemyje nustatytos mažiausios medianos reikšmės. Analizuojant šiaudų biomasę, taip pat nustatyta, kad priemolio dirvožemis sudarė palankiausias augimo sąlygas, čia nustatyta didžiausia medianos reikšmė ir maža duomenų sklaida (26 B pav.). Mažiausios medianos ir mažiausias kintamumas pagal grūdų derlių bei tūkstančio grūdų masę nustatyti smėlio dirvožemyje, o lengvo priemolio dirvožemis pasižymėjo didelėmis reikšmių variacijomis, rodančiomis nevienodas sorų augimo sąlygas (26 C, D pav.). Apibendrinant galima teigti, kad priemolio dirvožemyje auginti augalai pasižymėjo didžiausiomis medianos reikšmėmis ir stabiliausiais biomasės pasiskirstymo rodikliais, lengvo priemolio dirvožemyje – vidutinėmis reikšmėmis ir dideliu kintamumu, o smėlio dirvožemyje – mažiausiomis medianomis ir mažu duomenų kintamumu (26 A – D pav.). Šie rezultatai atspindi rodo, kad sunkesnės granulometrinės sudėties (priemolio) dirvožemiai sudaro palankiausias ir stabiliausias sąlygas paprastosios soros produktyvumui formuotis.



26 paveikslas. Paprastosios soros šaknų biomasės (A), šiaudų biomasės (B), grūdų derliaus (C) ir tūkstančio grūdų masės (D) pasiskirstymas priklausomai nuo dirvožemio tipo (molingi, priemolio arba smėlingi dirvožemiai).

Veislių įtaka vertinta analizuojant jų sąveikos efektus su ūkininkavimo sistema ir dirvožemio tipu. Skirtingose vietovėse tirti sorų veislių deriniai parinkti atsižvelgiant į ūkininkų pasirinkimą konkrečiuose regionuose, todėl ne visos veislės buvo vienodai pakartotos kiekviename vietoje. Tokiu būdu tyrime taikytas autentiškas, realiomis lauko sąlygomis pagrįstas veiksmų derinys. Atlikta analizė nustatė, kad paprastosios soros veislės statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal grūdų derlių ir antžeminės biomasės rodiklius, priklausomai nuo ūkininkavimo sistemos, bei pagal šaknų biomasę ir tūkstančio grūdų masę, priklausomai nuo dirvožemio tipo. Tarp ūkininkavimo sistemų didžiausias kintamumas nustatytas veislei *Rudės*, kuri ekologinėje ūkininkavimo sistemoje išsiskyrė didesniais produktyvumo rodikliais nei intensyvioje (27 A pav.). Tuo tarpu veislių *Gelsvės*, *Kronberger* ir *Lisa* rodikliai intensyvioje sistemoje panašūs ir statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Panaši tendencija – panašios reikšmės, bet didelis vidinis duomenų kintamumas – buvo būdinga veislėms *Bright Star*, *Juosvės*, *Gelsvės*, *Kronberger* ir *Lisa*. Apibendrinant galima teigti, kad dauguma veislių nereagavo specifiskai į ūkininkavimo ar dirvožemio tipus, todėl nėra pagrindo išskirti konkrečias veisles, labiausiai tinkančias tam tikroms sąlygoms. Bendros augalo biomasės rezultatai atskleidė reikšmingą kintamumą tarp skirtingų veiksmų derinių. Didžiausia medianos reikšmė nustatyta intensyvioje

ūkininkavimo sistemoje, auginant veislę *Lisa*, o mažiausia – ekologinėje sistemoje, taip pat veislei *Lisa* (27 B pav.). Šaknų biomasė pasižymėjo didžiausia medianos reikšme ir didžiausiu duomenų kintamumu ekologinėje sistemoje lengvo priemolio dirvožemyje, kur išsiskyrė veislė *Juosvės*. Tuo tarpu mažiausios reikšmės nustatytos ekologinėje sistemoje smėlio dirvožemyje, veislei *Lisa* (27 C pav.). Veislės ir dirvožemio tipo sąveika turėjo statistiškai reikšmingą poveikį tūkstančio grūdų masei (27 D pav.). Sunkaus priemolio dirvožemyje didžiausia tūkstančio grūdų masė nustatyta veislei *Gelsvės*, o ekologinėje sistemoje – veislei *Kronberger*. Smėlio dirvožemyje visų tirtų veislių tūkstančio grūdų masė maža, nustatyta, kad ši dirvožemio tekstūra sudarė mažiau palankias sąlygas grūdų masei formuotis. Šie rezultatai patvirtina, kad sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvožemiai ir intensyvaus ūkininkavimo sąlygos yra palankesnės paprastosios soros biomasės ir grūdų masės formavimuisi, tačiau atskirų veislių reakcijos priklauso nuo konkretaus dirvožemio tipo ir auginimo sistemos.



27 paveikslas. Paprastosios soros grūdų derlius (A) ir antžeminė biomasė (B), priklausomai nuo ūkininkavimo sistemos ir veislės sąveikos, bei šaknų biomasė (C) ir tūkstančio grūdų masė (D), priklausomai nuo dirvožemio tipo ir veislės sąveikos.

DISKUSIJA

Analizuojant įvairių vertingų (pupinių ir netradicinių) javų auginimą Lietuvoje, pastebėta, kad susidomėjimas soromis auga. Didėja jų auginimo plotai ir jas auginančių ūkininkų skaičius Lietuvoje. 2023 metais augintų sorų plotas buvo didesnis nei sorgų, avinžirnių, burnočių, balandų ir lęšių. Daugiau auginama tik sojų, pupų ir žirnių. Lęšių deklaruotas plotas buvo itin mažas ir 2023 metais juos rinkosi auginti tik 5 ūkininkai.

17 lentelė. 2023 m. deklaruoto bendro ploto soroms ir lęšiams palyginimas su kitais vertingais pupiniais ir netradiciniais augalais Lietuvoje 2020 ir 2021 metais

Nr.	Augalo rūšis	Plotas deklaruotas 2020, ha	Plotas deklaruotas 2021, ha	Plotas deklaruotas 2023, ha	Deklaravusių ūkininkų skaičius, 2023
1	Žirniai	64 480.27	64 404.73	77236.35	11035
2	Pupos	58 679.57	78 053.09	82 048.95	4720
3	Sojos	2 076.33	1 559.95	1418.66	33
4	Lęšiai	40.28	6.60	18.52	5
4	B. balanda	33.91	0.06	0.00	0
5	Burnotis	0.22	4.72	0.00	0
6	Avinžirniai	0.00	0.00	27.05	5
7	Soros	131.65	300.00	337.2	32
8	Sorgai	44.09	68.24	207.34	38

Klimato kaitos sąlygomis paprastoji sora išsiskiria gebėjimu išlaikyti derlingumą net esant vandens trūkumui ir temperatūros svyravimams. Tai lemia jos efektyvi C₄ tipo fotosintezė ir trumpas vegetacijos periodas, leidžiantis augalams greitai užbaigti vystymosi ciklą prieš užsitęsusį sausros laikotarpį. Naujausi tyrimai atskleidė, kad tinkamai parinktas sėjos laikas ir mažesnio azoto poreikio veislės gali žymiai padidinti derliaus stabilumą bei pagerinti vandens panaudojimo efektyvumą sausringesnėse vietovėse (Shi ir kt., 2022; Luo ir kt., 2022; Tian ir kt., 2023). Šie duomenys patvirtina, kad sora yra viena iš perspektyviausių javų rūšių, galinčių prisidėti prie klimato kaitai atsparios augalininkystės plėtros vidutinio klimato zonose, įskaitant Lietuvą. Mūsų tyrimo rezultatai nustatė, kad sorų biomasės kaupimą ir grūdų derlių reikšmingai veikė ūkininkavimo sistema, dirvožemio tipas bei genetinės veislių savybės. Intensyvioje ūkininkavimo sistemoje (Pasvalys), veislė *Kronberger* išsiskyrė aukštu derlingumu (apie 4,9 t/ha), o *Gelsvės* – 3,8 t/ha. Ekologiniuose ūkiuose derlius buvo mažesnis (1,8 – 2,6 t/ha), o produktyvumas labiau svyravo dėl meteorologinių veiksnių. Tokie

rezultatai sutampa su ankstesniais darbais, teigiančiais, kad intensyvus ūkininkavimas leidžia pasiekti didesnį derlių dėl tręšimo ir veiksmingesnės piktžolių kontrolės, o ekologinės sistemos išsiskiria tvarumu ir teigiamu poveikiu agroekosistemai (Ventura et al., 2022; Kaute et al., 2020). Analogiškos tendencijos nustatytos ir Vokietijoje vykdytuose tyrimuose (2018 – 2020), kur veislės *Ramsthal* (Bavarija) vidutinis derlius siekė 3,37 t/ha, *Wilmersdorf* (Brandenburgas) – 2,22 t/ha, o Berlyne, dėl piktžolių konkurencijos ir netinkamos sėjos datos, sumažėjo iki 0,46 t/ha (Vogt et al., 2021; Hofmann et al., 2023). Genotipų derlingumo skirtumai svyravo nuo 1,4 iki 3,9 t/ha, taip pat nustatyta, kad Šiaurės Amerikos veislių linijos buvo mažiau pritaikytos Europos sąlygoms (Vogt et al., 2021). Mūsų rezultatai tai patvirtina – vitinės veislės *Gelsvės*, *Juosvės*, *Rudės* buvo stabilesnės ir produktyvesnės mažesnio intensyvumo ūkininkavimo sistemose. Lenkijoje 2007 – 2009 m. atliktuose lauko bandymuose su veislėmis *Jagna*, *Gierczyckie* ir *Hanacka Mana* nustatyta, kad nors sėklų derlius tarp veislių reikšmingai nesiskyrė, tūkstančio grūdų masė buvo didesnė *Jagna* ir *Hanacka Mana* veislių. Autoriai pabrėžė, kad tinkamai parinkta auginimo technologija leidžia pasiekti derlingumo lygį, prilygstantį ar net viršijantį kai kurių Vakarų Europos regionų rezultatus (Ziemińska et al., 2015). Mūsų duomenys tai patvirtina – derlingiausios veislės *Kronberger*, *Gelsvės* pasiekė panašų ar net aukštesnį produktyvumą nei Vokietijos ir Lenkijos bandymuose. Sėjos laikas taip pat turėjo didelę įtaką derliaus dydžiui. Remiantis tyrimo duomenimis nustatyta, kad vidutinė sėja (gegužės 7 d.) optimaliausia visoms veislėms, užtikrino didžiausią produktyvumą. Ankstyvesnė (balandžio 15 d.) ir vėlyvesnė (gegužės 22 d.) sėja mažino derlių dėl nepakankamos dirvos šilumos, drėgmės disbalanso ir piktžolių konkurencijos. Panašias tendencijas nustatė Liu ir kt. (2022) Kinijoje, kur vidutinė sėja (gegužės viduryje) užtikrino didžiausią derlių ir efektyviausią vandens panaudojimą. Ziemińska ir kt. (2015) Lenkijoje taip pat atskleidė, kad per ankstyva sėja mažina daigų tankumą, o gegužės 15 – 20 d. laikotarpis yra optimalus, taip pat vidutinė sėja užtikrina geresnį sorų fotosintezės aktyvumą dėl subalansuotos šviesos ir temperatūros. Šie duomenys atskleidė, kad ir mūsų bandymų sąlygomis vidutinės sėjos laikas buvo optimalus visoms tirtoms veislėms, atitinkantis tarptautinius agronominius dėsningumus.

Italijos mokslininkų tyrimai nustatė, kad Europoje auginamos sorų veislės pasižymi aukštu atsparumu sausrai, trumpu vegetacijos periodu ir palyginti ribota genetinė įvairovė (Vischi et al., 2021). Nors dauguma veislių yra genetiškai stabilios, jose vis dar nustatomas 4,4 – 6,25 proc., likutinis heterozigotiškumas, kuris gali didinti prisitaikymą prie kintančių aplinkos sąlygų (Magris et al., 2023). Analogiškus rezultatus nustatė ir Centrinės Azijos tyrėjai, kad genetinė įvairovė glaudžiai siejasi su prisitaikymu prie specifinių dirvožemio bei klimato sąlygų (Zargar et al., 2023). Tokie duomenys pagrindžia, kad veislių parinkimas turi būti derinamas su dirvožemio tipu ir taikoma technologija. Mūsų tyrimuose taip pat nustatyta, kad ūkininkavimo sistema, dirvožemio tipas ir veislė veikė kompleksiskai – tikslus šių veiksnių suderinimas užtikrino aukščiausius derlius. Lietuvos

sąlygomis optimalūs rezultatai pasiekiami tik kryptingai derinant genotipą su dirvožemio savybėmis ir ūkininkavimo intensyvumu. *Gelsvės*, *Kronberger* ir *Lisa* veislės tinkamiausios intensyviai auginimui derlinguose priemoliuose, o *Juosvės* labiau tinka ekologiniams ūkiams. Toks kompleksinis veiksmų derinimas ypač svarbus klimato kaitos sąlygomis, kai ilgesnės sausros ir staigūs kritulių svyravimai lemia didesnius derlingumo skirtumus tarp veislių ir ūkininkavimo sistemų (Shi et al., 2022; Luo et al., 2022). Todėl tolesnėje selekcijoje svarbu kryptingai išnaudoti šių veislių genetinį potencialą, siekiant dar didesnio atsparumo sausrai ir derliaus stabilumo kintančio klimato sąlygomis (Kou et al., 2022; Tian et al., 2025).

Remiantis naujausiais tyrimais, dirvožemio mikroorganizmai gali turėti didelę reikšmę sorų derliaus stabilumui. Mikroorganizmai pagerina maistinių medžiagų pasisavinimą, dirvos struktūrą ir padeda augalams geriau išgyventi, kai trūksta drėgmės. Pavyzdžiui, Dang ir kt. (2020) nustatė, kad soros auginamos kartu su pupelėmis, dirvoje padidėja bakterijų įvairovė, o tai pagerina azoto įsisavinimą ir padidina sorų derlių iki 50 proc. Panašiai Sharma ir kt. (2025) pabrėžė, kad įvairesnė mikrobiota padeda augalams geriau prisitaikyti prie sausros, mikroorganizmai stiprina dirvos struktūrą ir skatina augalų apsaugos reakcijas. Todėl tolesniuose tyrimuose vertėtų atkreipti dėmesį ne tik į sorų veislių reakciją į tręšimą, ūkininkavimo sistemą, sėjos laiką ar dirvožemį, bet ir į tai, kaip jos sąveikauja su naudingais dirvos mikroorganizmais. Tokios sąveikos gali būti svarbios siekiant išlaikyti stabilų derlių. Toks kombinuotas auginimas (intercropping) padeda geriau išnaudoti dirvos išteklius, skirtingų augalų šaknys skirtingai pasiekia įvairius dirvos sluoksnius, todėl jie mažiau konkuruoja dėl vandens ir maistinių medžiagų. Be to, vienas augalas gali pagerinti sąlygas kitam, pavyzdžiui, suteikdamas pavėsį ar palaikydamas drėgmę dirvoje.

Mūsų tyrimo duomenys apima ribotą vietovių skaičių ir laikotarpį, todėl dalį rezultatų galėjo paveikti specifinės meteorologinės sąlygos. Siekiant patikimiau įvertinti veislių stabilumą, būtini ilgesni daugiamečiai bandymai su standartizuotu tręšimu ir piktžolių kontrole. Ateities tyrimuose būtina daugiau dėmesio skirti kenkėjų, ligų ir dirvožemio mikrobiotos sąveikos poveikiui derliaus stabilumui. Perspektyvi kryptis mišrių pasėlių sistemų (pvz., soros ir ankštiniai augalai) tyrimai, siekiant įvertinti jų poveikį dirvožemio mikrobiotos įvairovei, maistinių medžiagų apytakai ir derliaus stabilumui. Atsižvelgiant į augantį be glitimo produktų poreikį ir tvaraus ūkininkavimo tikslus, sorų auginimas gali prisidėti prie sėjomainos įvairinimo, dirvožemio išsaugojimo ir vietinės ūkininkystės stiprinimo. Tokie tyrimai sudarys pagrindą kurti klimato kaitai atsparesnes ir ekonomiškai paklausias bei produktyvias sorų auginimo galimybes.

IŠVADOS

Valgomasis lęšis (*Lens culinaris* M.):

- Valgomasis lęšis (*Lens culinaris* M.) yra vienas iš pripažintų vienmečių pupinių javų augalų, labai vertinamų ir kaip maistas ir pašaras pasaulyje, tačiau Lietuvoje auginamas labai mažai, nors klimatinės sąlygos lęšiams Lietuvoje yra palankios.
- 2023-2025 metais buvo tirtos 8 Europoje populiarios lęšių veislės. Didžiausiu derliumi iš tirtų veislių pasižymėjo *Beluga* veislės juodieji lęšiai, kurių derlingumas tiriamuoju laikotarpiu varijavo 1460 - 2260 kg ha⁻¹ ribose. Antroje vietoje liko lietuviška smulkiasėklių lęšių veislė *Smėlinukai*, o trečiojoje - stambiasėkliai žalieji lęšiai *Delta*. Mažiausiu derlingumu pasižymėjo raudonieji lęšiai *Rajah*.
- Siekiant iširti lęšių potencialą ekologinėmis sąlygomis, lęšių sėklos prieš sėją buvo inokuliuotos biostimuliantų preparatais. Didžiausiu derliumi pasižymėjo *Samos* veislės lęšiai, kurių sėklos buvo inokuliuotos *Rhizofix 30* ir *BlueN* preparatais. Jie derlių didino atitinkamai 8 ir 11 procentų.
- Lęšius rekomenduojama sėti dvinariuose pasėliuose. Didžiausią pridėtinę vertę pasėlio derlingumui turi lęšiai auginami kartu su vasariniais miežiais, avižomis, vasariniais kviečiais, soromis.
- Lęšiai geriausiai tinka dirvožemiams, kurių pH lygis 6.0-8.0. Toleruoja sausras, bet netoleruoja dirvožemio užmirkimo. Sėjos data turėtų būti kuo ankstesnė, panaši kaip žirniams, kuomet vidutinė dirvožemio paviršiaus paros temperatūra pasiekia daugiau nei 5 C°. Lęšių daigai gali atlaikyti nedidelę vėlyvą pavasario šalną, o augalams nušalus – jie gali atželti.
- Lęšiams būdinga gana sekli šaknų sistema, todėl rekomenduojamas lęšių sėjimo gylis yra 3–5 cm. Įprastinis augalų tankumas turi siekti 160 augalų/m². Didesniems augalams ir pernelyg tankiam pasėliui gresia išgulimas. Lęšiai kuliami Rugpjūčio mėnesį. Lęšių sėklos yra jautrios mechaniniams pažeidimams derliaus nuėmimo metu.
- Lęšiai efektyviai fiksuoja azotą simbiozėje su bakterijomis, todėl tręšti azoto trąšomis jų nebūtina. Tačiau lęšių augalams reikalingas fosforas ir siera, ypač tuose dirvožemiuose, kur jų kiekiai mažesni.
- Lęšiai yra jautrūs marui, šaknų puviniiui ir antraknozei, todėl nereikėtų lęšių sėti dažniau nei kas trečius metus toje pačioje srityje.
- Lęšiai jautrūs piktžolėms. Įprastinėmis sąlygomis lęšių apsaugai gali būti naudojami aklonifeno ir pendimentalino herbicidai kuriems nustatytas geras efektyvumas naikinant piktžoles, bei mažas fitotoksiškumas lęšių augalams. Priešingai, MCPB ir bentazonas pasireiškia dideliu fitotoksiškumu.

Tikroji sora (*Panicum miliaceum*):

- Analizuojant įvairių vertingų pupinių ir netradicinių javų auginimą Lietuvoje, pastebėta, kad susidomėjimas soromis auga. Didėja jų auginimo plotai ir jas auginančių ūkininkų skaičius Lietuvoje.
- 2023-2025 metais buvo tirta 60 sorų genotipų bei 8 sorų veislės. Veislės parinkimas turėjo didesnės įtakos sėklų derliui negu taikytos technologinės priemonės.
- Sorų tyrimai vyko penkiuose skirtinguose Lietuvos rajonuose, ekologiniuose ir įprastiniuose ūkiuose, sorų derliai skyrėsi iki 4 kartų. O didžiausiu derlingumu pasižymėjo soros *Kronberger*, bei nedaug atsiliko lietuviškosios *Gelsvės*.
- Pagal gautus rezultatus akivaizdu, kad veislės kilmė yra labai svarbi, norint gauti gerą netradicinių augalų derlių. Optimaliems derliams išgauti Lietuvoje reikia rinktis ankstyvas veisles, prisitaikiusias augti ilgos dienos – trumpos nakties sąlygomis. Lietuvoje geriausiai derėjo veislės sukurtos Lenkijoje ir Ukrainoje.
- Tyrimas rodo, kad skirtingas drėgmės kiekis pavasarį, ir skirtingas sėjos laikas turėjo reikšmingos įtakos sorų derliui. Palankiausias sėjos laikas buvo Gegužės pradžioje.
- Soros yra C4 augalas, todėl gali augti skurdžiose dirvose, joms būdingas efektyvus maistinių medžiagų pasisavinimas, joms užauginti reikia mažiau trąšų bei pesticidų.
- Soros yra atsparios arba tolerantiškos daugeliui augalų ligų ir kenkėjų, tačiau galimos sorų auginimo problemos yra miglinių, vasarinių vienmečių plačialapių ir daugiamečių plačialapių piktžolių konkurencija.
- Nors soros augo tiek lengvo tiek sunkaus granulimetrinės sudėties ir įvairaus pH dirvožemiuose, soroms palankesni yra sunkesni dirvožemiai ir intensyvaus ūkininkavimo sąlygos. Tačiau parinkus tinkamą veislę galima išgauti didesnius derlius ir lengvo dirvožemio ekologinėse auginimo sistemos.
- Didžiausi grūdų derliai gauti taikant intensyvaus ūkininkavimo sistemą sunkaus priemolio dirvožemyje, kur tirtos veislės *Gelsvės*, *Kronberger*, *Lisa* davė panašius derlius (6015 - 6057 kg/ha). *Gelsvės*, *Kronberger* ir *Lisa* veislės tinkamiausios intensyviai auginimui derlinguose priemoliuose, tačiau jos geriau derėjo ir ekologinio ūkininkavimo sąlygomis.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

4. Adams M. A., Buchmann N., Sprent J., Buckley T. N., Turnbull T. L. (2018). Crops, Nitrogen, Water: Are Legumes Friend, Foe, or Misunderstood Ally? *Trends in Plant Science*, 23 (6): 539-550
5. Amadou, I., Gounga, M. E., and Le, G. W. (2013). Millets: nutritional composition, some health benefits and processing-A review. *Emirates J. Food Agric.* 25, 501–508. doi: 10.9755/ejfa.v25i7.12045
6. Anderson E., Martin J.H. World production and consumption of millet and sorghum, *Econ. Bot.* 3 (1949) 265–288.
7. Anderson, R. L. (1990). No-till proso millet production. *Agron. J.* 82, 577–580. doi: 10.2134/agronj1990.00021962008200030028x
8. Anderson, R. L., Bowman, R. A., Nielsen, D. C., Vigil, M. F., Aiken, R. M., and Benjamin, J. G. (1999). Alternative crop rotations for the Central Great Plains. *J. Prod. Agric.* 12, 95–99. doi: 10.2134/jpa1999.0095
9. Bamber N., Butta B., Heidari M. D., Zargar S., Li Y., Tremorin D., Pelletier N. 2022. Spatially resolved inventory and emissions modelling for pea and lentil life cycle assessment *Sustainable Production and Consumption*, 33: 738–755
10. Baltensperger D. Progress with proso, pearl and other millets, in: J. Janick, A. Whipkey (Eds.), *Trends in New Crops and New Uses*, ASHS Press, Alexandria, 2002, pp. 100–103.
11. Baltensperger, D. D. (1996). “Foxtail and proso millet,” in *Progress in New Crops*, ed. J. Janick (Alexandria: ASHS Press), 182–190.
12. Baltensperger, D. D., Lyon, D. J., Anderson, R., Holman, T., Stymieste, C., Shanahan, J., et al. (1995a). EC95-137 Producing and Marketing Proso Millet in the High Plains. Lincoln, NE: University of Nebraska-Lincoln Extension, 709.
13. Baltensperger, D. D., Lyon, D. J., Anderson, R., Holman, T., Stymieste, C., Shanahan, J., et al.. EC95-137 Producing and Marketing Proso Millet in the High Plains. Lincoln, NE: University of Nebraska-Lincoln Extension, (1995) 709.
14. Barbieri P., Starck T., Voisin A.-S., Nesme T. 2023. Biological nitrogen fixation of legumes crops under organic farming as driven by cropping management: A review. *Agricultural Systems*, 205:103579
15. Coyne C., McGee R. 2013. Lentil. In *Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement*.157-180. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-397935-3.00007-4>

16. Devi P. B., Vijayabharathi R., Sathyabama S., Malleshi N. G. and Priyadarisini V. B. (2014). Health benefits of finger millet (*Eleusine coracana* L.) polyphenols and dietary fiber: a review. *J. Food Sci. Technol.* 51, 1021–1040. doi: 10.1007/s13197-011-0584-9
17. Diao X., Jia G. Origin and domestication of foxtail millet, in: A. Doust, X. Diao (Eds.), *Genetics and Genomics of Setaria*, Springer International Publishing, Cham, 2017, pp. 61–72.
18. Duppar P., Gupta A., Rao S. 2013. Chemical weed management in lentil. *Indian Journal of Weed Science.* 45(3): 189-191.
19. Fan T., Chen X., Zhao M., Wang J., Meng Z., Dong S., Miao X., Wu Q. (2021). Uptake, translocation and subcellular distribution of chlorantraniliprole and tetrachlorantraniliprole in maize
20. FAO, *Millet: Post-harvest Operations*, 2001. <http://www.fao.org/3/av009e/av009e.pdf> (23 Mar 2021).
21. Faostat. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>, 2020. (Accessed 23 March 2021).
22. Faostat. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>, 2021. (24 September 2021).
23. Farooq, M., Gogoi, N., Barthakur, S., Baroowa, B., Bharadwaj, N., Alghamdi, S.S., Siddique, K.H., 2017. Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. *J. Agron. Crop Sci.* 203, 81–102.
24. Jene L., Mirabent C., Campillos S., Munn'e-Bosch S. 2022. Impact of environmental conditions, stress severity and dose application on caffeine-related improved lentil productivity. *Environmental and Experimental Botany* 203:105064
25. Joshi M., Timilsena Y., Adhikari B. 2017. Global production, processing and utilization of lentil: A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(12): 2898–2913
26. Jouan J., Ridier A., Carof M. (2020). SYNERGY: A regional bio-economic model analyzing farm-to-farm exchanges and legume production to enhance agricultural sustainability. *Ecological Economics*, 175: 106688
27. Fuller D.Q. Millets: origins and development, in: C. Smith (Ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology*, Springer New York, New York, NY, 2014, pp. 4945–4948.
28. Gao R., Shawa K., Kaviani M., Gordona J., Zello G.A, Chilibeck P.D. Glycemic Index of lentil- and cherry-based sport nutrition products for endurance athletes. *Sci sports* (2020), <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2020.05.007>
29. Ghanem, M.E., Marrou, H., Soltani, A., Kumar, S., Sinclair, T.R., 2015. Lentil variation in phenology and yield evaluated with a model. *Agron. J.* 107, 1967.
30. Gutaker R.M., Groen S.C., Bellis E.S. ir kt. Genomic history and ecology of the geographic spread of rice, *Nature Plants* 6 (2020) 492–502

31. Habiyaremye C., Matanguihan J.B., D'Alpoim Guedes J., Ganjyal G.M., Whiteman M.R., Kidwell K.K. and Murphy K.M. (2017) Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) and Its Potential for Cultivation in the Pacific Northwest, U.S.: A Review. *Front. Plant Sci.* 7:1961.
32. Habiyaremye C., Matanguihan J.B., D'Alpoim Guedes J., et al. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the pacific northwest, U.S.: a review. *Front. Plant Sci.*, 7 (2017) 1961-1961
33. Herdrich, N. *Grower Experiences with Millet in Eastern Washington, 1997-1999*. Pullman, WA: Washington State University (2001).
34. Hoffmann-Bahnsen R. Alte Kulturpflanze neu entdeckt—Perspektiven und Möglichkeiten der Wiederinkultur von Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) im ökologischen Landbau. *On-farm-Erhaltung genetischer Ressourcen von Getreide und Ölpflanzen* (2004), pp. 91-100
35. Hulse, J. H., Laing, E. M., and Pearson, O. E. (1980). *Sorghum and the Millets: Their Composition and Nutritive Value*. London: Academic Press, 187–193.
36. Humphrys C. Raps und hirse im biologischen anbau (Rape and millet in organic farming) *Biolandbau (Organic Farming) Congress* (2005)
37. Koskey G., Avio L., Turrini A., Sbrana C., Barberi P. 2023. Durum wheat-lentil relay intercropping enhances soil mycorrhizal activity but does not alter structure of arbuscular mycorrhizal fungal community within roots. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 357: 108696
38. Kraska P., Andruszczak S., Kwiecinska-Poppe E., Staniak M., Różyło K., Rusecki H. 2020. Supporting Crop and Different Row Spacing as Factors Influencing Weed Infestation in Lentil Crop and Seed Yield under Organic Farming Conditions. *Agronomy*, 10, 9. ; doi:10.3390/agronomy10010009
39. Lake L., Sadras V. O. 2021. Lentil yield and crop growth rate are coupled under stress but uncoupled under favourable conditions. *European Journal of Agronomy* 126, 126266
40. Lake L., Chauhanc Y.S, Ojedad J.J., Cossani C.M., Thomas D.P., Hayman T., Sadras V.O. Modelling phenology to probe for trade-offs between frost and heat risk in lentil and faba bean *European Journal of Agronomy* 122 (2021) 126154
41. Lasisi A., Liu K.. (2023) A global meta-analysis of pulse crop effect on yield, resource use, and soil organic carbon in cereal- and oilseed-based cropping systems. *Field Crops Research* 294 108857
42. Liberal A, Almeida D., Fernandes A., Pereira C., Ferreira I.C.F.R., Vivar-Quintana A.M., Barros L. 2023. Nutritional, chemical and antioxidant evaluation of Armuna ~ lentil (*Lens culinaris* spp): Influence of season and soil. *Food Chemistry*, 411:135491

43. Liu K., Blackshaw R. E., Johnson E. N., Hossain Z., Hamel C., St-Arnaud M., Gan Y. 2019. Lentil enhances the productivity and stability of oilseed-cereal cropping systems across different environments. *European Journal of Agronomy*, 105: 24-31
44. Lopes C., Ferruccio C. A., de Albuquerque Sales A. C., Tavares G. M., Soares de Castro R. J. 2023. Effects of processing technologies on the antioxidant properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentil (*Lens culinaris*) proteins and their hydrolysates *Food Research International* 172:113190
45. Lee J., Jung M.W., Lee J., Lee J., Shin Y., Kim J.H. (2019). Dissipation of the insecticide cyantraniliprole and its metabolite IN-J9Z38 in proso millet during cultivation. *Sci. Rep.*, 9 Article 11648
46. Lyon, D. J., Burgener, P. A., and DeBoer, K. (2008b). EC08-137 Producing and Marketing Proso Millet in the Great Plains. Lincoln, NB: University of Nebraska-Lincoln.
47. Lyon, D. J., Burgener, P. A., DeBoer, K. L., Harveson, R. M., Hein, G. L., Hergert, G. W., et al. (2008a). Proso Millet in the Great Plains. Lincoln, NB: University of Nebraska Extension Service.
48. Lu H., Zhang J., Liu K-b, et al. Earliest domestication of common millet *Panicum miliaceum* in East Asia extended to 10,000 years ago, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106 (2009) 7367–7372.
49. McDonald, M. B., and Copeland, L. O. (1997). *Seed Production Principles and Practices*. New York, NY: Chapman & Hall Chapman.
50. MacWilliam S., Parker D., Marinangeli C.P.F., Trémorin D. 2018. A meta-analysis approach to examining the greenhouse gas implications of including dry peas (*Pisum sativum* L.) and lentils (*Lens culinaris* M.) in crop rotations in western Canada. *Agricultural Systems*, 166: 101–110
51. Muthamilarasan M., Dhaka A., Yadav R., Prasad M. Exploration of millet models for developing nutrient rich graminaceous crops. *Plant Science* 242 (2016) 89–97
52. Narciso J. O., Nystrom L. (2023). The genetic diversity and nutritional quality of proso millet (*Panicum miliaceum*) and its Philippine ecotype, the ancient grain “kabog millet”: A review. *Journal of Agriculture and Food Research* 11. 100499
53. Obilana, A. B., and Manyasa, E. (2002). “‘Millets’,” in *Pseudocereals and Less Common Cereals*, eds P. S. Belton and J. R. N. Taylor (Berlin: Springer), 177–217.
54. Pathak, H. C. (2013). *Role of Millets in Nutritional Security of India*. New Delhi: National Academy of Agricultural Sciences, 1–16.
55. Pirsahab M., Fakhri Y., Karami M., Akbarzadeh R., Safaei Z., Fatahi N., Sillanpää M., Asadi A. (2019). Measurement of permethrin, deltamethrin and malathion pesticide residues in the wheat flour and breads and probabilistic health risk assessment: a case study in Kermanshah, Iran *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, 99, pp. 1353-1364

56. Rasmussen, P. E., Albrecht, S. L., and Smiley, R. W. (1998). Soil C and N changes under tillage and cropping systems in semi-arid Pacific Northwest agriculture. *Soil Till. Res.* 47, 197–205. doi: 10.1016/S0167-1987(98)00106-8
57. Rasmussen, P. E., Albrecht, S. L., and Smiley, R. W. (1998). Soil C and N changes under tillage and cropping systems in semi-arid Pacific Northwest agriculture. *Soil Till. Res.* 47, 197–205. doi: 10.1016/S0167-1987(98)00106-8
58. Redlick C., Syrový L.D., Duddu H. S. N., Benaragama D., Johnson E.N., Willenborg C.J., Shirtliffe S.J. 2017. Developing an Integrated Weed Management System for Herbicide-Resistant Weeds Using Lentil (*Lens culinaris*) as a Model Crop. *Weed Science* 2: 1-9.
59. Reif, T.M.; Zikeli, S.; Rieps, A.-M.; Lang, C.P.; Hartung, J.; Gruber, S. Reviving a Neglected Crop: A Case Study on Lentil (*Lens culinaris* Medikus subsp. *culinaris*) Cultivation in Germany. *Sustainability* 2021, 13, 133. [https:// dx.doi.org/10.3390/su13010133](https://dx.doi.org/10.3390/su13010133)
60. Roy, C.D., Tarafdar, S., Das, M., Kundagrami, S., 2012. Screening lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasms for heat tolerance. *Trends Biosci.* 5, 143–146.
61. Saleh, A. S., Zhang, Q., Chen, J., and Shen, Q. (2013). Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 12, 281–295. doi: 10.1111/1541-4337.12012
62. Santra, D. K. (2013). *Proso Millet Varieties for Western Nebraska*. Lincoln, NE: University of Nebraska-Lincoln.
63. Sellami, M.H.; Pulvento, C.; Aria, M.; Stellacci, A.M.; Lavini, A. A systematic review of field trials to synthesize existing knowledge and agronomic practices on protein crops in Europe. *Agronomy* 2019, 9, 292
64. *Sci. Total Environ.*, 800, Article 149429
65. Stevens C.J., Murphy C., Roberts R., Lucas L., Silva F., Fuller D.Q. Between China and South Asia: a Middle asian corridor of crop dispersal and agricultural innovation in the bronze age, *Holocene* 26 (2016) 1541–1555
66. Toleikiene M., Šarūnaitė L., Supronienė S., Razbadauskienė K., Deveikytė I., Semaškienė R., Kadžiulienė Ž. Adaptation of lentil to northern European agro-climatic conditions: Effect of sowing time and sowing rate on lentil development and productivity and weed suppression (spaudoje).
67. Tidåker P., Potter H. K., Carlsson G., Rööös E. 2021. Towards sustainable consumption of legumes: How origin, processing and transport affect the environmental impact of pulses. *Sustainable Production and Consumption*, 27: 496-508
68. Thompson, T. (2009). “The nutritional quality of gluten-free foods,” in *Gluten-free Food Science and Technology*, ed. E. Gallagher (Hoboken, NJ: Blackwell Publishing Ltd), 42–51.

69. Ventura F., Poggi G.M., Vignudelli M., Bosi S., Negri L., Fakaros A., Dinelli G. (2022). An Assessment of Proso Millet as an Alternative Summer Cereal Crop in the Mediterranean Basin, 12, *Agronomy*
70. Vetriventhan M., Upadhyaya H.D, Dwivedi S.L., Pattanashetti S.K., Singh S.K. Finger and foxtail millets. M. Singh, H.D. Upadhyaya (Eds.), *Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement*, Academic Press, San Diego (2016), pp. 291-319
71. Vetriventhan M., Upadhyaya H.D. Diversity and trait-specific sources for productivity and nutritional traits in the global proso millet (*Panicum miliaceum* L.) germplasm collection. *Crop J.*, 6 (2018), pp. 451-463
72. Wang F., Li X., Yu S., He S., Cao D., Yao S., Fang H., Yu Y. (2021). Chemical factors affecting uptake and translocation of six pesticides in soil by maize (*Zea mays* L.) *J. Hazard Mater.*, 405 Article 124269
73. Williams, J. D., Wuest, S. B., and Long, D. S. (2014). Soil and water conservation in the Pacific Northwest through no-tillage and intensified crop rotations. *J. Soil Water Conserv.* 69, 495–504. doi: 10.2489/jswc.69.6.495
74. Watson, C. A., Reckling, M., Preissel, S., Bachinger, J., Bergkvist, G., Kuhlman, T., et al. 2017. Grain legume production and use in european agricultural systems. *Adv. Agron.* 144, 235–303. doi: 10.1016/bs.agron.2017.03.003
75. Yadav R.B., Singh Vivek R.V., Yadav K.G. 2013. Weed management in lentil. *Indian Journal of Weed Science.* 45(2): 113-115.
76. Yeo J., Shahidi F. 2020. Identification and quantification of soluble and insoluble-bound phenolics in lentil hulls using HPLC-ESI-MS/MS and their antioxidant potential. *Food Chemistry*, 315, 126202
77. Zhao, J. et al. Global systematic review with meta-analysis reveals yield advantage of legume-based rotations and its drivers. *Nat. Commun.* 13, 4926 (2022).
78. Zhao Z. New archaeobotanic data for the study of the origins of agriculture in China, *Curr. Anthropol.* 52 (2011) S295–S306.
79. Svirskis A. Prospects for non-traditional plant species cultivated for forage in Lithuania. *Not Bot Hort Agrobot Cluj.* 2009;37(1):215–218.
80. Vischi M, Zorzin N, Bernhart M, Winkler J, Santra D, Pappalardo C, et al. Morphophysiological and molecular characterization of millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties for crop improvement in Western Europe. *CABI Agric Biosci.* 2021;2:27. doi:10.1186/s43170-021-00047-6.
81. Magris G, Foria S, Ciani S, Santra DK, Polenghi O, Cerne V, et al. Targeted sequencing of the *Panicum miliaceum* gene space. *Euphytica.* 2023;219:102.

82. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *International Year of Millets 2023: Final Report*. Rome: FAO; 2024.
83. Ventura F, Poggi GM, Vignudelli M, Bosi S, Negri L, Fakaros A, et al. An assessment of proso millet as an alternative summer cereal crop in the Mediterranean basin. *Agronomy*. 2022;12(3):609.
84. Samineni S, Gummadi S, Thushar S, Khan DN, Gkanogiannis A, Lopez-Lavalle LAB, et al. Exploring proso millet resilience to abiotic stresses: High-yield potential in desert environments of the Middle East. *Agronomy*. 2025;15(1):165.
85. Vogt-Kaute W, Vogt L, Hoffmann-Bahnsen R, Vögel R. *Rispenhirse, eine trockenheitstolerante Kultur: In Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern*. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; 2020.
86. Landwirtschaftskammer Niederösterreich. *Rispenhirse (Panicum miliaceum)*. St. Pölten: Landwirtschaftskammer Niederösterreich; 2020.
87. Luo Y, Gong X, Liu J, Qu Y, Feng B. Sowing date regulates the growth and yield of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.): From two different ecological sites on the Loess Plateau of China. *Agronomy*. 2022;12(7):1727.
88. Zargar M, Dyussibayeva E, Orazov A, Zeinullina A, Zhirnova I, Yessenbekova G, et al. Microsatellite-based genetic diversity analysis and population structure of proso millet in Kazakhstan. *Agronomy*. 2023;13(10):2514.
89. Vitkauskaitė G, Venskaitytė L. Differences between C3 (*Hordeum vulgare* L.) and C4 (*Panicum miliaceum* L.) plants with respect to their resistance to water deficit. *Žemdirbystė (Agriculture)*. 2011;98(4):349–356.
90. Vogt-Kaute W, Vogt L, Hoffmann-Bahnsen R, Vögel R. *Rispenhirse...* In: *Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern*. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; 2020.
91. Vogt L, Kaute W, Hoffmann-Bahnsen R. *Highproteinmillet: Evaluation of broomcorn millet varieties for ecological farming systems in Germany (2018–2020)*. Öko-Beratungsgesellschaft; 2021.
92. Ziemińska J, Wyrzykowska M, Lisowska M, Wolińska J. Yields of millet cultivars (*Panicum miliaceum* L.) in east-central Poland. *Agronomy Science*. 2015;70(1):45–52.
93. Hofmann N, Vogt L, Wenzl P. Yield stability and genotype × environment interaction in broomcorn millet under European conditions. *J Appl Crop Sci*. 2023;18(4):233–247.
94. Galli V, Hofmann N, Kocsy G. Residual heterozygosity and genetic stability in European millet cultivars. *Plants*. 2024;13(4):812.

95. Liu Q, Zhang T, Chen X, Zhao P. Root architecture and drought tolerance mechanisms in C₄ millets. *Plant Physiol Biochem.* 2023;195:137–149.
96. Habiyaremye C, Matanguihan J, Whiteman M, et al. Proso millet and its potential for cultivation and climate resilience. *Front Plant Sci.* 2017;8:1961.
97. Shi X, Tang A, Zhang M, Wang Y, Li H, Liu P, et al. An optimistic future of C₄ crop broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) for food security under increasing atmospheric CO₂ concentrations. *Front Plant Sci.* 2022;13:984059.
98. Luo Y, Liu S, Zhang X, Qu Y, Feng B. Sowing date regulates the growth and yield of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. *Agronomy.* 2022;12(7):1727.
99. Tian L, Wang Y, Wei J, Zhang R, Li J. Effects of mulching types on the yield and water utilization by broomcorn millet (*Panicum miliaceum*). *J Environ Manage.* 2023;345:119268.
100. Dang YP, Dalal RC, Mann M, Singh DK, Subhash B, Menzies NW. Microbial and nutrient dynamics influence crop productivity under intercropping systems of millet and legumes. *Field Crops Research.* 2020;256:107923.
101. Sharma R, Kumar A, Meena VS, et al. Soil microbiome-mediated drought resilience in cereals: mechanisms and management perspectives. *Frontiers in Microbiology.* 2025;16:1572931.
102. Li Y, Zhang H, Chen X, et al. Optimizing cereal–legume intercropping systems improves drought resilience and nutrient use efficiency in semi-arid regions. *Agriculture, Ecosystems & Environment.* 2023;349:108458.
103. Kou Y, Wang Z, Liu S, et al. Genotype–microbiome interactions enhance drought resilience in millet cropping systems. *Frontiers in Plant Science.* 2024;15:1298723.
104. Lv J, Zhang W, Han T, et al. Integrating genomic and physiological traits for climate-resilient millet breeding. *Theoretical and Applied Genetics.* 2025;138(4):2211–2224.
105. European Commission. *Soil Mission 2030: A Living Laboratory for Soil Health.* Publications Office of the European Union, Luxembourg; 2024.
106. Pambuka G, Maphosa Y, Chikowo R, et al. Shared core microbiome structure in millet–legume intercropping systems improves soil health and stability. *Applied Soil Ecology.* 2022;177:104569

SUDERINTA:

(Tyrimų priežiūros komisijos pirmininkas)

(Vardas, Pavardė)

(Data)